



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE OSMOSIS  
INVERSA PARA DOS PLANTAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA AL NORTE DE CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

MATÍAS RICARDO FIGUEROA LARA

PROFESOR GUÍA:  
MANUEL DÍAZ ROMERO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
RAÚL URIBE DARRIGRANDI  
RAÚL O´RYAN GALLARDO

SANTIAGO DE CHILE  
2017

## EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PARA DOS PLANTAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA AL NORTE DE CHILE

El presente trabajo, solicitado por la empresa AES Gener, tiene como objetivo realizar una evaluación económica sobre la ampliación de una planta de osmosis inversa con el fin de comercializar agua desalada con terceros, garantizando el consumo interno de las Centrales Termoeléctricas Angamos y Cochrane, en la Segunda Región, al norte de Chile.

Para ellos se desarrolla una evaluación económica en base a la “Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos - Ministerio de Desarrollo Social”, dividiéndose en dos grandes temas. El primero, tiene relación con el mercado del agua en la Región de Antofagasta, empresas participantes y niveles de consumo de los sectores inmobiliario y minero principalmente. El segundo, corresponde a la generación y análisis de escenarios, mediante la combinación de fuentes de ingresos asociada a cada uno, para determinar la factibilidad económica de éste; correspondiente a la evaluación económica propiamente tal.

Se determina al sector minero como el mercado más atractivo en cuanto a la comercialización de agua, ligado a que la Región de Antofagasta concentra cerca del 53% de la actividad extractiva del cobre a nivel nacional, la cual posee altos niveles de consumo del recurso hídrico y disposición de pago por la adquisición de m<sup>3</sup> de agua.

Los resultados obtenidos muestran que el sector inmobiliario es inviable económicamente, puesto que los costos actuales son considerablemente más bajos que los generados por el proyecto. Mientras que, en el sector minero se distinguen 2 proyectos en particular: Lomas Bayas y Zaldivar, los cuales, dadas sus altas disposiciones de pago, representan utilidad para AES Gener, considerando a Aguas de Antofagasta S.A. parte de la cadena de suministro o intermediario en la comercialización. Donde el mejor escenario de comercialización entrega un VAN de \$USD 8.133.787 en el caso Lomas Bayas y \$USD 13.323.024 en el caso Zaldivar, recuperándose la inversión realizada en 17 y 16 años respectivamente, con una TIR del orden del 13% para ambos proyectos.

Factores como la capacidad desalinizadora y la distancia de transporte hasta el demandante, son fundamentales en cuanto al costo productivo; donde los flujos de caja presentan gran sensibilidad al precio de comercialización y la tasa de descuento. Si bien económicamente estos escenarios resultan viables, generando utilidades para todos los involucrados, la decisión final de Aguas de Antofagasta, principal cliente (intermediario), debe considerar aspectos estratégicos para la determinación de la realización del proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi madre Rosalía Lara, mi padre Ricardo Figueroa, mi hermana y amiga Valentina Figueroa (junto con el club de la flojera) y mi tía Elisa Lara, por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de toda esta etapa de estudios; su orientación, su ayuda y por soportarme en los momentos de estrés, entre otros. Son un pilar fundamental.

Mis amigos desde la infancia que hicieron este período mucho más ameno, quitándole seriedad pichanga tras pichanga, compartiendo historias y aprendizajes juntos. Todas las personas que conocí dentro de la universidad, desde las noches de estudios hasta las de carrete, la terraza y las salas norte; en particular mis grandes amigos Andrés y Felipe, por el cariño, ayuda y apoyo durante estos 7 años.

Agradezco a la empresa AES Gener por darme la oportunidad de desarrollar el tema de memoria. En particular a Rafael Bañados por su constante preocupación, apoyo, paciencia, disposición y enseñanzas en el desarrollo del trabajo. Agradecido de Rodrigo García y en general del área de Desarrollo por el recibimiento, simpatía y colaboración.

Finalmente agradecer a la Facultad de Ciencias Físicas Matemáticas por brindarme las herramientas y aprendizajes que aportan en mi desarrollo y crecimiento personal, por las largas noches de estudios y la capacidad de sobreponerse a la adversidad. En fin, agradecido tanto de profesores, compañeros e institución.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.2.1 <i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	5
1.2.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	5
<b>2 MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>6</b>
2.1 DESALINIZACIÓN .....	6
2.2 IMPACTO AMBIENTAL .....	10
2.3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO .....	10
2.4 ESTIMACIONES .....	11
2.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	12
<b>3 METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD .....	17
3.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	17
3.3 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	19
3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	19
<b>4 ALCANCES DEL PROYECTO</b> .....	<b>21</b>
4.1 LIMITANTES .....	21
<b>5 PREPARACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>22</b>
5.1 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD .....	22
5.1.1 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN</i> .....	22
5.1.2 <i>ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS</i> .....	25
5.1.3 <i>FUERZAS DE PORTER</i> .....	28
5.1.4 <i>FODA</i> .....	31
5.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	34
5.2.1 <i>IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</i> .....	36
5.2.2 <i>IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO</i> .....	40
5.2.3 <i>OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA</i> .....	43
5.3 MODELO DE NEGOCIO .....	53
<b>6 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>58</b>
6.1 GENERACIÓN DE ESCENARIOS .....	60
6.2 ESCENARIOS SECTOR INMOBILIARIO .....	61
6.2.1 <i>ESCENARIO 1: PLANTA ADASA AL NORTE DE MEJILLONES</i> .....	62
6.2.2 <i>ESCENARIO 2: ADASA LLEVA AGUA DESDE ANTOFAGASTA HASTA MEJILLONES</i> .....	63
6.2.3 <i>ESCENARIO 3: AES GENER LLEVA AGUA DESALINIZADA HASTA ANTOFAGASTA</i> .....	63
6.3 ESCENARIOS SECTOR MINERO .....	64
6.3.1 <i>ESCENARIO 1: SWAP MINERO, CONSIDERA ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE Y VENTA SPOT</i> .....	66
6.3.2 <i>ESCENARIO 2: SWAP MINERO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE</i> .....	66
6.3.3 <i>ESCENARIO 3: SWAP MINERO A MÁXIMA CAPACIDAD</i> .....	66
6.4 CUADRO RESUMEN GENERACIÓN ESCENARIOS .....	67

<b>7</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>68</b>
7.1	IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COSTOS .....	68
7.1.1	<i>AES GENER.....</i>	70
7.1.2	<i>AGUAS DE ANTOFAGASTA S.A.....</i>	74
7.1.3	<i>PROYECTOS MINEROS .....</i>	75
7.2	IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS.....	77
7.2.1	<i>AHORRO CAMBIO TECNOLÓGICO .....</i>	77
7.2.2	<i>BENEFICIO POR VENTA DE AGUA .....</i>	78
7.3	DESARROLLO ESCENARIOS PLANTEADOS.....	80
7.3.1	<i>DESARROLLO ESCENARIOS SECTOR INMOBILIARIO.....</i>	81
7.3.2	<i>DESARROLLO ESCENARIOS SECTOR MINERO .....</i>	81
7.4	RESUMEN DESARROLLO DE ESCENARIOS .....	89
7.5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	91
7.5.1	<i>ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIO 1 B .....</i>	92
7.5.2	<i>ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIOS 3 A - 3 B .....</i>	93
7.5.3	<i>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PRECIO DE ENERGÍA.....</i>	95
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>97</b>
8.1	CONCLUSIONES DEL TRABAJO REALIZADO .....	97
8.2	LIMITACIONES DEL TRABAJO .....	100
8.3	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....	100
<b>9</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>101</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>102</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS Y APENDICES.....</b>	<b>104</b>
11.1	CLASIFICACIÓN DEL AGUA .....	104
11.2	ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO .....	105
11.2.1	<i>DESCRIPCIÓN FLUJO DE AGUA .....</i>	106
11.3	PONDERACIONES ELABORACIÓN MATRIZ PODER/INTERÉS .....	107
11.4	TARIFICACIÓN ADASA .....	107
11.5	DETALLE DE CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS Y PRODUCCIÓN DESALINIZADORA – SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR.....	109
11.6	DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR MINERO POR PROYECTO .....	109
11.7	COSTOS EN DESALINIZACIÓN MEDIANTE TVC EN LA CENTRAL COCHRANE.....	112
11.8	DESARROLLO SECTOR INMOBILIARIO.....	113
11.8.1	<i>ESCENARIO 1A: DEMANDA MEJILLONES DE 30,3 L/S .....</i>	113
11.8.2	<i>ESCENARIO 1B: DEMANDA MEJILLONES DE 30,3 L/S CON UTILIZACIÓN DE TUBERÍA MEJILLONES – ANTOFAGASTA.....</i>	116
11.8.3	<i>ESCENARIO 2: ADASA LLEVA AGUA POTABLE HASTA MEJILLONES.....</i>	119
11.8.4	<i>ESCENARIO 3: AES GENER LLEVA AGUA DESALINIZADA HASTA ANTOFAGASTA.....</i>	122
11.9	ESCENARIO 2: SWAP MINERO, ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE .....	124
11.9.1	<i>E2 A: VENTA DE AGUA A LOMAS BAYAS.....</i>	125
11.9.2	<i>E2 B: VENTA DE AGUA A ZALDIVAR.....</i>	127
11.10	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC Y VENTA SPOT- PROYECTO LOMAS BAYAS .....	129
11.11	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC Y VENTA SPOT- PROYECTO ZALDIVAR .....	130
11.12	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC - PROYECTO LOMAS BAYAS.....	131
11.13	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC - PROYECTO ZALDIVAR.....	132
11.14	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO MÁXIMA CAPACIDAD - PROYECTO LOMAS BAYAS.....	133
11.15	FLUJO DE CAJA SWAP MINERO MÁXIMA CAPACIDAD - PROYECTO ZALDIVAR .....	134
11.16	ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIO 2B.....	135
11.17	FLUJO DE CAJA ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PRECIO ENERGÍA .....	136
11.17.1	<i>PRECIO ENERGÍA 0,075 USD/KWH.....</i>	136

11.17.2    *PRECIO ENERGÍA 0,085 USD/KWH.....138*

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: FLUJOS ASOCIADOS AL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD OI DE LA CENTRAL ANGAMOS M <sup>3</sup> /H....	23
TABLA 2: PROVINCIAS Y COMUNAS DE LA SEGUNDA REGIÓN DE ANTOFAGASTA ABASTECIDAS POR AGUAS DE ANTOFAGASTA S.A.....	37
TABLA 3.A: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CLIENTES, SEGUNDA REGIÓN DE ANTOFAGASTA.....	41
TABLA 4: CARTERA DE NUEVOS PROYECTOS MINEROS EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA. ....	43
TABLA 5: PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR INMOBILIARIO, SISTEMA DE PRODUCCIÓN NORTE – SIN PROYECTOS.....	46
TABLA 6: PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR INMOBILIARIO, SISTEMA DE PRODUCCIÓN NORTE – CON PROYECTOS. ....	47
TABLA 7: PROYECTOS FUTUROS DE AUMENTO DE CAPACIDAD PRODUCTIVA DE AGUA – SISTEMA DE PRODUCCIÓN NORTE. ....	47
TABLA 8: PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR INMOBILIARIO, SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR – SIN PROYECTOS. ....	48
TABLA 9: PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR INMOBILIARIO, SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR – CON PROYECTOS.....	49
TABLA 10: PROYECTOS FUTUROS DE AUMENTO DE CAPACIDAD PRODUCTIVA DE AGUA – SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR. ....	50
TABLA 11.A: DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR MINERO EN LA SEGUNDA REGIÓN.....	51
TABLA 12: PROYECTOS MINEROS CON DEMANDA DE AGUA NO AUTOABASTECIDA. ....	52
TABLA 13: DEMANDA DE AGUA DE PROYECTOS MINEROS CON PERÍODO DE EXPLOTACIÓN MAYOR A 20 AÑOS. ....	53
TABLA 14: RESUMEN ESCENARIOS GENERADOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	67
TABLA 15: ESTRUCTURA GENERAL DE COSTOS DE UNA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA. ....	69
TABLA 16: ESTRUCTURA COSTOS AMPLIACIÓN PLANTA DESALINIZADORA OI AES GENER – CASO BASE.....	71
TABLA 17: ESTRUCTURA COSTOS ANUALES POR OPERACIÓN OI AES GENER – CASO BASE. ....	71
TABLA 18: COSTO PRODUCTIVO OI POR M <sup>3</sup> DE AGUA DESALINIZADA AES GENER – CASO BASE. ....	72
TABLA 19: COSTOS DESALINIZACIÓN MEDIANTE TVC. ....	72
TABLA 20: COSTOS DESALINIZACIÓN MÁS DESMINERALIZACIÓN MEDIANTE TVC. ....	73
TABLA 21: DISPOSICIÓN A PAGAR POR M <sup>3</sup> DE AGUA DESALINIZADA, DE LOS PROYECTOS MINEROS CON PERÍODO DE EXPLOTACIÓN SUPERIOR A 20 AÑOS, EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA.....	76
TABLA 22: BENEFICIO ANUAL POR CAMBIO TECNOLÓGICO DESALINIZADOR DE AES GENER. ....	78
TABLA 23: BENEFICIO ANUAL POR VENTA DE AGUA SPOT DE AES GENER.....	79
TABLA 24: VALORIZACIÓN COSTO PRODUCTIVO DE AES GENER POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE LLEVADO HASTA ANTOFAGASTA – ESCENARIO 1. ....	82
TABLA 25: FLUJO DE COSTOS ANUALES E INVERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE – ESCENARIO 1, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO Y VENTA SPOT. ....	82
TABLA 26: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE, CAMBIO TECNOLÓGICO Y VENTA SPOT – PROYECTO LOMAS BAYAS. ....	83
TABLA 27: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO LOMAS BAYAS, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO Y VENTA SPOT.....	84
TABLA 28: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE, CAMBIO TECNOLÓGICO Y VENTA SPOT – PROYECTO ZALDIVAR.....	85
TABLA 29: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO ZALDIVAR, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO Y VENTA SPOT. ....	86
TABLA 30: VALORIZACIÓN COSTO PRODUCTIVO DE AES GENER POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE LLEVADO HASTA ANTOFAGASTA – ESCENARIO 3.....	86
TABLA 31: FLUJO DE COSTOS ANUALES E INVERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE – ESCENARIO 3, CONSIDERA SÓLO VENTA DE AGUA POTABLE.....	87
TABLA 32: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE – PROYECTO LOMAS BAYAS. ....	87
TABLA 33: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO LOMAS BAYAS, CONSIDERA SÓLO VENTA DE AGUA POTABLE.....	88
TABLA 34: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE – PROYECTO ZALDIVAR,.....	89
TABLA 35: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO ZALDIVAR, CONSIDERA SÓLO VENTA DE AGUA POTABLE.....	89
TABLA 36: RESUMEN DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL DESARROLLO DE ESCENARIOS.....	90

TABLA 37: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y PRECIO DE VENTA A ADASA – ESCENARIO 1 B. ....	92
TABLA 38: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y PRECIO VENTA SPOT – ESCENARIO 1 B. ....	92
TABLA 39: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y COSTO TVC EN BASE AL PRECIO DEL CARBÓN – ESCENARIO 1 B. ....	93
TABLA 40: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y PRECIO DE VENTA A ADASA – ESCENARIO 3 A. ....	94
TABLA 41: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y PRECIO DE VENTA A ADASA – ESCENARIO 3 B. ....	94
TABLA 42: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO Y EL PRECIO DE ENERGÍA. ....	95
TABLA 43: CLASIFICACIÓN DE FUENTES DE AGUA SEGÚN SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS). ....	104
TABLA 44: SUPERFICIES CONTEMPLADAS EN EL PROYECTO. ....	105
TABLA 45: PONDERACIÓN MATRIZ DE PODER – INTERÉS. ....	107
TABLA 46: CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS Y PRODUCCIÓN DESALINIZADORA – SISTEMA PRODUCCIÓN SUR. ....	109
TABLA 47: VALORIZACIÓN DE COSTO PRODUCTIVO M <sup>3</sup> AGUA POTABLE – DEMANDA MEJILLONES. ....	113
TABLA 48: FLUJOS DE AGUA DE AES GENER A MÁXIMA CAPACIDAD PRODUCTIVA – DEMANDA MEJILLONES. ....	115
TABLA 49: VALORIZACIÓN DE COSTO PRODUCTIVO M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – DEMANDA MEJILLONES MÁS USO TUBERÍA. ....	116
TABLA 50: FLUJOS DE AGUA DE AES GENER A MÁXIMA CAPACIDAD PRODUCTIVA – DEMANDA MEJILLONES Y USO DE TUBERÍA. ....	119
TABLA 51: VALORIZACIÓN COSTO PRODUCTIVO M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – ADASA HACIA MEJILLONES. ....	120
TABLA 52: VALORIZACIÓN COSTO PRODUCTIVO M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – AES GENER HACIA ANTOFAGASTA. ....	122
TABLA 53: VALORIZACIÓN COSTO PRODUCTIVO DE AES GENER POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE LLEVADO HASTA ANTOFAGASTA – ESCENARIO 2. ....	124
TABLA 54: FLUJO DE COSTOS ANUALES E INVERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE – ESCENARIO 2, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO. ....	125
TABLA 55: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE Y CAMBIO TECNOLÓGICO – PROYECTO LOMAS BAYAS. ....	126
TABLA 56: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO LOMAS BAYAS, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO. ....	126
TABLA 57: INGRESOS ANUALES POR VENTA DE AGUA POTABLE, CAMBIO TECNOLÓGICO – PROYECTO ZALDIVAR, ...	127
TABLA 58: INDICADORES DE RENTABILIDAD – PROYECTO ZALDIVAR, CONSIDERA CAMBIO TECNOLÓGICO. ....	128
TABLA 59: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y PRECIO DE VENTA A ADASA – ESCENARIO 2 B. ....	135
TABLA 60: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN CON VARIACIÓN DE TASA DE DESCUENTO Y COSTO TVC EN BASE AL PRECIO DEL CARBÓN – ESCENARIO 2 B. ....	135



## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: MATRIZ DE PODER/INTERÉS DE STAKEHOLDERS. ....	26
GRÁFICOS 2: DESGLOSE DE COSTOS PRODUCTIVOS POR M <sup>3</sup> MEDIANTE TVC. ....	112
GRÁFICO 3: COSTO PRODUCTIVO POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – DEMANDA MEJILLONES.....	115
GRÁFICOS 4: COSTO PRODUCTIVO POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – DEMANDA MEJILLONES MÁS USO DE TUBERÍA.....	118
GRÁFICOS 5: COSTO PRODUCTIVO POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE – ADASA HACIA MEJILLONES. ....	121
GRÁFICOS 6: COSTO PRODUCTIVO POR M <sup>3</sup> DE AGUA POTABLE - AES GENER HACIA ANTOFAGASTA.....	123

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE THERMAL VAPOUR COMPRESSION (TVC).....	7
ILUSTRACIÓN 2: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MEMBRANA SEMIPERMEABLE CON AGUA COMO SOLVENTE. .....	8
ILUSTRACIÓN 3: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA. ....	9
ILUSTRACIÓN 4: ESQUEMA METODOLÓGICO. ....	16
ILUSTRACIÓN 5: FUERZAS DE PORTER.....	29
ILUSTRACIÓN 6: FODA AES GENER. ....	32
ILUSTRACIÓN 7: LOCALIZACIÓN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.....	36
ILUSTRACIÓN 8: VISTA REFERENCIAL LOCALIZACIÓN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE ANGAMOS Y COCHRANE. .....	36
ILUSTRACIÓN 9: SISTEMA DE PRODUCCIÓN NORTE DE AGUAS DE ANTOFAGASTA S.A. ....	38
ILUSTRACIÓN 10: EXPLOTACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS, SEGUNDA REGIÓN DE ANTOFAGASTA. ....	39
ILUSTRACIÓN 11: MODELOS DE NEGOCIOS CANVAS. ....	54
ILUSTRACIÓN 12: UBICACIÓN Y DISTANCIA DE PIPING DE LOS PROYECTOS DESALINIZADORES AES GENER Y ADASA. .....	62
ILUSTRACIÓN 13: UBICACIÓN Y DISTANCIA DE PIPING DESDE ANGAMOS HASTA “LA CHIMBA” .....	64

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES GENERALES

La Segunda Región de Antofagasta ubicada al norte de Chile, se caracteriza por ser una zona árida y con escasez de precipitaciones, donde la principal fuente de suministro de agua corresponde a la captación superficial de agua, es decir, la intervención de ríos cordilleranos en su descenso al mar; donde el río Loa (río de mayor importancia en la región) fue declarado como zona de agotamiento junto a sus afluentes por la Dirección General de Aguas (DGA)<sup>1</sup>, lo que impide que nuevos derechos de explotación de aguas sean otorgados. Actualmente, la región posee derechos sobre otorgados en cuanto a la explotación de agua y zonas de sobre explotación de esta, poniendo en riesgo la continuidad de las fuentes de abastecimiento del recurso hídrico en la región.

Antofagasta concentra el 53,3% de la actividad minera asociada al cobre del país, actividad ligada a un alto consumo de agua en el proceso extractivo; mientras que, la región presenta un incremento de la población sostenido, lo que implica aumentos en los consumos del recurso hídrico en la región, planteándose así un desafío de suma importancia a nivel nacional.

La calidad del agua depende de diversas variables según el lugar donde esta sea medida, en particular en la segunda región, se observa alto contenido de arsénico en las aguas superficiales y subterráneas; elemento químico perjudicial para la salud, que tras consumo prolongado puede producir cambios en la pigmentación de la piel, lesiones cutáneas, durezas y callosidades en manos y pies y efectos precursores a cáncer a la piel. Si bien la norma actual chilena permite la presencia de arsénico en el agua con una concentración de 0,01 parte por millón (ppm)<sup>2</sup>, años atrás el nivel de este metal en el agua era 5 y hasta 10 veces mayor, a pesar de los esfuerzos regulatorios y tecnológicos para reducir su concentración, esta sigue siendo elevada (justo por debajo de la norma); lo que conlleva a molestias y preocupaciones tanto por las autoridades como la comunidad local<sup>3</sup>.

Aguas de Antofagasta S.A. (ADASA) es la empresa privada que posee la licitación para la captación y distribución de agua en la región de Antofagasta, sujeto a las normas de calidad y regulaciones, por parte de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Esta licitación que exige como principal foco la satisfacción de la demanda de agua potable de la comunidad en la región, bajo una tarifa regulada; permitiendo generar negocios con los excedentes de captación, mediante la comercialización a otras entidades, principalmente proyectos mineros. Para satisfacer la demanda regional, ADASA cuenta con tomas de aguas superficiales, subterráneas y plantas desalinizadoras de agua de mar,

---

<sup>1</sup> Declaración del M.O.P. DGA Departamento de Administración de Recursos Hídricos: <http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/asuperficiales/Documents/Resolucionloa.pdf>.

<sup>2</sup> Declaración de Aguas de Antofagasta S.A.: <http://www3.aguasantofagasta.cl/empresa/calidad-del-agua/norma-409.html>.

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>.

cada una con diferentes procesos y costos, logrando una cobertura del 100% del sector inmobiliario.

Al año 2016 se distinguen 2 sectores tarifarios dentro de la región, en primer lugar, el Sistema de Producción Norte compuesto por las localidades de Antofagasta, Mejillones y Tocopilla (71,35% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 2.15. En segundo lugar, el sector tarifario corresponde al Sistema de Producción Sur compuesto por Calama, Sierra Gorda, Baquedano y Taltal (28,65% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 1.39, valores que no incluyen cargos fijos, costos por alcantarillado, ni sobreconsumo<sup>4</sup>.

El consumo de agua de la región está caracterizado por un aumento sostenido en la población, donde el número de habitantes al año 2015 corresponde a 555.026, equivalentes a 169.773 clientes de agua potable, donde según estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se espera mantenga un crecimiento sostenido, llegando a ser 623.681 habitantes aproximadamente<sup>5</sup> para el año 2025, correspondientes a 226.472 clientes. Lo anterior se traduce, según datos de la SISS, en un consumo máximo de agua potable equivalente a 63.983.390,4 metros cúbicos al año 2015, equivalentes a 2.028,9 litros por segundo (l/s); cifras que están correlacionadas positivamente con el aumento poblacional, donde se estima un consumo máximo de 82.403.568 (m<sup>3</sup>/año) o 2.613 (l/s) para el año 2025. Consumo correspondiente al sector inmobiliario<sup>6</sup>, que considera el uso doméstico principalmente<sup>7</sup>.

Por otro lado, Antofagasta es la región con mayor concentración de actividad minera en el país equivalente al 53,3% del país, principalmente ligada a la explotación del cobre. Donde se aprecia además una serie de ampliaciones y nuevos proyectos de explotación de minerales. El envejecimiento de los yacimientos juega un rol fundamental dentro del consumo de agua en la minería, al igual que la baja de la ley minera, lo que implica menor presencia de mineral extraíble en los suelos, traducido en que, para mantener los niveles de producción, se deberá consumir más agua en el procesamiento de tratamiento para la actividad extractiva. Así la demanda de agua al año 2015 alcanzó los 7,789 (m<sup>3</sup>/s)<sup>8</sup>, consumo correspondiente al 52,99% del total nacional; el cual según estudios de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) aumentará considerablemente, llegando a ser de 10,551 (m<sup>3</sup>/s)<sup>9</sup> al año 2025, vale decir un alza del 35,46% en el consumo del recurso hídrico.<sup>10</sup>

---

<sup>4</sup> Valor del dólar \$676,96 pesos, valor promedio del año 2016. Servicio de Impuestos Internos (SII): <http://www.sii.cl/pagina/valores/dolar/dolar2016.htm>

<sup>5</sup> Estimación lineal en base a los datos del INE:

[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://www.ineantofagasta.cl/archivos/files/xls/banco\\_datos\\_regional/demografia/proyecciones/Poblacion\\_Proyectada\\_2015\\_2020.xls](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://www.ineantofagasta.cl/archivos/files/xls/banco_datos_regional/demografia/proyecciones/Poblacion_Proyectada_2015_2020.xls)

<sup>6</sup> Sector inmobiliario: edificio o casa destinados a la vivienda u otro fin que poseen propietario.

<sup>7</sup> Informe de Gestión del Sector Sanitario 2015: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-16141\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-16141_recurso_1.pdf)

<sup>8</sup> 245.663.904 metros cúbicos al año 2015.

<sup>9</sup> 332.736.336 metros cúbicos al año 2025.

<sup>10</sup> Anuario de la Minería de Chile: <http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/anuario/Anuario-de-la-Mineria2015.pdf>

En comparativa el consumo minero representa 3,8 veces el consumo inmobiliario de agua en el año 2015, brecha que se incrementará al año 2025, donde el consumo minero se estima será 4 veces el inmobiliario<sup>11</sup>, diferencia asociada a los nuevos proyectos y expansiones mineras sufridas en la región en el período mencionado, proyectos que se presentan hoy con permisos ambientales y/o con alta probabilidad de realización en base a la cartera de proyectos mineros 2016 – 2025.<sup>12</sup>

Los avances tecnológicos representan un factor fundamental en el consumo de agua, permitiendo mediante avances, la reducción de costos y aumento en la eficiencia de los diversos métodos desalinizadores<sup>13</sup>, donde destaca principalmente la osmosis inversa (OI), método que consiste en la toma agua de mar, con una concentración aproximada de 35.000 partes por millón (ppm), haciéndose pasar a través de una membrana semipermeable revirtiendo la presión osmótica mediante el uso de energía, entregando como resultado tras la adhesión de químicos, agua fresca con una menor concentración de sales (concentración menor a 1.000 ppm) o incluso potable (concentración menor a 500 ppm) dependiendo del tratamiento; las cuales poseen características necesarias para la utilización en maquinarias o incluso consumo, dependiendo el caso.

Si bien los avances tecnológicos reducen los costos productivos de este método, aumentando la eficiencia, la mayor problemática económica viene dada por el transporte y distribución del agua desalinizada, vale decir, el kilometraje de tuberías, obra marina, estaciones de bombeo y consumo de energía para la movilización de esta desde el borde costero hasta el punto final, lo que implica una diferencia considerable en los costos por metro cúbico de agua producido, siendo mucho más elevados al interior de la región que en el borde costero. Se debe considerar además que proyectos de esta índole, requieren permisos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); proceso que desde su comienzo en planificación hasta la puesta en marcha tarda en promedio 5 años.

AES Gener posee 2 centrales termoeléctricas para la producción de electricidad, ubicadas en Mejillones, las cuales dentro de sus procesos de producción energía utilizan agua desalinizada proveniente del mar, mediante plantas desalinizadoras de cada central. En particular, la Central Angamos utiliza osmosis inversa como método desalinizador, el cual es más eficiente en cuanto a costos que el utilizado en la Central Cochrane, correspondiente a thermal vapour compression. En el desarrollo de esta evaluación, se busca determinar la factibilidad económica de la ampliación de captación de agua de mar y la planta de osmosis inversa por parte de la central termoeléctrica Angamos. El proyecto proporcionaría un flujo de agua desalada de 570 m<sup>3</sup>/h (158,3 l/s), equivalentes a 4.993.000 m<sup>3</sup> por año, correspondiente al 7,8% de la demanda de agua potable en la región de Antofagasta en el año 2015.

---

<sup>11</sup> Proyecciones del consumo de agua en la minería del cobre: <http://www.revistagua.cl/wp-content/uploads/sites/7/2015/11/Proyecci%C3%B3n-de-consumo-de-agua-2015-a-2026.pdf>

<sup>12</sup> Inversión en la Minería Chilena:

<https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Informe%20Inversion%20Minera%202016.pdf>

<sup>13</sup> Desalinización: proceso de purificación de agua en donde se reducen las concentraciones de sal presente en la muestra en cuestión.

El proyecto de ampliación de capacidad de la Central Angamos, busca reemplazar la tecnología desalinizadora que utiliza hoy la Central Termoeléctrica Cochrane (central gemela a Angamos), la cual, para satisfacer el consumo interno de 200 m<sup>3</sup>/h agua purificada en el proceso de producción energética, utiliza la tecnología desalinizadora thermal vapour compression (TVC), la cual consiste en un ciclo cerrado donde el agua de mar previamente calentada es puesta en contacto con tuberías que contienen vapor de agua comprimido (obtenido en el mismo proceso anteriormente), generándose 2 procesos, por un lado, una parte del agua de mar se evapora (separándose de la sal), siendo captada, comprimida y puesta en la tuberías de contacto; por otro lado, el vapor de agua dentro de la tuberías la contactarse con agua más fría provoca la condensación del líquido, obteniéndose el agua desalada.

Se analizará además la comercialización de los excedentes de agua generados en base a diversos escenarios que incluyen la comercialización directa con Aguas de Antofagasta, ventas esporádicas (spot) a proyectos de construcción que no poseen acceso a la red hídrica de la región y la comercialización con proyectos mineros. Para lo cual se estudia los consumos actuales y futuros del sector inmobiliario de la región, al igual que los niveles de consumo actuales y futuros del sector minero; considerándose los nuevos proyectos en la zona y futuras plantas desalinizadoras de autoabastecimiento para la explotación de mineral en la región. Bajo el concepto de la realización de un intercambio (swap) de aguas, donde se abastece con el agua generada por el proyecto de ampliación a la matriz de ADASA, permitiendo que este libere un flujo equivalente de las captaciones superficiales de los ríos cercanos al proyecto minero en cuestión.

Las ventajas asociadas al proyecto de ampliación de AES Gener, radican en la cercanía de las centrales termoeléctricas al mar, puesto que se ubican en el borde costero, reduciendo los costos de tuberías (“piping”) y consumos energéticos asociados a la distribución y bombeo. A su vez la Central Termoeléctrica de Angamos cuenta con permisos ambientales otorgados por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para la realización de una ampliación de capacidad desalinizadora. Los costos asociados a este proyecto de ampliación están evaluados en \$USD 15.000.000, los cuales representan un ahorro en costos considerable en comparación con la construcción de una nueva planta desde cero; este ahorro se debe principalmente a un acuerdo con el proveedor de la captación de agua (obra marina), el cual mediante incumplimientos contractuales anteriores, proporcionaría la ampliación de ésta a modo compensatorio, reflejando así la ventaja competitiva en cuanto a costos que genera el desarrollo de la evaluación económica.

Se estima además que el período correspondiente a la ampliación sería de 11 meses, presentando la oportunidad de disponer del nuevo flujo de agua generado en el corto plazo, generándose a su vez un alza en la capacidad productiva de agua en la región, presentándose así como una oportunidad de poner a disposición este flujo con terceros, generando utilidades para la empresa realizadora del proyecto de ampliación.

El trade-off de agua se refleja en el costo mínimo que posee ADASA en la captación de aguas superficiales proveniente de los ríos, captaciones que están considerablemente más próximos a los yacimientos mineros en comparación al mar; a quienes ofrecería esta agua a un precio de venta cercanos a los costos de desalinización que la minera en cuestión posee (costo oportunidad estimado considerablemente más alto que el costo de desalación por OI de AES Gener). La liberación de este recurso en forma directa a los diversos proyectos mineros, generaría un déficit en el estado actual de la matriz de agua para consumo domiciliario, por lo que la inyección del nuevo flujo desalado por parte de AES Gener a la matriz de agua, podría representar una oportunidad con beneficios económicos para ambas empresas, satisfaciéndose los consumos de los diversos sectores de la región.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación económica sobre la ampliación de una planta de osmosis inversa con el fin de comercializar agua desalada con terceros, garantizando el consumo interno de las Centrales Termoeléctricas Angamos y Cochrane, al norte de Chile.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar la producción de agua desalinizada de las Centrales Termoeléctricas de Angamos y Cochrane.
2. Analizar los costos internos de ampliar la capacidad desalinizadora de la planta de osmosis inversa en la Central Angamos.
3. Plantear diversos escenarios posibles asociados a los modelos de negocios Inmobiliario y Minero.
4. Evaluar la factibilidad económica del proyecto en base a los escenarios propuestos.

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

Para la completa comprensión del proyecto a desarrollar, se procede a la definición de los siguientes conceptos asociados tanto al proyecto en sí, como herramientas utilizadas en el desarrollo de este.

### **2.1 DESALINIZACIÓN**

El concepto de desalinización posee su raíz en la palabra desalar, que quiere decir quitar sal; en particular desalinización hace referencia al mismo proceso especificando al agua como la fuente de donde se desea quitar la sal. De aquí en más para un mayor entendimiento ambos conceptos harán referencia a lo mismo, es decir, remover sal del agua.

Este proceso nace como una respuesta al crecimiento poblacional y las actividades asociadas a esta, en particular el sostenido aumento del consumo de agua; donde en conjunto con el desarrollo de nuevas tecnologías permiten transformar la mayor fuente de agua dispuesta en el planeta (océanos) en agua dulce mediante diversos métodos desalinizadores, los cuales bajo la adhesión de químicos permiten que el agua desalada sea apta para el consumo humano.

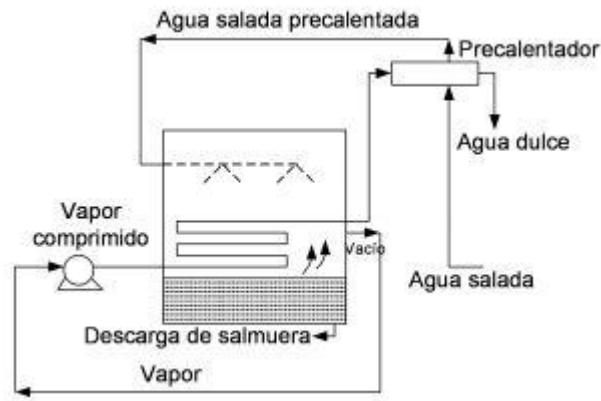
En términos técnicos, desalinizar agua equivale a reducir los sólidos totales disueltos en el agua de mar de 35.000 partes por millón (ppm) a niveles inferiores que 1.000 ppm, es decir, agua fresca. (Véase Anexos 11.1).

En particular se definirán las 2 tecnologías desalinizadoras asociadas al proyecto en cuestión:

- Thermal Vapour Compression (TVC)

Este método desalinizador se basa en la utilización de vapor comprimido para lograr la condensación de este al ponerse en contacto con el agua de mar, mientras esta se evapora y es comprimida nuevamente repitiendo el ciclo, generando agua desalada. Como muestra la Ilustración 1.





**Ilustración 1: Funcionamiento de una planta de Thermal Vapour Compression (TVC).**

**Fuente: Renewable Energy Powered Desalination Systems: Technologies and Economics - State of the Art.**

Como se observa en la figura, el ciclo se inicia con la captación de agua de mar la cual es pre-calentada mediante combustibles fósiles (carbón en este caso), una vez calentada es rociada por aspersiones dentro de la cámara de evaporación, donde se pone en contacto con tuberías que portan el vapor previamente comprimido por la unidad turbo-compresora.

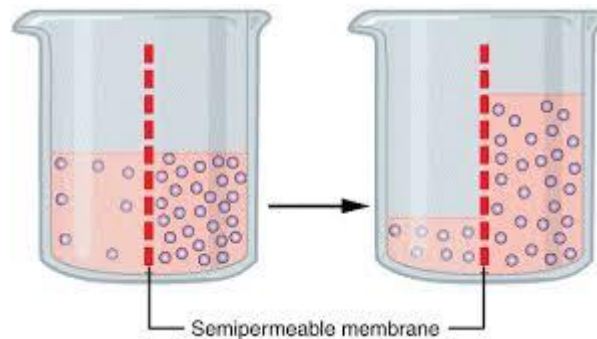
Al generarse este intercambio térmico entre el agua de mar rociada con los tubos portadores de vapor comprimido, una porción del vapor comprimido (que no contiene partículas de sal) se condensa generándose así agua desalinizada; mientras que a su vez parte del agua rocida se evapora. Lo anterior ocurre debido a que el agua pre calentada posee una temperatura menor al vapor comprimido dentro de las tuberías [1][2].

Así mismo el vapor generado en la cámara de evaporación es comprimido por la unidad turbo-compresora y recirculado al sistema dentro de la tubería para seguir el ciclo. A su vez el agua que no es evaporada cae al fondo de la cámara de evaporación, debido al porcentaje de agua evaporada, esta agua es considerada salmuera, es decir, agua con una mayor concentración de sal, la cual es descargada al mar al finalizar el proceso.

Los principales costos variables asociados a la actividad desalinizadora por TVC tienen que ver con los insumos utilizados en el proceso, siendo estos el carbón para el pre calentamiento y la energía eléctrica utilizada en la compresión de vapor.

- Osmosis

El concepto de osmosis, corresponde a un proceso físico-químico micro celular presente en todos los organismos vivos donde el solvente de una solución<sup>14</sup> pasa a través de una membrana semipermeable hacia otra solución, las cuales poseen distintos niveles de concentración<sup>15</sup>; donde el solvente viaja desde la solución con menor concentración hacia la de mayor concentración, es decir, a favor de la gradiente de concentración, implicando que en este proceso no se utiliza energía. La Ilustración 2 muestra el esquema de funcionamiento de una membrana semipermeable con agua como solvente.



**Ilustración 2: Esquema de funcionamiento de una membrana semipermeable con agua como solvente.**

**Fuente: OpenStax Anatomy and Physiology.**

La figura muestra al lado izquierdo el estado previo al proceso de osmosis, donde a cada lado de la membrana semipermeable se ubican soluciones con diferentes concentraciones, donde a menor cantidad de partículas disueltas, la concentración es menor. El agua viajará desde el estado hipotónico (izquierda), a través de la membrana semipermeable hacia el estado hipertónico (derecha), a favor de una gradiente de concentración, hasta equiparar las concentraciones de ambas soluciones, como se muestra en la figura de la derecha.

Se aprecia que en el estado final (concentraciones iguales a ambos lados de la membrana semipermeable), los niveles de agua no son equivalentes; esta diferencia de alturas es conocida como presión osmótica. Entendiendo a su vez que una membrana semipermeable corresponde a un filtro de tamaño molecular que cuenta con diminutos agujeros (poros) que permite el paso de determinadas sustancias a través de ellos (dependiendo del tamaño).

---

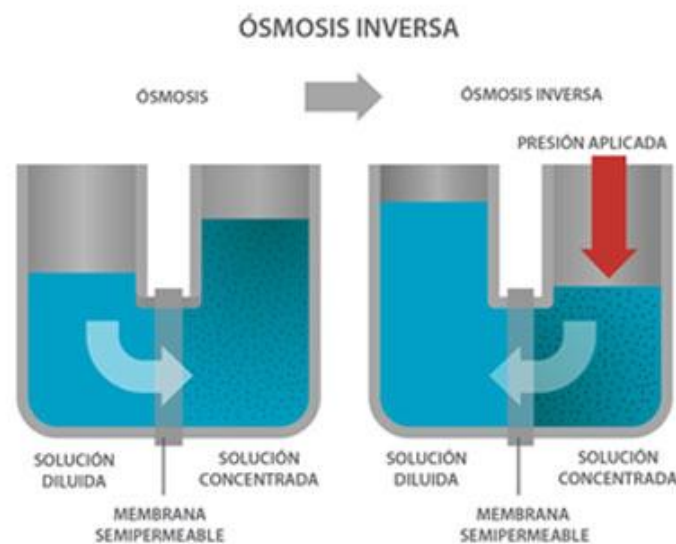
<sup>14</sup> Solución: soluto disuelto en solvente.

<sup>15</sup> Concentración comprendida como Molaridad = moles de soluto en litros de solución (mol soluto/L solución).

- Osmosis Inversa (OI)

Osmosis Inversa o en inglés Reverse Osmosis (RO), corresponde al proceso anterior, pero en sentido inverso, proceso el cual necesita la aplicación de una presión superior a la presión osmótica de manera que, en este caso, sea el agua que viaje desde la zona de mayor concentración a la de menor concentración. Provocando por un lado una solución con mayor concentración de sal que la inicial (salmuera) y la resultante con baja concentración de sal (agua desalada).

Este proceso requiere energía para generar una presión mayor que la presión osmótica; donde esta energía puede obtenerse de diversas formas, en particular para efectos del proyecto, será a través de energía eléctrica. La Ilustración 3 representa lo anterior.



**Ilustración 3: Esquema de funcionamiento de osmosis inversa.**

**Fuente: NSC Agua.**

A grandes rasgos, el proceso de desalinización cuenta con 5 etapas en las que no se generan emisiones de gases ni ruidos molestos.

- I. Captación de agua de mar
- II. Pre tratamiento: doble filtración del agua de mar y acondicionamiento por medio de distintos productos químicos que buscan preservar la durabilidad de las membranas semipermeables

- III. Desalación a través de la membrana semipermeable, logrando producir un agua con bajas concentraciones de TDS<sup>16</sup>.
- IV. Retorno de la salmuera al mar, considerada agua de rechazo, la cual no genera impacto significativo en el medio ambiente.
- V. Proceso de desinfección y fluoración, permitiendo ser apta para el consumo humano.

Los principales costos variables asociados a la actividad desalinizadora por OI tienen que ver con los insumos utilizados en el proceso, siendo estos la mantención de maquinaria y la energía necesaria para vencer la presión osmótica [1][2].

## **2.2 IMPACTO AMBIENTAL**

En segundo lugar, se debe comprender que la realización de proyectos de esta índole depende de un marco regulatorio, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), entidad encargada de regular los proyectos que presenten modificaciones en diversos ámbitos en el ambiente. La principal herramienta para la legislación es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país; a través de esta herramienta se evalúa y certifica que las iniciativas, públicas como privadas, se encuentren en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que le son aplicables<sup>17</sup>.

El documento que cada entidad ingresa al SEIA corresponde a la propia Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA); donde para efectos del sistema el titular del proyecto debe entregar un DIA, a menos de que presente alguna de las características estipuladas en el artículo 11 de la Ley<sup>18</sup>.

## **2.3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO**

En tercer lugar, con el fin de lograr claridad sobre los distintos factores relevantes en torno al proyecto, se desarrollan análisis de tipo estratégicos caracterizando actores involucrados, fortalezas, debilidades, entre otros; mediante la utilización de las siguientes herramientas:

---

<sup>16</sup> Sólidos Totales Disueltos

<sup>17</sup> <http://sea.gob.cl/sea/que-es-seia>.

<sup>18</sup> <http://sea.gob.cl/sea/declaracion-estudio-impacto-ambiental>.

- Análisis de Stakeholders:

Corresponde al seguimiento de la metodología de gestión que permite identificar a los grupos de individuos o instituciones que se ven afectados por la realización del proyecto, basándose en la creación de valor para estos. Donde en base a una ponderación sobre los intereses, urgencia y poder ante la realización del proyecto, entrega un mapeo (matriz poder/interés) de los actores ordenados por relevancias, permitiendo identificar a aquellos grupos cruciales en la realización del proyecto en cuestión [11].

- Fuerzas de Porter:

Análisis estratégico de carácter externo, el cual permite conocer el grado de competencia que existe en la industria, siendo la base para la formulación de estrategias destinadas a las oportunidades detectadas. Esta herramienta de gestión permite el análisis a través de la identificación y análisis de 5 fuerzas: Rivalidad entre los competidores, Amenazas de nuevos entrantes, Amenazas de productos sustitutos, Poder de negociación de proveedores y Poder de negociación de los consumidores [12].

- FODA:

Herramienta de análisis estratégico en base a la identificación de factores internos y externos para generar una matriz cuadrada que permita obtener las bases para un planteamiento de acción estratégica a seguir. Se construye con el fin de identificar las ventajas competitivas asociadas al desarrollador del proyecto, para lo cual se enfoca en la descripción de factores en torno a 4 variables: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas [13].

## **2.4 ESTIMACIONES**

Dentro del desarrollo del trabajo, se utilizan diversas estimaciones en cuanto a los consumos de agua futuros esperados en la región, donde estos son generados en base a diversas fuentes de información y metodología de desarrollo. Las principales herramientas utilizadas son:

- Regresión lineal:

Modelo matemático utilizado para realizar la aproximación entre la variable a describir (dependiente), en base a variables explicativas (independientes) y un error de aproximación, como se muestra a continuación.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Donde:

$Y_t$ : Variable dependiente o variable que busca ser explicada mediante el modelo.

$X_p$ : Variables explicativas.

$\varepsilon$ : Error aleatorio asociado a la estimación.

- Simulación Montecarlo:

Método de simulación estadístico que permite calcular escenarios futuros en base a una serie de variables. En primer lugar, se utiliza la estimación generada por COCHILCO para el consumo esperado en la minería, en base a la cartera de proyectos de inversión, se estima la máxima de producción. En segundo lugar, cuenta con los datos de consumo unitario de agua de las distintas faenas de la minería, expresando el rendimiento relativo al uso de agua. Como tercer paso, se utiliza la información histórica sobre la materialización de los proyectos de inversión, otorgando una probabilidad de ocurrencia en base a la información presentada a la fecha. Finalmente, se generan escenarios de máximo, más probable y mínimo consumo en base los datos anteriores de manera aleatoria, reflejando las demandas estimadas de agua en la minería en la región.

## 2.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Entendiéndose por proyecto de inversión como una idea de cambio en la asignación actual de los recursos escasos; pudiendo estos ser monetarios, materiales o humanos. Donde la entidad que posee estos recursos busca cumplir un objetivo, lo cual trae consigo beneficios y costos futuros, que pueden afectar a la misma entidad dueña del proyecto, como a terceros.

La realización este proyecto se enmarca en la etapa de pre inversión, que corresponde a la preparación y evaluación de un proyecto, donde no se han comprometido partes ni recursos; en particular se generó la idea de proyecto en bases a necesidades y/o oportunidades previstas por AES Gener. Puesto que el foco principal de la empresa, como

se expondrá más adelante, es la entrega de energía a los Sistema Interconectado Central (SIC) y Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), a través de sus diversas plantas productoras; en particular este proyecto busca modificar un proceso en particular dentro del proceso productivo de energía para desalar agua, eliminando residuos, por lo que se encuentra en la categoría de un proyecto táctico.

La evaluación a realizar sobre este proyecto cumple el carácter de privada, que busca determinar la conveniencia económica asociada a un proyecto para un individuo o entidad, en este caso AES Gener. Considera los costos y beneficios sufridos por el agente que realiza la evaluación. Se realizará este tipo de evaluación en el proyecto, la cual se basará en el enfoque de costo-beneficio, donde se consideran los costos hundidos propios, y de oportunidad de los distintos involucrados para el planteamiento del modelo de negocios. Por lo anterior, es necesario poseer comprensión sobre el concepto de SWAP, el cual corresponde a un contrato financiero entre dos partes que acuerdan intercambiar flujos de caja futuros de acuerdo a una fórmula preestablecida. Se trata de contratos hechos "a medida" es decir, con el objetivo de satisfacer necesidades específicas de quienes firman dicho contrato [5][7].

- Costo-beneficio:

Cada costo y beneficio debe ser identificado, medido y valorado, buscando tener un único criterio que determine la eficiencia del proyecto con el fin de maximizar la riqueza<sup>19</sup> para quien se evalúa el proyecto.

- Costo hundido:

Costos realizados en tiempo pasado, que no pueden ser recuperados. Estos costos no deben ser considerados dentro de los costos de la evaluación.

- Costo oportunidad:

Costo de una inversión que se realiza con recursos propios, que determinan la no realización de otras actividades debido a su rentabilidad [9].

Para la generación de estimaciones de costos de los posibles proyectos desalinizadores a evaluar, se utilizarán las herramientas financieras de CAPEX y OPEX, que corresponden a representaciones de los gastos en que se incurren a la hora de un proyecto.

---

<sup>19</sup> Valor Actual Neto (VAN).

- Capital Expenditures o Costo de Capital (CAPEX), son inversiones de capital que generan beneficios para la empresa, el capital que se requiere para la mayor parte de las actividades en la fase de adquisición [10].
- Por otro lado, se tienen los Operational Expenditures o Costo operacional (OPEX), que corresponden a los costos efectuados para mantener la capacidad productiva y los costos asociados a las operaciones de la empresa [10].

Los valores indicados de CAPEX y OPEX para cada proyecto en base a sus características, determinará el costo productivo de la desalinización de un metro cúbico de agua, mediante la aplicación del costo anual uniforme equivalente o CAUE, método de evaluación financiera que convierte los costos de los proyectos, en una suma anual equivalente, descontada en la tasa de retorno.

La aplicación de este método será generando el flujo de costos realizados por período (contando la inversión realizada en el año 0, hasta el año de evaluación del proyecto), donde por cada período se suman los costos asociados, descontándolos según la tasa de descuento dada por el inversionista. Sumando los flujos de costos descontados de cada período, se obtiene el valor presente de los costos asociados al proyecto, lo que multiplicado por el factor de interés (b), otorga el valor de la anualidad asociada al proyecto, es decir, el costo que se debería pagar año a año considerando todos los costos.

$$CAUE = VAN * b$$

Con:

$$VAN = \text{Valor Actual Neto} = -I_0 + \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

$$b = \text{Factor de interés} = \frac{(1+i)^N * i}{(1+i)^N - 1}$$

$I_0$  = Inversión inicial.

$C_t$  = Flujo de costos en el período t.

i = Tasa de retorno dada por el inversionista.

N = Número de períodos a evaluar.

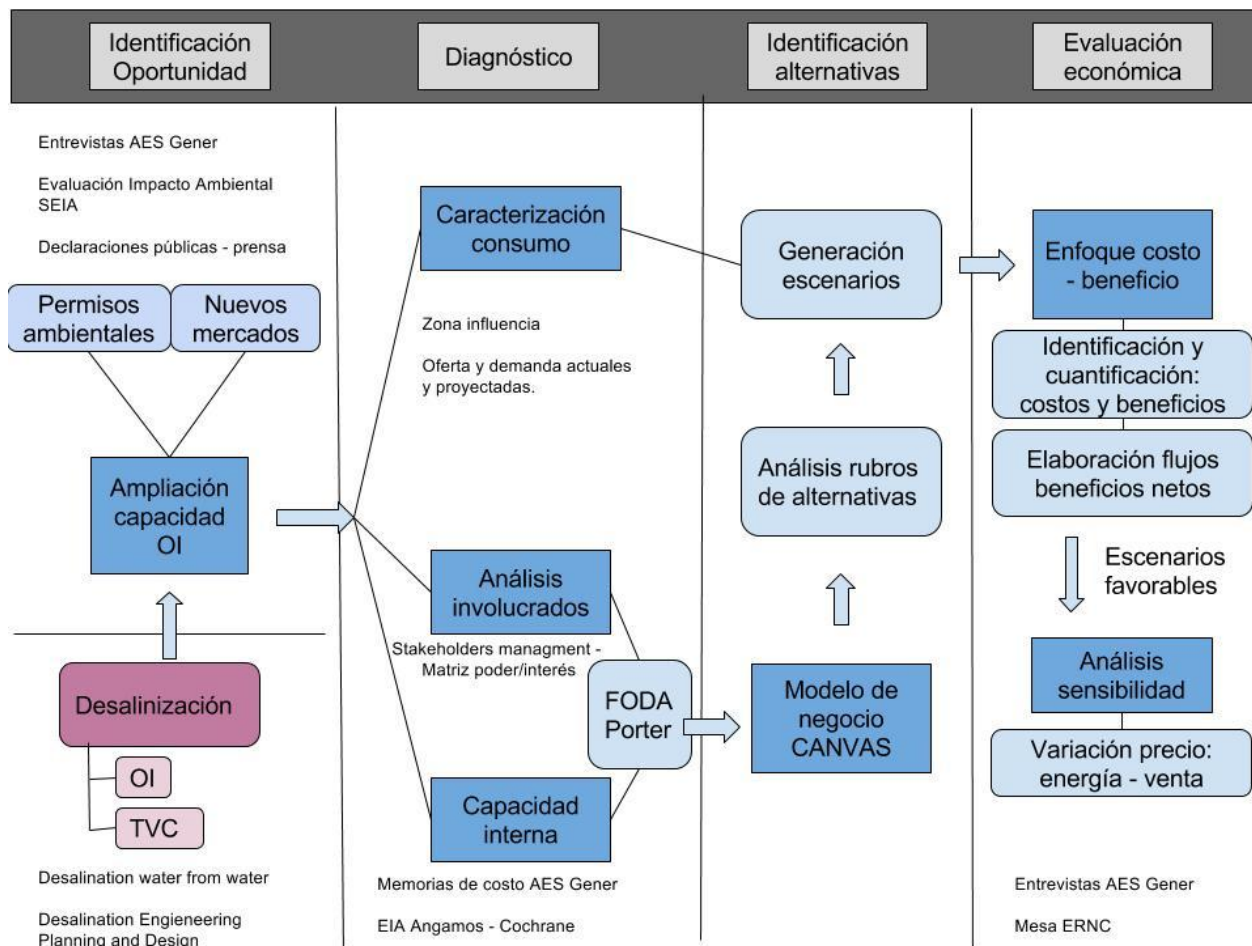
Se utilizará el concepto TIR correspondiente a la tasa interna de retorno que fuerza al VAN del proyecto sea 0, es decir, la tasa de descuento máxima que permite estar indiferente en cuanto a la realización del proyecto. Indicadores financieros que junto a los años de recuperación de inversión resultan útiles para la toma de decisión en cuanto a la realización de un proyecto.



Finalmente, se entenderá por swap a un contrato financiero entre dos partes que acuerdan intercambiar flujos de caja futuros de acuerdo a una fórmula preestablecida. Se trata de contratos hechos "a medida" es decir, con el objetivo de satisfacer necesidades específicas de quienes firman dicho contrato.

### 3 METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de este trabajo, se basa en el documento generado en el año 2013 por el Ministerio de Desarrollo Social correspondiente a una “Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos” [20]. La Ilustración 4 esquematiza la metodología a desarrollar.



**Ilustración 4: Esquema metodológico.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos.**

El esquema muestra a grandes rasgos el trabajo a desarrollar, a continuación, se especifica con más detalles los pasos a seguir para la realización de la evaluación del proyecto.

### **3.1 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD**

En primera instancia se plantea la necesidad de definir la oportunidad (o problema) a tratar con el desarrollo del proyecto; por lo que se genera un levantamiento de datos internos de AES Gener, describiendo la oportunidad de generar un nuevo flujo de agua en la región de Antofagasta. Esta información es obtenida mediante entrevistas con el personal de la empresa y los estudios de impacto ambiental publicados en el SEIA.

Donde para sustentar la opción de desarrollo del proyecto y el ingreso de AES Gener en el rubro del agua, se realiza un análisis del mercado monopólico de agua potable en la región de Antofagasta, buscando identificar y caracterizar a los actores relevantes del rubro. Identificando fortalezas, debilidades y poder de negociación, entre otros. Lo anterior se realiza en base a las siguientes herramientas de análisis estratégico:

- Análisis de Stakeholders, a través de la matriz de poder/interés [14].
- Fuerzas de Porter [15].
- FODA [13].

La información necesaria para generar los análisis mencionados se obtiene principalmente de la información pública relevante al rubro del agua en la región de Antofagasta en documentos como memorias anuales, informes de consumo, documentos de prensa y entrevistas, correspondientes a organismos especializados como el Instituto Nacional de Estadísticas, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Aguas de Antofagasta S.A. y AES Gener, entre otros.

### **3.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Con el fin de realizar una descripción y análisis de los principales factores relacionados con la realización del proyecto, se recopila información que permite una caracterización del consumo de agua en la región de Antofagasta. Para lo anterior se desarrollan los siguientes aspectos:

- Identificación del área de influencia:

Zona geográfica correspondiente al área de estudio que se ve afectada por la realización del proyecto en cuestión. Esta información es recopilada mediante

información del INE, google earth y documentos públicos correspondientes a la autoridad regional.

- Identificación de la población objetivo:

Determinación dentro del área de influencia a la cantidad de población que se beneficiaría con el proyecto. Esta información es obtenida mediante la identificación de los circuitos de abastecimiento de agua utilizado por ADASA y sus clientes asociados a los sectores inmobiliario y minero, reflejados en información pública de la SISS, COCHILCO, ADASA, entre otros.

- Oferta y demanda actual:

Cuantificar la cantidad de m<sup>3</sup> demandados por cada sector y el porcentaje de abastecimiento que este posee. Esta información es obtenida mediante las declaraciones de prensa, memorias anuales e informes de producción de COCHILCO, Consejo minero y el Plan de Desarrollo de Antofagasta elaborado por la SISS en colaboración con ADASA.

- Oferta y demanda proyectada:

Estimación de consumos futuros de la región, identificando en comparación a las demandas actuales, el excedente de agua que se debe producir en la región para abastecer las necesidades en los sectores descritos. En particular, para el sector inmobiliario esta estimación se realiza mediante el Plan de Desarrollo de Antofagasta elaborado por la SISS, donde se proyecta el consumo en base al crecimiento poblacional reportado por el INE. Mientras que, en el sector minero, esta estimación es realizada por COCHILCO mediante una simulación Montecarlo.

En base a la información generada en los pasos anteriores y con el fin de asegurar un modelo de negocio claro y consistente, que permita ofrecer las respuestas indicadas a las necesidades de la empresa<sup>20</sup>, se utiliza la herramienta de modelo de negocio canvas, permitiendo segmentar la estructura de negocios según los recursos claves para el desarrollo de este. Entregando así una definición clara de la propuesta de valor asociada al proyecto, dirigida hacia los actores involucrados [16].

---

<sup>20</sup> Juretic, Jerko. “Curso Dirección Estratégica”, Clase 11: Modelos de Negocios y Metodología Canvas. Universidad de Chile.

### **3.3 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

En tercer lugar, se propone buscar distintas alternativas ligadas a la oportunidad inicial planteada, donde se descartarán aquellas que no sean factibles por motivos de viabilidad económica, decisiones estratégicas entre otras. Estas alternativas van ligadas principalmente al uso final del flujo generado por la situación planteada en base a la información levantada. Donde las alternativas que en primera instancia pueden ser viables en el análisis de pre factibilidad, pasarán a ser evaluadas económicamente.

Estas alternativas son propuestas en base a observación del sistema actual, considerando información del mercado e interna de la empresa, en base a documentos públicos y entrevistas realizadas.

### **3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Con el fin de establecer la conveniencia técnico-económica de la ejecución del proyecto, se realiza una evaluación económica sobre los escenarios planteados dentro de las alternativas de solución, para lo cual se debe comprender los siguientes factores:

- Identificación de costos:

Definición de los costos asociados al proyecto, tanto lo internos vistos por la empresa, como los costos que observan agentes externos para desarrollar un proyecto desalinizador.

- Cuantificación y valorización de costos:

Información obtenida en base a entrevistas y memorias de costos de AES Gener, estimaciones de COCHILCO, escenarios energéticos de la Meza ERNC enmarcado en la política energética 2050, estimaciones sobre el precio del carbón del Departamento de Hidrocarburos en base a Comisión Nacional de Energía, Información histórica de precios de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, entre otros.

- Identificación de beneficios:

Definición de los beneficios asociados al proyecto, se analizan factores económicos, como ambientales y de calidad, en base a la normativa chilena para calidad de aguas.

- Cuantificación y valorización de beneficios:

Valorizar el efecto de los beneficios detectados, en base a la estructura de costos, entrevistas con expertos, ventas históricas de AES Gener, ventas históricas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, entre otros.

Se analizan las estructuras de costos para cada escenario planteado, donde variables como el flujo productivo y las características particulares de cada proyecto, son un factor fundamental en la estimación del costo productivo. La estimación anterior de costos es generada a través de una tabla estandarizada de costos para proyectos desalinizadores entregada por AES Gener, mediante la utilización de la herramienta financiera CAUE.

Extendiendo los costos y beneficios a lo largo de la vida útil del proyecto, se genera en Microsoft Excel la elaboración de un flujo de caja, sobre el cual, a modo de variables de decisión final se plantea la utilización del VAN, TIR y el tiempo de recuperación de inversión para determinar la conveniencia técnico-económica del proyecto en cuestión.

## **4 ALCANCES DEL PROYECTO**

El proyecto en sí se limita a la evaluación en etapa de pre factibilidad de la ampliación de la planta de osmosis inversa de la Central Angamos, es decir, no cubre la implementación de ningún cambio.

No se considerará el efecto económico respecto a la inversión o costo oportunidad de la ampliación de la toma de agua de mar, dado a que esta inversión será realizada por la empresa proveedora del servicio inicial tras el incumplimiento de la toma acordada.

Tampoco se analizarán los costos actuales en que se incurre en la central Angamos por desalar mediante OI, sino se evaluará el nuevo flujo en comparación con los costos actuales de la central Cochrane por desalar mediante TVC.

### **4.1 LIMITANTES**

La estructura que soporta el flujo de agua para el abastecimiento de la localidad de Mejillones desde la ciudad de Antofagasta cuenta con una capacidad máxima de 32 l/s<sup>21</sup>, por lo que proyectos que impliquen un mayor flujo deben considerar la actualización del piping para generar la conexión de acuerdo al flujo asociado.

---

<sup>21</sup> Plan de Desarrollo de Antofagasta 2014, SISS.

## **5 PREPARACIÓN DEL PROYECTO**

### **5.1 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD**

Como se mencionó en la metodología, se procede a dar descripción de la situación percibida por AES Gener en las Centrales Termoeléctricas de Angamos y Cochrane, con el fin de dar lugar a la generación del proyecto, determinando en que radica la oportunidad de negocio detectada. Para esto se realizará un análisis del entono, es decir que otros factores influyen en la realización del proyecto en cuestión, mediante una matriz de poder/interés sobre los distintos actores involucrados.

Complementando el análisis de actores relevantes, se realiza un análisis del ambiente de la industria del agua, identificando cómo AES Gener se ubica en comparación a la competitividad del mercado, en particular este análisis se realizará mediante las 5 Fuerzas de Porter. Finalmente, en base a las características internas y externas, con el fin de identificar las fortalezas y debilidades asociadas al proyecto, se realiza un análisis FODA.

#### **5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN**

La Central Termoeléctrica de Angamos cuenta con una obra marina de captación de agua de mar que consta de una capacidad extractiva de 4.000 m<sup>3</sup>/h, flujo que presenta un déficit en cuanto a la capacidad extractiva en la etapa de diseño, donde el flujo planificado corresponde a 4.800 m<sup>3</sup>/h. Producto de esta diferencia de diseño y realidad, la empresa proveedora del servicio de tubería, acordó (mediante conversaciones con AES Gener) realizar el pago correspondiente a la recuperación de la captación inicialmente planeada, es decir, la empresa proveedora del piping realizará la inversión correspondiente a la ampliación e instalación de la obra marina, por lo que la ampliación de esta no será considerada como parte de los costos de inversión.

Angamos genera desalación de agua de mar para satisfacer el consumo interno de la planta termoeléctrica, necesario en la producción energética correspondiente a 545 MW, conectados a la subestación Laberinto del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Esta desalinización ocurre en 2 módulos, en los cuales ingresan 600 m<sup>3</sup>/h de agua de mar, que fluyen a través de las membranas semipermeables mediante el uso de energía para sobreponer la presión osmótica natural, como resultado se obtienen 200 m<sup>3</sup>/h de agua desalinizada y se genera un rechazo de 400 m<sup>3</sup>/h de salmuera, que es devuelta al mar. Siendo agua y energía los principales insumos para el proceso desalinizador mediante osmosis inversa.

Por otro lado, la Central Termoeléctrica Cochrane que aporta al SING con 532 MW, también genera desalación propia para satisfacer el consumo interno, equivalente al de la



central gemela, vale decir 200 m<sup>3</sup>/h. La diferencia entre las centrales es que ésta satisface su demanda interna utilizando el método de thermal vapour compression (TVC), mediante 2 módulos que necesitan un flujo de agua de mar de 2.800 m<sup>3</sup>/h para producir 200 m<sup>3</sup>/h, generando rechazo de la diferencia de agua equivalente a 2.600 m<sup>3</sup>/h. En cuanto a método desalinizador, los principales insumos de la Central Cochrane corresponden a carbón, agua y energía; donde el carbón es utilizado para generar el aumento de la temperatura del agua de mar, la cual es puesta en contacto con vapor comprimido (agua que antes de evaporarse pasó por un proceso de desmineralización), generando la condensación de agua desalinizada. El costo de producción de un metro cúbico de agua desalinizada mediante TVC es de \$UDS 3.14, como se explicitará más adelante en la sección 7.1.1 correspondiente a identificación de costos de AES Gener.

Ambas centrales cuentan con los permisos ambientales para la captación de un máximo de agua de mar equivalente a 6.000 m<sup>3</sup>/h<sup>22</sup>, cuyas velocidades de succión de agua de mar no superan lo estipulado por la normativa que busca preservar la biodiversidad marina, vale decir, 0,15 metros por segundo (m/s). Si bien se posee una capacidad ociosa en cuanto a la capacidad de captación de agua de mar, a la fecha el flujo extra no es necesario para el desarrollo normal de actividades productivas de la empresa. (Véase Anexos 11.2 para la descripción de los aspectos técnicos del proyecto).

En base a las características anteriores, se genera la oportunidad de realizar un proyecto de ampliación de la planta de osmosis inversa de la Central Angamos, la cual consta de la instalación y operación de una obra marina de captación de agua con un flujo entre los 900 – 1.300 m<sup>3</sup>/h, con un diámetro aproximado entre 500 – 600 milímetros, con una longitud de 212 metros. Donde la capacidad actual de toma de agua sumado con los flujos del proyecto, no superan los 6.000 m<sup>3</sup>/h permitidos por la resolución ambiental. Incluye además tuberías que conectan las centrales de Angamos y Cochrane, permitiendo el flujo de agua en ambas direcciones, la habilitación de un estanque de 4.000 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del agua desalada y un aumento en los módulos de OI. La inversión estimada asociada al proyecto (no incluye los costos de ampliación de la obra marina) es de \$15 millones de dólares, que reflejan además los costos de las maquinarias necesarias para llevar control del proceso desalinizador (salas de control). Los flujos de los estados con y sin proyectos son representados en la Tabla 1.

Descripción corriente	Situación actual [m3/h]	Proyecto [m3/h]	Actual más proyecto [m3/h]
Caudal entrada	600	1.400	2.000
Caudal rechazo	400	830	1.230
Total desalinizado	200	570	770

**Tabla 1: Flujos asociados al proyecto de ampliación de capacidad OI de la Central Angamos m<sup>3</sup>/h.**

**Fuente: EIA Central Angamos, AES Gener.**

<sup>22</sup> RCA N° 023/2009 y RCA N° 305/2009 permisos ambientales de toma de agua 6.000 m<sup>3</sup>/h para Angamos y Cochrane respectivamente.

Los flujos asociados a las descargas por la ampliación de la planta de OI, contemplan un incremento en el caudal de 830 m<sup>3</sup>/h, que en suma a la descarga actual de Angamos implica una descarga total de salmuera equivalente a 1.230 m<sup>3</sup>/h con una concentración aproximada de 69 gramos de sal por litro de solución<sup>23</sup>, pudiendo llegar a 1.600 m<sup>3</sup>/h en caso de contingencia (considera uso de TVC por falla de OI), flujos de descarga a través de los emisarios submarinos que está dentro de los permisos adquiridos.

La relevancia de este proyecto radica en 3 ámbitos:

1. En primera instancia, se analizará el ahorro producto del cambio de tecnología desalinizadora de la central Cochrane, asociada a la mayor eficiencia del método OI; donde a nivel interno, el beneficio de la ampliación de la planta de osmosis inversa genera una liberación de un caudal de 600 m<sup>3</sup>/h provenientes de la central Cochrane al dejar de utilizarse la TVC, la cual pasaría a ser una central de apoyo ante fallas de la planta OI, cubriéndose la demanda total de AES Gener y produciendo un excedente de 370 m<sup>3</sup>/h para disposición a terceros.
2. Por otro lado, el aumento de los niveles de consumo de agua en la región ligados al incremento de la actividad y el aumento poblacional; dan cuenta de la necesidad de ampliar los canales de producción de agua, por lo que el flujo de 370 m<sup>3</sup>/h extras al consumo interno presenta una oportunidad de comercialización con terceros, ya sea a través de la venta directa con Aguas de Antofagasta S.A., como la distribución de esta a obras esporádicas; donde el valor agregado que presenta este modelo de producción de agua es la confiabilidad en la tecnología desalinizadora, la cual independiente de las variables ambientales, mantiene su nivel de producción constante (en comparación a las captaciones de los ríos, que varían sus caudales según condiciones medioambientales).

El abastecimiento de agua funciona como un monopolio natural, donde una empresa es la encargada de abastecer del recurso a la población, donde las demandas crecientes tanto del sector inmobiliario y minero, presentan un desafío de ampliar la matriz actual, de manera que se permita satisfacer la demanda futura; considerando las obligaciones de abastecimiento a la población y la opción de capturar mayores márgenes en mercados no tarifados como el minero. Donde estos valores pueden ser estimados por cualquier participante, en particular, se presenta como una oportunidad de negocios para AES Gener dadas la baja inversión que requiere el proyecto de ampliación que cuenta con obra marina, tuberías y bombas; donde estos beneficios serán sometidos a comparación con la eficiencia que podría tener ADASA al realizar un proyecto desalinizador nuevo. Se buscará determinar bajo qué condiciones la realización del proyecto de ampliación resulta eficiente, de manera que ADASA perciba la compra del excedente de agua generado como negocio lucrativo.

---

<sup>23</sup> Gramos de sal por litro de solución o también conocido como Unidades Prácticas de Salinidad (psu).

3. Finalmente, a modo de externalidad, la generación de un flujo de 570 m<sup>3</sup>/h de agua desalinizada con presencia de arsénico considerablemente menor a la norma (0,0001), equivalentes al 11,46% de la demanda de agua potable del 2015, representa un efecto positivo escalable, por lo que 5 proyectos de esta envergadura reducirían aproximadamente en un tercio los niveles actuales de arsénico en la matriz de aguas. En un contexto donde los proyectos de este carácter van en aumento tanto a nivel nacional como mundial, en particular, se esperan nuevos proyectos en la región que permitan satisfacer las demandas y mejorar la calidad de agua; siendo un factor fundamental las ventajas comparativas en torno al tiempo de realización del proyecto que cuenta con los permisos ambientales.

Lo anterior se enmarca en las estrategias adoptadas por AES Gener en torno al interés de participar en los mercados de agua y litio, comunicado a través de Chile Sustentable, dejando la construcción de nuevas centrales termoeléctricas<sup>24</sup>. Otro foco estratégico está en afianzar las relaciones con los clientes actuales y la búsqueda de nuevos clientes, la cual no sólo se realizaría a través de nuevas licitaciones, sino también en la diversificación de los servicios ofrecidos, donde se planea potenciar la desalinización de agua de mar, de la mano del repunte minero que se prevé conforme a la recuperación del precio internacional del cobre.<sup>25</sup>

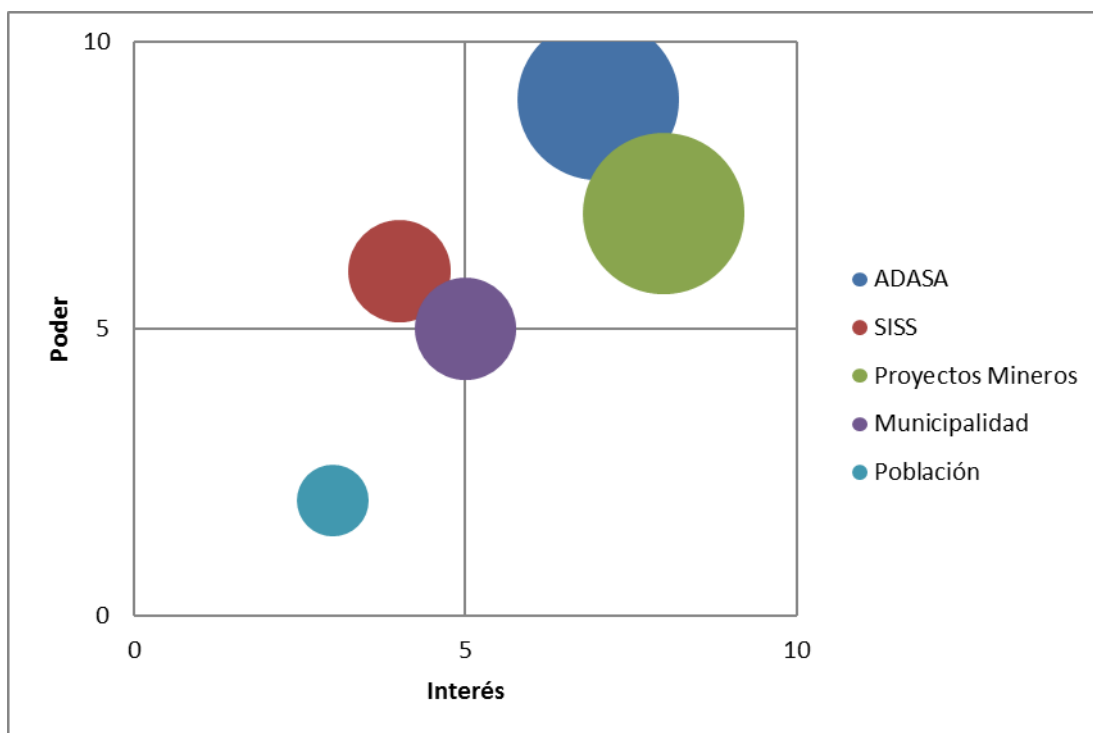
### **5.1.2 ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS**

Con el fin de identificar a los grupos de interés (stakeholders) asociados a la realización del proyecto, y los lineamientos de acciones a tomar con aquellos que posean una mayor influencia, se realiza en un análisis de stakeholders en base a la utilización de la matriz de poder/interés, representado por el Gráfico 1.

---

<sup>24</sup> AES Gener deja la construcción de centrales termoeléctricas y apunta al negocio del agua y litio: <http://www.chilesustentable.net/aes-gener-deja-la-construccion-de-centrales-termoelectricas-y-apunta-al-negocio-del-agua-y-litio/>

<sup>25</sup> Alto Maipo después de los Luksic: <http://www.latercera.com/noticia/alto-maipo-despues-los-luksic/>.



**Gráfico 1: Matriz de poder/interés de stakeholders.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El gráfico anterior representa la interacción de los distintos actores atingentes involucrados al desarrollo del proyecto desalinizador por parte de AES Gener; en base a las variables: poder, interés y urgencia en la realización del proyecto. El poder de cada involucrado es reflejado en el eje Y del gráfico anterior, a su vez el interés en la realización del proyecto es representado por el eje X, mientras que la urgencia relativa de cada actor es mostrada por el ancho de la circunferencia (a mayor diámetro, se representa una mayor urgencia). (Ver ponderaciones individuales en Anexos 11.3).

Ésta distribución en el mapa, representa las diferentes relevancias e influencias de cada actor. En primer lugar, destacan 2 involucrados ubicados en el cuadrante superior derecho, correspondientes a ADASA y a Proyecto Mineros; a quienes, en base a la metodología de la matriz, se debe gestionar de cerca, puesto que corresponden a entidades que poseen un alto poder e interés, junto con una urgencia intermedia en cuanto a la realización del proyecto por parte de AES Gener.

- **ADASA:**

Aguas de Antofagasta S.A. corresponde a la empresa poseedora de la licitación de los servicios sanitarios en la región de Antofagasta, siendo la empresa que produce y distribuye el recurso hídrico, donde se distinguen un mercado regulado (población) y otro no tarifado (minero). Lo anterior refleja el poder de este actor en

el mercado del agua en la región, donde el interés se refleja en adquirir nuevas fuentes de agua para satisfacer demandas futuras a bajo costo.

- **Proyectos Mineros:**

Diversas faenas mineras ligadas a la explotación principalmente del cobre, ubicados hacia el interior de la región y que demandan grandes cantidades de agua para la actividad extractiva. Estos proyectos están asociados a grandes inversiones y consumos del recurso hídrico, donde dadas las condiciones geográficas de cada faena en particular, los costos de estas en poder adquirir agua mediante proyectos propios son elevados (considerablemente más altos que el mercado tarifado).

En segundo lugar, se observan otros 2 actores ubicados en el centro y en el cuadrante superior izquierdo, correspondientes a la Municipalidad y SISS respectivamente, localización que, en base a la metodología de desarrollo de la matriz, se identifica a estos actores como aquellos que se deben mantener satisfechos, puesto que su interés y preocupación se enfocan en el abastecimiento de agua a la comunidad, ligadas hacia ADASA más que en la realización o no de un proyecto por parte de AES Gener.

- **SISS:**

Superintendencia de Servicios Sanitarios, entidad encargada ente regulador que supervisa el cumplimiento de los compromisos adquiridos por Aguas de Antofagasta S.A. El poder que posee la entidad reguladora va ligado a multas económicas por el incumplimiento de los contratos adquiridos por la sanitaria. Donde el interés de ésta pasa por el abastecimiento de agua a la población, dando libertad a ADASA a comercializar los excedentes a la demanda inmobiliaria.

- **Municipalidad:**

En representación a las autoridades regionales, las cuales velan por el cumplimiento de las normativas ligadas a proyectos de esta índole. El poder medio representa el cumplimiento de estas, donde al poseerse los permisos correspondientes, no se aprecian como un opositor. En cuanto al interés, el proyecto genera un flujo extra de agua, lo que representa un aumento en el bienestar de la región, en base a un método desalinizador constante y confiable.

Finalmente se observa a un quinto actor correspondiente a la población, ubicado en el cuadrante inferior izquierdo, localización que, en base a la metodología de desarrollo de la matriz, se identifica a este actor como aquel que debe mantenerse bajo monitoreo constante.

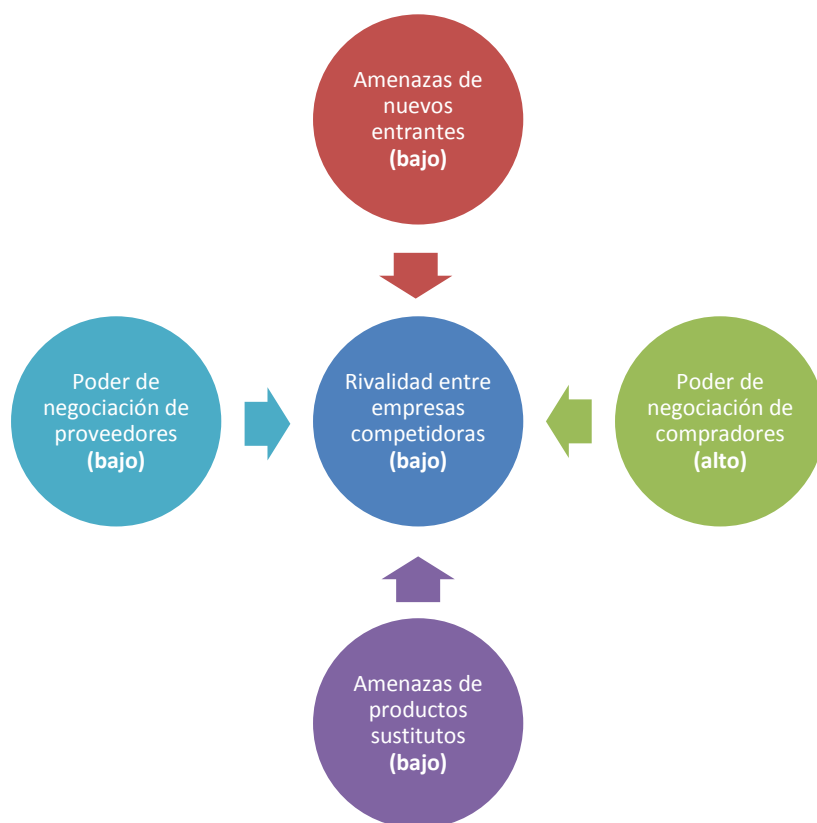
- Población:

Sector residencial que consume agua, la cual no identifica el valor asociado al proyecto, puesto que no distingue la fuente originaria del agua abastecida, por la cual paga una tarifa regulada. Si bien su principal foco de preocupación pasa por la calidad del agua, el proyecto representa un flujo muy pequeño en comparación a la matriz actual, por lo que la menor presencia de arsénico en el agua generada no impacta significativamente en la red hídrica regional. Reflejando así su bajo poder e interés.

En base a lo anterior, se entiende como intermediario para efectos del proyecto a Aguas de Antofagasta, quien a su vez distingue los clientes residenciales y proyectos mineros, donde los segundos presentan una mayor disposición de pago dadas las características de las faenas mineras por el recurso hídrico; razón por la que se profundizará sobre ADASA, como los consumos de sus dos sectores de clientes.

### **5.1.3 FUERZAS DE PORTER**

Para caracterizar el ambiente en el cual se desarrollaría el proyecto de ampliación por parte de AES Gener, en particular tener una visión externa; con el fin de analizar el nivel de competencia dentro de la industria y poder así desarrollar una estrategia de negocios, se realiza un análisis de las Fuerzas de Porter [18], como muestra la Ilustración 5.



**Ilustración 5: Fuerzas de Porter.**

**Fuente: Elaboración propia.**

- Poder de negociación de compradores:

Si bien un porcentaje del flujo generado podría ser utilizado de forma interna, la mayor parte de este está destinado a la comercialización con terceros. Siendo ADASA la empresa que cuenta con la licitación para distribuir este recurso a la población, por lo que tanto el mercado inmobiliario como el minero ven a la sanitaria como el proveedor del recurso hídrico, pudiendo un proyecto minero en particular comercializar directamente con AES Gener. De todas formas, la empresa que posee la licitación actúa como monopolio en la región, concentrando un alto poder de negociación, considerando además que el agua es un producto estandarizado que debe cumplir ciertas normativas en cuanto a calidad, por lo que no se genera una gran diferenciación en cuanto a la oferta del producto a comercializar. Por lo anterior, el poder de negociación por parte de los compradores es alto.

- Poder de negociación de los proveedores:

En cuanto a los proveedores, se cuenta con una relación con la empresa que prestó el servicio de construcción de la planta de osmosis inversa en la Central Angamos, existiendo gran cantidad de empresas que ofrecen un servicio similar. Por tanto, existen gran cantidad de productos sustitutos en un mercado competitivo. A modo de insumos necesarios para el proceso de desalinización, los principales corresponden al agua obtenida del borde costero sin pagar un costo más que el operacional por la obtención de este, y energía eléctrica para la desalinización propiamente tal, siendo AES Gener una empresa productora de este recurso.

En base a lo anterior, el poder de negociación de los proveedores es bajo.

- Amenaza de nuevos entrantes:

Un proyecto de desalinización de agua de mar posee un alto costo en cuanto a la infraestructura y activos necesarios para la entrada en operación de este independiente del método desalinizador a utilizar. En particular la desalinización en base a osmosis inversa (método más eficiente según la literatura consultada) presenta economías de escala, lo que implica que a mayor producción se obtiene un costo productivo menor por unidad; entendiéndose que para obtener una mayor producción se debe poseer mayor capacidad y por ende incurrir en mayores costos en cuanto a inversión. Lo anterior representa las altas barreras de entrada para un nuevo competidor en cuanto al ofrecimiento de agua de mar desalinizada, considerando además que deben pasar por un proceso de aprobación de los permisos ambientales y la construcción de esta, representando un período aproximado desde la idea hasta el primer m<sup>3</sup> de agua producido de 4 -5 años.

En suma a lo anterior, los canales de distribución para este tipo de recurso son de alto costos (principalmente tuberías y bombas de impulsión) o muy poco eficientes en cuanto a capacidad (camiones aljibe). En base a lo anterior, la amenaza de nuevos entrantes es baja.

- Amenaza de productos sustitutos:

Por un lado, la población consume agua potable puesta a través de alcantarillados en los sectores residenciales, donde la opción de un sustituto a esta correspondería a una de mayor calidad embotellada, pero a un costo considerablemente mayor. Por otro lado, proyectos mineros utilizan agua no potable en sus procesos de extracción, la cual de por sí es un sustituto, donde la característica de este tipo de agua es no poseer los químicos necesarios para el consumo; en particular faenas mineras utilizan la desalinización para el abastecimiento de este tipo de agua.



En base a lo anterior, en cuanto a consumo de agua, el poder de productos sustitutos es bajo.

- Rivalidad entre empresas competidoras:

El mercado del agua potable es un monopolio natural, por lo que la demanda de este bien se concentra en una empresa que posee la licitación para la producción y distribución de esta al sector inmobiliario de la región. Por otro lado, en cuanto al consumo de las faenas mineras, el agua puede poseer distintas características (no ser potable) para el uso extractivo de mineral, por lo que los mismos proyectos pueden abastecerse mediante desalinización (cumpliendo con permisos, normativas y pagando el costo), o comercializar con un tercero (pudiendo o no ser ADASA).

Dado lo anterior, en cuanto al mercado inmobiliario la comercialización del flujo de agua generado debe realizarse directamente con ADASA, mientras que, en el sector minero, podría realizarse a través de ADASA como en contacto directo con una la faena en cuestión, compitiendo contra proyectos desalinizadores propios.

Si bien no existen numerosos competidores, el poder de negociación está concentrado en la empresa que posee la licitación de abastecimiento, en un mercado que posee altas barreras de salida en cuanto a la infraestructura necesaria para producir un recurso que posee poca diferenciación. Por lo que en base a lo descrito y las fuerzas analizadas anteriormente, el poder de las empresas competidoras es considerado alto, concentrado principalmente en Aguas de Antofagasta S.A.

#### **5.1.4 FODA**

Con el fin de caracterizar la situación actual en torno a la realización del proyecto por parte de AES Gener, en particular tener una visión general interna y del entorno en cuanto a este, se realiza un análisis sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas consiguientes a la realización del proyecto de ampliación de la capacidad de desalinización de la Central Angamos, como muestra la Ilustración 6.



***Ilustración 6: FODA AES Gener.***

***Fuente: Elaboración propia.***

- **Fortalezas:**

En las Centrales de Angamos y Cochrane se utilizan tecnologías desalinizadoras de osmosis inversa y thermal vapour compression respectivamente, por lo que se cuenta con una vasta experiencia en cuanto al rubro desalinizador de agua de mar; por lo que la realización de este proyecto corresponde a una ampliación en la capacidad desalinizadora, traducido en costos considerablemente más bajos en comparación a un nuevo proyecto del rubro, considerando además el costo nulo en la ampliación de la obra marina de captación de agua. Finalmente, estas modificaciones cuentan con los permisos ambientales del SEIA, lo que se presenta como una ventaja comparativa en cuanto a tiempo de generación de documento, como en el período de evaluación y aprobación de este para nuevos proyectos.

- Oportunidades:

Dado que AES Gener cuenta con los permisos ambientales para la realización del proyecto de ampliación, los cuales incluyen la capacidad de ampliación del caudal de agua de mar mediante una nueva obra marina, costo de inversión que no aplica, dado al compromiso por deuda con la empresa que instaló las capacidades al inicio de la construcción de la planta de osmosis inversa en la Central Angamos. Lo anterior representa la oportunidad de ampliar la capacidad desalinizadora de la Central Angamos a un bajo costo en comparación con la construcción de una nueva planta, haciendo más eficiente la planta en sí, al aprovechar al máximo las capacidades sujetas a los permisos ambientales, impactando en los costos operativos dadas las economías de escala. En particular el proyecto presenta la generación de 570 m<sup>3</sup>/h de agua desalinizada, flujo que podría utilizarse para abastecer el consumo actual de la Central gemela Cochrane, la cual desaliniza mediante TVC (menos eficiente).

Finalmente, el flujo restante (o en su totalidad) podría ser dispuesto al consumo de terceros, en un contexto donde las demandas por agua en la región van en aumento, representando así una nueva oportunidad de negocios para AES Gener.

- Debilidades:

Comprendiendo que el mercado de la distribución de agua en la región es otorgado a una única empresa bajo un período de tiempo mediante una concesión, se presenta un caso de monopolio natural. Donde es ADASA la empresa que abastece los consumos residenciales de la región. Lo anterior refleja la dificultad para encontrar un cliente final que consuma el flujo generado, asociado con el alto costo de transporte de esta (camiones aljibe o tuberías).

- Amenazas:

Las situaciones que ponen en riesgo la realización del proyecto corresponden a la posible entrada de proyectos similares que generen flujos para comercializar con terceros, entrando en una competencia por precios con los nuevos entrantes. Por otro lado, se deben considerar los factores climáticos como los vividos en el pasado correspondientes a mareas rojas más fuertes de lo común que traen consigo la presencia de medusas en los bordes costeros, traducido en complicaciones en la toma de agua para y contaminación de esta al momento de realizar el proceso de desalinización.

## 5.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El mercado del agua sigue el funcionamiento de un monopolio natural, donde se otorga el derecho de producción y distribución del recurso a una única empresa por un período de tiempo. Lo anterior resulta como respuesta a los altísimos costos asociados a la inversión inicial para la realización de la actividad, junto con los altos costos de mantenimientos de las estructuras necesarias para cumplir con los deberes de la licitación ligados principalmente a las tuberías de transporte del recurso; representando altas barreras de entrada en un mercado acotado, permitiendo una mayor eficiencia mediante las economías de escala. Donde la presencia de empresas competidoras no harían más que empeorar la situación actual, en particular si se contara con una empresa adicional que proporcione el servicio de alcantarillado, la calidad del bien ofertado no variaría, pero si lo harían los costos asociados, donde a mayor competencia, cada uno se apodera de un porcentaje de la demanda del bien, trayendo en consecuencia un aumento en los costos productivos (y de distribución) por unidad, en este caso metro cúbico de agua dispuesto.

La Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A. (ECONSSA CHILE S.A.) es la entidad encargada del cumplimiento de los contratos suscritos por el estado de Chile con empresas operadoras privadas, mediante los cuales se transfiere el derecho de explotación de las concesiones sanitarias a lo largo del país. Estos contratos otorgan los derechos de explotación por un período de 30 años, donde la infraestructura necesaria para la realización de la actividad, una vez finalizado el período sigue siendo propiedad de ECONSSA CHILE S.A.

En la Segunda Región de Antofagasta según consta el decreto supremo DS. MOP N°97/04, ECONSSA CHILE S.A. se traspasó el derecho de explotación de las concesiones de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de agua servidas (excluyendo las concesiones de disposición de agua servidas de las ciudades de Calama y Antofagasta, a cargo de las empresas subcontratadas de TRATACAL y CASCAL respectivamente) a la empresa privada Aguas de Antofagasta S.A., la cual es regulada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Aguas de Antofagasta S.A. (ex Inversiones y Asesorías Corvina S.A.) se constituyó como una Sociedad Anónima por escritura pública de fecha 28 de noviembre del año 2003, para comenzar sus actividades a partir del 29 de diciembre del mismo año, tras adjudicarse la licitación pública internacional, otorgándole el derecho de la explotación de la concesión de los servicios sanitarios de la Segunda Región de Antofagasta por un período de 30 años, es decir, licitación vigente hasta el año 2033. (Véase Anexos 11.4 para detalles de tarificación de agua bajo el período de concesión).

Con fecha 02 de junio del año 2015, el grupo colombiano Empresas Públicas de Medellín (EPM) realiza la compra de Aguas de Antofagasta S.A. hasta entonces propiedad de Antofagasta plc del grupo Lusik, por la suma de US\$ 965 millones, lo que incluye el

traspaso del 100% de la propiedad de ADASA a EPM. Esta compra es considerada la adquisición más grande realizada por el grupo inversionista colombiano en sus 60 años de historia. Hecho concretado tras la aprobación de la empresa concesionaria de servicios sanitarios, según comunicó Hugo Masana, gerente general de Aguas de Antofagasta en un hecho esencial enviado a la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS)<sup>26</sup>, pasando la sanitaria a ser parte de uno de los mayores grupos económicos colombianos con presencia en Colombia, Panamá, El Salvador, Guatemala, México y Chile.

La adquisición de la sanitaria por parte del grupo inversionista colombiano trajo consigo cuestionamientos por parte de las autoridades, es así como un informe de la Contraloría General de Medellín denominado “Auditoría Especial Adquisición Aguas Antofagasta S.A (ADASA)”, reveló que EPM pagó un sobre costo alrededor del 30% por la adquisición de la empresa sanitaria, equivalentes a COP\$ 562.000 millones o CLP\$ 136.717 millones, correspondientes a unos USD\$ 182,4 millones<sup>27</sup>. Donde la entidad señaló a los medios locales que la auditoría se logró en base a la comparación de costos en la fecha de adquisición, con el costo de venta reportado por otras empresas del sector sanitario en Chile entre el período 2002 – 2011, analizando el Ebitda<sup>28</sup> de la compañía.

En particular, se critica que el valor libro pagado por el grupo Luksic por la concesión (dólares actualizados al 2015) equivaldría a USD\$ 240 millones, reflejando un costo aproximadamente 4 veces menor que el monto cancelado por el grupo inversionista colombiano, bajo el contexto que el grupo Luksic contemplaba la explotación con una duración de 30 años, mientras que al momento de la adquisición EPM sólo puede hacerlo por 18 años (desde la fecha de compra). En base a lo anterior, el informe realizado por la Contraloría General de Medellín calificó la adquisición de ADASA como “desfavorable”, concluyendo que la inversión realizada refleja un alto riesgo en cuanto a la recuperación financiera, considerando el valor de la empresa y otras proyecciones. Adicionalmente, Aguas de Antofagasta S.A. dio pérdidas de 40.000 millones de pesos chilenos en el año 2015.

Por otro lado, la Empresa Pública de Medellín comunicó que no comparten los resultados de la auditoría realizada, argumentando que el valor estimado por la autoridad “se basa en metodologías simplificadas e indirectas que parten de múltiplos de valor sobre transacciones no comparables, que no recogen las particularidades y potencialidades de ADASA”. Donde el precio estimado por parte de EPM fue en base un método universalmente aceptado, correspondiente al Flujo de Caja Libre Descontado (FCLD), que permite simular los resultados futuros de la empresa adquirida. En concreto, la empresa colombiana declaró que seguirá aportando las pruebas necesarias que ratifiquen que los

---

<sup>26</sup> <http://www.latercera.com/noticia/colombiana-emp-compro-aguas-de-antofagasta-al-grupo-luksic-en-us965-millones/>

<sup>27</sup> Tipo de cambio del peso colombiano con fecha martes 06 diciembre del año 2016.

<sup>28</sup> Indicador financiero que refleja el beneficio bruto de explotación calculado antes de la deducibilidad de gastos financieros. Corresponde al acrónimo del inglés “Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization” (beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortizaciones).

argumentos para la adquisición están basados en un rigor técnico, jurídico y financiero, en cuanto a la adquisición de Aguas de Antofagasta S.A.<sup>29</sup>

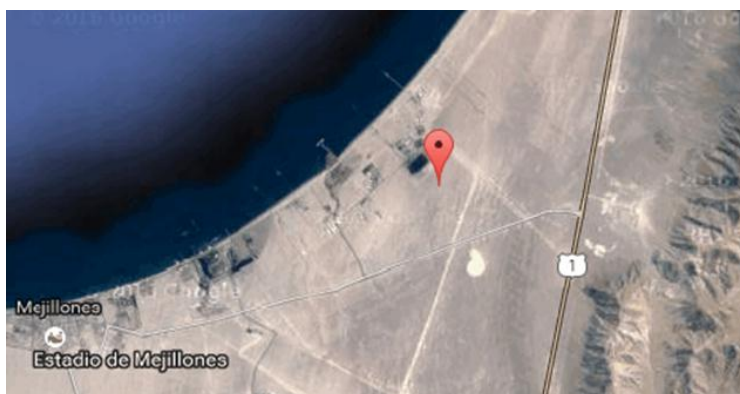
### 5.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Se define como área de influencia a aquella zona que se ve afectada, tanto positiva como negativamente por la realización del proyecto de ampliación de la capacidad de osmosis inversa de la Central Angamos, la cual se ubica en la segunda región de Antofagasta, en particular se emplaza al interior de la Central Termoeléctrica Angamos, localizada a aproximadamente 8 kilómetros de la localidad de Mejillones, a lo largo de la Ruta B-262 (ruta más cercana). En particular, la ubicación del proyecto es 7 Industrial N° 1100 esquina Avda. Longitudinal, Barrio Industrial Portuario de Mejillones, Chile. Representado por las coordenadas geográficas 23° Sur y 70° Oeste, como muestran las Ilustraciones 7 y 8.



**Ilustración 7: Localización centrales termoeléctricas**

**Fuente: NSC Agua.**



**Ilustración 8: Vista referencial localización centrales termoeléctricas de Angamos y Cochrane.**

**Fuente: Google Earth.**

Aguas de Antofagasta S.A. realiza el servicio de producción, distribución y recolección de agua en la Segunda Región de Antofagasta, donde abastece las 3 provincias de la región correspondientes a Antofagasta, El Loa y Tocopilla, con sus respectivas

<sup>29</sup> Auditoría revela que EPM habría pagado un 30% de sobrecosto en la compra de Aguas de Antofagasta: <http://www.elmercurio.com/Inversiones/Noticias/Noticias/2016/12/06/Auditoria-revela-que-EPM-habria-pagado-un-30-de-sobrecosto-en-la-compra-de-Aguas-de-Antofagasta.aspx>  
Contraloría de Medellín acusa a EPM de pagar sobreprecio por sanitaria de los Luksic: <http://www.pulso.cl/empresas-mercados/contraloria-de-medellin-acusa-a-epm-de-pagar-sobreprecio-por-sanitaria-de-los-luksic/>

comunas, con la excepción de San Pedro de Atacama, localidad abastecida por otra empresa sanitaria. La distribución de comunas en la región es la mostrada en la Tabla 2.

Provincia	Capital	Comuna
Antofagasta	Antofagasta	Antofagasta
		Mejillones
		Sierra Gorda - Baquedano
		Taltal
El Loa	Calama	Calama
		San Pedro de Atacama
Tocopilla	Tocopilla	María Elena (SQM)
		Tocopilla

**Tabla 2: Provincias y comunas de la Segunda Región de Antofagasta abastecidas por Aguas de Antofagasta S.A.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Para la producción y distribución del recurso hídrico, Aguas de Antofagasta posee 2 grandes sistemas: Sistema de Producción Norte y Sistema de Producción Sur, los cuales abastecen las demandas de la región, pertenecientes al territorio operacional (T.O.) de Aguas de Antofagasta.

El Sistema de Producción Norte corresponde a un conjunto de obras de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución, que contempla las aguas superficiales provenientes de los ríos Lequena, Quinchamale y Toconce, con el fin de abastecer el consumo de las ciudades de Antofagasta, Calama, Sierra Gorda, Baquedano, Tocopilla, Mejillones y la Pampa.

Lo conforman 3 captaciones de agua, ubicadas en la zona alta de la hoya del río Loa, llamadas Toconce, Lequena y Quinchamale, las cuales realizan la captación de agua de los ríos Toconce y Loa, para conducir las hasta la Planta de Tratamiento del Cerro Topater en Calama. El Sistema de Producción Norte cuenta además con la captación superficial de San Pedro perteneciente a CODELCO.

A modo de respaldo en cuanto a las captaciones superficiales, se poseen 2 captaciones secundarias correspondientes a Linzor y Hojalar, ambas descargan sus aguas en el río Toconce. A partir del año 2013, el Sistema de Producción Norte cuenta también con la producción mediante desalinización de agua de mar ubicada en el sector La Chimba. La Ilustración 9 muestra el esquema de obras del Sistema de Producción Norte.



***Ilustración 9: Sistema de Producción Norte de Aguas de Antofagasta S.A.***

***Fuente: Plan de Desarrollo 2011, Superintendencia de Servicios Sanitarios.***

Por otro lado, está el Sistema de Producción Sur, correspondiente a un conjunto de obras de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución, que contempla la desalinización del agua de mar mediante osmosis inversa, para el abastecimiento de los sectores de Taltal alto y Taltal bajo, pertenecientes a la comuna de Taltal. La producción de agua de esta zona corresponde al 100% mediante desalinización.

Por lo anterior, se define como área de influencia la Segunda Región a Antofagasta (exceptuando la comuna de San Pedro de Atacama), abastecida con agua mediante los Sistemas de Producción Norte y Sur; incluyendo los ríos que abastecen los sistemas descritos, en particular las zonas cordilleranas que poseen presencias de explotaciones mineras.

Se debe considerar además las características ligadas a la producción del recurso hídrico, donde la principal fuente de abastecimiento de agua a nivel regional es la captación superficial de agua proveniente de ríos nacientes en zona precordillerana, con el fin de obtener claridad sobre los permisos de captación de agua, la SISS consultó a la



Dirección General de aguas mediante los Oficios Ord. N° 4320 de fecha 04.12.2009 por la disponibilidad de derechos de aguas superficiales y subterráneos de la Segunda Región de Antofagasta; donde la DGA informó mediante los Oficios Ord. N° 23 de 14.01.2010 que no existe disponibilidad de obtener nuevos derechos de agua de las fuentes consultadas.

Los derechos de agua otorgados a Aguas de Antofagasta S.A. de aprovechamiento de aguas provenientes del Río Loa corresponden a un volumen de 2.074.000 m<sup>3</sup> por año (65,76 L/s), mediante captación superficial.

Si bien en cuanto a la producción de agua, es la captación superficial de los ríos la principal fuente de abastecimiento en la región, esta puede verse afectada por una serie de factores que influyen en la disponibilidad del recurso; donde factores climáticos juegan un rol importante en cuanto a precipitaciones y otras condiciones que puedan impactar en la calidad del agua captada (aluviones u otros factores que puedan hacer más turbia el agua del río). Captaciones que además están sujetos a derechos de explotación, la Ilustración 10 muestra las zonas afectadas por la explotación de los derechos sobre el recurso hídrico.



**Ilustración 10: Explotación de derechos de aguas, Segunda Región de Antofagasta.**

**Fuente: Chile cuida su Agua, Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2015. Ministerio de Obras Públicas MOP, en base a información de la Dirección General de Aguas DGA.**

La imagen muestra en color rojo a las zonas de sobre otorgamiento de derechos de explotación de agua, es decir, aquellos lugares donde se permite a más de las entidades necesarias para el desarrollo sostenible ejercer el derecho de explotación de agua. Mientras que, en color azul se representa a las zonas de sobre explotación del recurso hídrico. En suma, se debe considerar lo informado por la Dirección General de Aguas mediante Oficios Ord. N° 23 de 14.01.2010, que comunica la no disponibilidad para la obtención de nuevos derechos de agua en la región.

## **5.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO**

En base al área de influencia identificada, se entenderá por población objetivo aquella que se ve afectada por la realización o no del proyecto en cuestión, lo anterior envuelve a toda persona o entidad que haga uso de agua, ya sea para consumo u otro fin. En particular se observan 2 grandes grupos dentro de la población objetivo, por un lado, se tiene a la población misma de la región, asociada al consumo residencial de agua potable; mientras que, por otro lado, se observa a los proyectos mineros de la región como grandes consumidores del recurso hídrico.

### **5.2.2.1 CRECIMIENTO POBLACIONAL**

El consumo de agua potable tiene una fuerte correlación con la cantidad de personas que habitan la zona de estudio, donde a mayor cantidad de habitantes se obtiene un mayor consumo. Si bien las estadísticas muestran que el consumo per cápita por habitante ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo a nivel nacional; esta baja no logra compensar el crecimiento poblacional estimado para las distintas localidades, traducido en el aumento en líneas generales en cuanto al consumo de agua potable en la región evidenciado en las memorias anuales emitidas por Aguas de Antofagasta.

Cabe realizar la diferenciación entre cliente y habitante, donde se entiende al primero como aquel que posee un arranque de agua, es decir, desde la tubería de la red hídrica hasta el punto posterior al medidor de consumo de agua (considerando a éste parte del arranque). Por lo que un cliente considera más de un habitante estadísticamente, a modo de ejemplificación una casa que consume una dotación de agua potable está compuesta por una familia de 4 habitantes; así en base al factor de habitante/cliente estimado para cada comuna, en base a las proyecciones poblacionales estimadas por el INE y la información oficial de clientes y coberturas en el SIFAC<sup>30</sup>, se obtiene la Tabla 3.a y 3.b.

---

<sup>30</sup> Sistema de Facturación Electrónica

Año	Antofagasta		Calama		Tocopilla		Mejillones	
	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes
2013	350.952	102.318	139.459	42.696	25.217	8.566	9.289	2.699
2014	355.811	105.388	140.810	43.976	25.492	8.763	9.458	2.753
2015	360.701	108.549	142.162	45.296	26.766	8.964	9.621	2.808
2016	365.622	111.806	143.346	46.655	26.009	9.170	9.787	2.921
2017	370.562	115.160	144.530	48.054	26.252	9.381	9.955	2.980
2018	375.474	118.615	145.714	49.496	26.494	9.597	10.126	3.039
2019	380.427	122.173	146.898	50.981	26.737	9.818	10.300	3.100
2020	385.340	125.838	148.083	52.510	26.979	10.044	10.477	3.162
2021	390.315	129.614	149.280	54.085	27.224	10.275	10.657	3.225
2022	395.355	133.502	150.490	55.708	27.471	10.511	10.840	3.290
2023	400.458	137.507	151.711	57.379	27.720	10.753	11.026	2.256
2024	405.626	141.632	152.946	59.101	27.971	11.000	11.216	3.423
2025	410.859	145.881	154.193	60.874	28.225	11.253	11.409	3.632

**Tabla 3.a: Proyección de población y clientes, Segunda Región de Antofagasta.**

**Fuente: Elaboración propia en base Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

Año	Baquedano		Sierra Gorda		Taltal		Total Empresa	
	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes	Población abastecida	N° Clientes
2013	986	244	785	210	13.105	3.513	539.793	160.246
2014	1.152	277	946	247	13.236	3.534	546.905	164.938
2015	1.335	321	1.072	280	13.369	3.555	555.026	169.773
2016	1.418	341	1.172	306	13.503	3.577	560.857	174.776
2017	1.497	360	1.268	331	13.683	3.598	567.747	179.864
2018	1.584	381	1.371	358	13.775	3.620	574.538	185.106
2019	1.667	401	1.467	383	13.913	3.641	581.409	190.497
2020	1.750	421	1.563	408	14.052	3.663	588.244	196.046
2021	1.833	441	1.659	433	14.193	3.685	595.161	201.758
2022	1.916	461	1.759	459	14.335	3.707	602.166	207.638
2023	1.999	481	1.859	485	14.479	3.730	609.252	212.591
2024	2.082	501	1.959	511	14.624	3.752	616.424	219.920
2025	2.165	521	2.059	537	14.771	3.774	623.681	226.472

**Tabla 3.b: Proyección de población y clientes, Segunda Región de Antofagasta.**

**Fuente: Elaboración propia en base Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

Se observa un patrón común en todas las comunas estudiadas, donde se proyecta un sostenido aumento poblacional, y por consiguiente un aumento en la cantidad de clientes por sector. Específicamente se aprecia un alza en cuanto al crecimiento de la población del 15,54% entre el período 2013 – 2025, donde las comunas con mayor alza corresponden a las de menor densidad poblacional como Baquedano y Sierra Gorda, donde en el período señalado, la primera presenta un aumento del doble de los habitantes contabilizados, mientras que la segunda presenta un incremento de casi el triple en comparación a lo contabilizado a comienzos del período.

La comuna con mayor densidad poblacional corresponde a Antofagasta, ciudad que es la capital de la región, la que representaría al año 2025 el 65,88% de los habitantes regionales, seguido por Calama, ciudad que equivaldría al 24,72%; siendo las 2 principales ciudades en cuanto a pobladores y por tanto clientes esperados (64,41% y 26,88% respectivamente). En segunda instancia se encuentran las comunas con similar densidad poblacional como Tocopilla con un 4,53%, Taltal con un 2,37% y Mejillones con el 1,83%. Finalmente están las 2 ciudades destacadas en cuanto al alza poblacional esperado, es decir, Baquedano y Sierra Gorda, las cuales representan en conjunto el 0,68% de la población regional y el 0,47% de los clientes esperados en esta.

En líneas generales en cuanto al crecimiento esperado de clientes de agua potable en la región, como resultado del crecimiento poblacional, se esperan un aumento en la cantidad de estos de un 41,33% en la región.

Destaca el incremento poblacional estimado para la comuna de Taltal, la cual pertenece al Sistema de Producción Sur, que a diferencia del resto de las localidades mencionadas (Sistema de Producción Norte), se abastece principalmente mediante fuentes subterráneas y desalinización de agua de mar a través de la planta desalinizadora Taltal.

### **5.2.2.2 CRECIMIENTO PROYECTOS MINEROS**

En la región de Antofagasta se emplazan una serie proyectos mineros ligados al cobre, que representan el 53,3% de la actividad a nivel nacional, donde los procesos de extracción del mineral demandan un gran consumo de agua. El envejecimiento de los yacimientos y la baja en la ley minera, implica un aumento en el consumo de agua dentro de la actividad, debido a la menor presencia de mineral extraíble en los suelos, por lo que, para mantener los niveles actuales productivos, se debe aumentar el volumen de mineral tratado y por ende consumir más agua.

En particular, la Segunda Región de Antofagasta en base a la información proporcionada por el Ministerio de Economía a través de la Comisión Chilena del Cobre, es la que concentra la mayor cantidad de proyectos previstos al año 2024, equivalente a 15 proyectos de explotación minera, seguido por la Región de Atacama (tercera región) con un total de 13 proyectos de la misma índole; dentro de los que se incluyen tanto modificaciones, ampliaciones y otros, como muestra la Tabla 4.

Puesta en Marcha	Proyecto	Operador
2015	Escondida OGP I	Minera Escondida Ltda.
2015	Antucoya	Minera Antucoya
2015	Actualización Esperanza	Minera Centinela
2016	Planta de Tratamiento MO	Molyb Ltda.
2016	Planta Recuperadora de Metales	Planta Rec. De Metales SpA
2016	Encuentro Óxidos	Minera Centinela
2016	Modificación El Tesoro	Minera Centinela
2017	Sierra Gorda Expansión	Sierra Gorda SCM
2017	Ampliación Pampa Blanca	SQM Nitrato
2017	Arbido	Ingenieros Asesore Ltda.
2019	Sulfuros RT Fase II	Codelco Div. Radomiro Tomic
2019	Spence Growth Option	Pampa Norte
2019	Desarrollo Distrito Centinela	Minera Centinela
2020	Chuquicamata Subterránea	Codelco Div. Radomiro Tomic
2021	El Abra Mill Project	SCM EL Abra

**Tabla 4: Cartera de nuevos proyectos mineros en la Región de Antofagasta.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Inversión en la minería chilena – Cartera de proyectos 2015 - 2024.**

El alza de los proyectos de explotación minera en la región surge como respuesta a la necesidad de las empresas por mantener los niveles de producción, principalmente del cobre, mineral que representa la mayor participación de las explotaciones mineras a nivel nacional, debido a la alta valoración económica que este posee a nivel mundial. Donde Chile al año 2015 representa el 30% de la producción mundial de este mineral<sup>31</sup>.

### **5.2.3 OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

A continuación, se muestran los resultados de las estimaciones de demandas futuras y actuales en cuando al recurso hídrico en la región, variando las características del agua demandada según requerimientos, en torno a los 3 principales actores involucrados en el proyecto: AES Gener, ADASA y Proyectos Mineros [18] [19].

#### **5.2.3.1 AES GENER**

La empresa productora de electricidad observa dos tipos de demandas, por un lado, está el consumo de agua desalinizada necesaria para la producción de energía; por otro lado, observa una demanda de agua externa, ligada a proyectos (principalmente

<sup>31</sup> Chile pierde terreno como productor de cobre: <http://www.mch.cl/2016/01/18/chile-pierde-terreno-como-productor-de-cobre-en-medio-del-desplome-del-metal/>.

construcciones) que no posee acceso a tuberías de agua, por lo que realizan la compra de los excedentes actuales producidos por AES Gener.

En cuanto a la demanda interna, los niveles de producción actuales corresponden a la máxima capacidad de desalinización para ambas centrales, donde en la Central Angamos se utiliza osmosis inversa y en la Central Cochrane se utiliza thermal vapour compression (compresión térmica de vapor), correspondientes en ambas centrales a una producción de agua desalada de 200 m<sup>3</sup>/h. Independiente de los insumos necesarios y la eficiencia de cada uno de los métodos de generación utilizados, el flujo producido en cada central corresponde a lo demandado por la empresa en cada instalación, generando pequeños excesos variables.

Se considera que estas plantas mantienen su funcionamiento el 90% del año, donde el tiempo restante corresponde a mantenciones y limpiezas para permitir su funcionamiento. Donde el costo de abastecimiento por m<sup>3</sup> depende del método desalinizador a utilizar.

Si bien se generan pequeños excesos mensualmente, estos son variables dependiendo del uso del agua en cada central, excedente de agua que son puestos a disposición en las puertas de la empresa para terceros, es decir, aquellos proyectos que necesiten agua desalinizada (agua cruda - no potabilizada), pueden acercarse a la empresa y comprar el recurso. Donde en este modelo de venta, la disposición a pagar es considerablemente más elevada, dado que no este tipo de clientes no posee acceso actual a tuberías de abastecimiento de agua y la opción (según los flujos de demanda) de agua embotellada elevan considerablemente los cotos según el uso que se desee dar. Si bien esta demanda de agua es variable y no asegurable hacia el futuro, históricamente se realizan ventas del orden de los 3,5 l/s de agua desalinizada, la cual posee un precio promedio de venta histórico de \$3.5 USD por m<sup>3</sup>. Este tipo de negociación corresponde a la venta spot de agua.

En cuanto a las proyecciones de demanda futuras, se prevé el mismo nivel de demanda externa en cuanto a proyectos, bajo la premisa del crecimiento poblacional asociado con las nuevas instalaciones que se deben construir, demanda que corresponde a una comercialización en base a un excedente, por lo que no es apreciada como una demanda estable ni primordial dentro del consumo de las centrales termoeléctricas.

En la misma línea, los niveles de demanda interna de agua se mantendrán estables, puesto que no se consideran cambios en cuanto al proceso productivo de energía, por lo que los niveles de demanda de agua asociados a este seguirán constantes en el tiempo futuro equivalente a 200 m<sup>3</sup>/h. En cuanto a la oferta de agua asociada a las centrales termoeléctricas, en base a la realización del proyecto se espera generar un nuevo flujo de agua desalinizada de 570 m<sup>3</sup>/h generados en la Central Angamos, los cuales en primera instancia podrían abastecer a la Central Cochrane, poniendo a disposición de terceros el excedente generado equivalente a 370 m<sup>3</sup>/h.

### **5.2.3.2 SECTOR INMOBILIARIO**

A diferencia de los consumos anteriores, este no es constante, sino creciente asociado al aumento poblacional antes descrito, donde la empresa proveedora del servicio sanitarios posee la obligación del abastecer el 100% de este, razón por la que debe realizar proyectos asociados a la producción, distribución y recolección del recurso. Para el análisis de los niveles de producción y demanda actuales y futuros se separarán éstas de acuerdo a los 2 sistemas de producción actuales, es decir, en norte y sur.

Los pronósticos de las ofertas y consumos futuros están en base a lo publicado en el Plan de Desarrollo de Antofagasta el año 2014, documento avalado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, el cual basa su proyección en base al crecimiento poblacional esperado, parámetros internos de caracterización de consumo dispuestos en SIFAC y los nuevos proyectos que ADASA realizará en los próximos años con el fin de mantener los niveles de abastecimiento del recurso hídrico (se analizarán específicamente los proyectos asociados a la generación de nuevas fuentes de agua).

Se generan 2 escenarios para cada sistema productivo, en base a la realización (o no) de proyectos que aumentan la capacidad productiva de cada uno, donde como se mostrará a continuación, sin la realización de estos proyectos, la demanda proyectada superaría la oferta prevista futura. Teniendo en consideración que la SISS supervisa la realización de estos proyectos para evitar una situación de déficit hídrico por lo que, en base a los contratos, Aguas de Antofagasta tiene la obligación de realizarlos o arriesga sanciones económicas; donde el riesgo a déficit puede estar asociado a la tardía implementación de estos proyectos.

#### **5.2.3.2.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN NORTE**

La estimación muestra las fuentes de generación de agua, ligadas principalmente a la captación superficial de los ríos cordilleranos y los proyectos desalinizadores, se presentan 2 escenarios en cuanto a la situación hídrica del Sistema de Producción Norte, representando las demandas futuras en base a la realización o no de los nuevos proyectos que amplían las fuentes generadoras de agua, en base al Plan de Desarrollo del año 2014, adaptando la situación sin proyecto prevista en esa fecha con los proyectos ya realizados por parte de Aguas de Antofagasta, en particular la ampliación de la planta desaladora La Chimba equivalente a 250 l/s realizada el año 2015, por lo que los flujos productivos se observan al período siguiente, como muestra la Tabla 5.

Año	Oferta de Agua sin Proyectos						Total Oferta fuentes [l/s]	Demanda Máxima [l/s]	Balance [l/s]
	Fuente Superficial [l/s]					Fuente Desaladora			
	Lequena	Quinchamale	Toconce	Pte. Negro	San Pedro				
2013	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.855,4	18,9
2014	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.921,5	(47,2)
2015	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.985,7	(111,4)
2016	409	222	354	69	90	<b>980</b>	<b>2.124,3</b>	2.047,2	77
2017	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.106,1	18
2018	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.165,5	(41,2)
2019	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.221,5	(97,2)
2020	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.278,0	(153,7)
2021	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.366,7	(242,4)
2022	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.391,7	(267,4)
2023	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.484,4	(360,1)
2024	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.506,7	(382,4)
2025	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.564,7	(440,4)

**Tabla 5: Proyecciones de oferta y demanda de agua en el sector inmobiliario, Sistema de Producción Norte – Sin Proyectos.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

El escenario mostrado en la Tabla 5 representa la situación prevista sin la realización de proyectos en la región (sistema norte), donde se destaca el aumento del flujo de agua generado en el año 2016 producto de la situación descrita de ampliación de La Chimba. Se observa como el efecto de esa ampliación logra mantener un pequeño superávit, el cual no soporta los niveles crecientes de consumo previstos para los períodos siguientes, por lo que si en la región de Antofagasta no se realizan proyectos que amplíen la capacidad productora de agua potable, se verá en un déficit creciente llegando al año 2025 a ser de 440 l/s.

Por otro lado, al tomarse en cuenta los proyectos<sup>32</sup> que Aguas de Antofagasta realizará para mantener los niveles de abastecimiento de agua en la región, el déficit de agua previsto es cubierto, como muestra la Tabla 6.

<sup>32</sup> Cronograma de Obras Antofagasta: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_1.pdf).  
Cronograma de Obras Calama: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_3.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_3.pdf).  
Cronograma de Obras Mejillones: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_5.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_5.pdf).  
Cronograma de Obras Tocopilla: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_7.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_7.pdf).  
Cronograma de Obras Sierra Gorda: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_2.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_2.pdf).  
Cronograma de Obras Baquedano: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_9.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_9.pdf).



Año	Oferta de Agua con Proyectos						Total Oferta fuentes [l/s]	Demanda Máxima [l/s]	Balance [l/s]
	Fuente Superficial [l/s]					Fuente Desaladora			
	Lequena	Quinchamale	Toconce	Pte. Negro	San Pedro				
2013	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.855,4	18,9
2014	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.921,5	(47,2)
2015	409	222	354	69	90	730	1.874,3	1.985,7	(111,4)
2016	409	222	354	69	90	<b>980</b>	<b>2.124,3</b>	2.047,2	77,1
2017	409	222	354	69	90	980	2.124,3	2.106,1	18,2
2018	409	222	354	69	90	<b>1.111</b>	<b>2.255,3</b>	2.165,5	89,8
2019	409	222	354	69	90	1.111	2.255,3	2.221,5	33,8
2020	409	222	354	69	90	<b>1.311</b>	<b>2.455,3</b>	2.278,0	177,3
2021	409	222	354	69	90	1.311	2.455,3	2.366,7	88,6
2022	409	222	354	69	90	<b>1.511</b>	<b>2.655,3</b>	2.391,7	263,6
2023	409	222	354	69	90	1.511	2.655,3	2.484,4	170,9
2024	409	222	354	69	90	1.511	2.655,3	2.506,7	148,6
2025	409	222	354	69	90	1.511	2.655,3	2.564,7	90,6

**Tabla 6: Proyecciones de oferta y demanda de agua en el sector inmobiliario, Sistema de Producción Norte – Con Proyectos.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

Se observa que, ante la realización de los 3 proyectos previstos para este período, en el Sistema de producción Norte no se poseería demanda de agua sin abastecer. En particular, el año 2017 presenta los niveles más cercanos entre oferta y demanda, siendo la primera superior en un 0,86% en comparativa, representando una situación riesgosa ante alguna eventualidad que perjudique la producción regular de agua. Donde el mayor superávit se da el año 2022 tras la ampliación de la oferta de agua. Los proyectos que aumentan la capacidad productiva de agua (destacados en la tabla anterior) son los mostrados en la Tabla 7.

Año	Lugar	Proyecto	Capacidad [l/s]
2015	Antofagasta	Aumento capacidad PTOI La Chimba	250
2017	Tocopilla	PTOI Tocopilla	131
2019	Antofagasta	PTOI Antofagasta ampliación / PTOI Sur	200
2025	Antofagasta	PTOI Antofagasta ampliación / PTOI Sur	200

**Tabla 7: Proyectos futuros de aumento de capacidad productiva de agua – Sistema de Producción Norte.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

Donde el proyecto correspondiente a la ampliación de capacidad de la planta desalinizadora La Chimba ya fue ejecutado y está operativo como muestran las tablas anteriores. El proyecto de la planta desalinizadora Tocopilla se realiza el presente año y pretende aportar con una capacidad de 131 l/s a máxima capacidad productiva.

En cuanto a los proyectos futuros de plantas de tratamiento por osmosis inversa (PTOI) se pretende realizar en 3 fases (la tercera queda fuera del período de evaluación) donde en base a la ampliación de los módulos de desalinización, se agregarían 200 l/s de

capacidad productiva. Este proyecto en particular aún no posee los permisos ambientales puesto aún no se define su ubicación para la realización, presentando otro posible nombre PTOI Sur haciendo referencia a la realización del proyecto desalinizador que no fue aprobado por no poseer los permisos de suelos asociados para la construcción, ubicado en la ciudad de Antofagasta que en comienzos pretendía generar un volumen desalinizador de 1.000 l/s.

### 5.2.3.2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR

En cuanto al Sistema de Producción Sur que considera a la ciudad de Taltal, la cual es abastecida principalmente en base a captaciones subterráneas y desalinización por osmosis inversa, se presentan los estados de oferta y demanda actuales y proyectados, en base a la realización de los proyectos<sup>33</sup> de aumento de capacidad productiva acordados en el Plan de Desarrollo Antofagasta 2014.

En primer lugar, se identifican las diferentes zonas de captación y producción de agua para el sistema sur, identificando sus capacidades anuales, contrastado con la demanda esperada para cada período en el escenario de que los proyectos de aumento de capacidad productiva no son realizados, como muestra la Tabla 8.

Año	Oferta de Agua sin Proyecto			Demanda Máxima [l/s]	Balance [l/s]
	Fuente Subterránea Agua Verde [l/s]	Fuente Desaladora [l/s]	Total Oferta Fuentes [l/s]		
2013	29,3	10,0	39,3	41,6	(2,3)
2014	29,3	10,0	39,3	42,5	(3,2)
2015	29,3	15,0	44,3	43,2	1,1
2016	29,3	15,0	44,3	43,9	0,4
2017	29,3	15,0	44,3	44,7	(,4)
2018	29,3	15,0	44,3	45,0	(,7)
2019	29,3	15,0	44,3	45,6	(1,3)
2020	29,3	15,0	44,3	45,9	(1,6)
2021	29,3	15,0	44,3	46,5	(2,2)
2022	29,3	15,0	44,3	46,8	(2,5)
2023	29,3	15,0	44,3	47,4	(3,1)
2024	29,3	15,0	44,3	47,7	(3,4)
2025	29,3	15,0	44,3	48,3	(4,)

**Tabla 8: Proyecciones de oferta y demanda de agua en el sector inmobiliario, Sistema de Producción Sur – Sin Proyectos.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

<sup>33</sup> Cronograma de Obras Taltal: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847\\_recurso\\_4.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-8847_recurso_4.pdf).

La tabla anterior refleja los flujos productores de agua en base a los diferentes sondeos de captación subterránea de la zona y la capacidad de generación en base a proyectos desalinizadores (ver detalles de captación subterránea en Anexos 11.5). Se observa que en el futuro proyectado la comuna de Taltal vería un déficit de agua creciente. Por lo que si en la región de Antofagasta no se realizan proyectos que amplíen la capacidad productora de agua potable ligados al sistema sur, se verá en un déficit creciente llegando al año 2025 a ser de 4,0 l/s.

Por otro lado, al tomarse en cuenta los proyectos que Aguas de Antofagasta realizará para mantener los niveles de abastecimiento de agua en la región, el déficit de agua previsto es cubierto, como muestra la Tabla 9.

Año	Oferta de Agua con Proyecto			Demanda Máxima [l/s]	Balance [l/s]
	Fuente Subterránea Agua Verde[l/s]	Fuente Desaladora [l/s]	Total Oferta Fuentes [l/s]		
2013	29,3	10,0	39,3	41,6	(2,3)
2014	29,3	10,0	39,3	42,5	(3,2)
2015	29,3	15,0	44,3	43,2	1,1
2016	29,3	15,0	44,3	43,9	0,4
2017	29,3	21,0	50,3	44,7	5,6
2018	29,3	21,0	50,3	45,0	5,3
2019	29,3	21,0	50,3	45,6	4,7
2020	29,3	21,0	50,3	45,9	4,4
2021	29,3	21,0	50,3	46,5	3,8
2022	29,3	21,0	50,3	46,8	3,5
2023	29,3	21,0	50,3	47,4	2,9
2024	29,3	21,0	50,3	47,7	2,6
2025	29,3	21,0	50,3	48,3	2,0

**Tabla 9: Proyecciones de oferta y demanda de agua en el sector inmobiliario, Sistema de Producción Sur – Con Proyectos.**

**Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.**

Se observa que, ante la realización de los 2 proyectos previstos (destacados en la tabla anterior) para este período, en el Sistema de producción Sur no se poseería demanda de agua sin abastecer. En particular, se aprecia que el flujo generado es mayor que la demanda en cada año, pero al ser esta capacidad productiva acotada (fija), enfrentándose a una demanda creciente, produce que el excedente de agua generado disminuya en cada período; apuntando a un tercer proyecto de generación de agua para abastecer períodos futuros, de mantenerse las tasas de crecimiento esperadas. Donde el mayor superávit se da el año 2017 tras la ampliación de la oferta de agua. Los proyectos que aumentan la capacidad productiva de agua son los mostrados en la Tabla 10.

Año	Lugar	Proyecto	Capacidad [l/s]
2014	Taltal	Ampliación Desaladora Taltal	5
2016	Taltal	Ampliación Desaladora Taltal	6

**Tabla 10: Proyectos futuros de aumento de capacidad productiva de agua – Sistema de Producción Sur.**

*Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Antofagasta 2014, SISS.*

Donde la información presentada proviene del Plan de Desarrollo de Antofagasta realizado en el año 2014, por lo que a la fecha las ampliaciones de la planta desalinizadora de Taltal a la fecha, ya fueron efectuados.

### **5.2.3.3 SECTOR MINERO**

La Segunda Región de Antofagasta, al ser la región con mayor concentración de actividad minera, es la que posee por ende el mayor consumo de agua asociado a los procesos extractivos del mineral. Actividad que se ve enmarcada en una baja de la ley minera, lo que implica menor presencia del mineral en cuestión por tonelada extraída, por lo que, para mantener los niveles actuales de producción, se debe tratar más toneladas de mineral que antes y por tanto se debe consumir más agua sostenidamente.

Dados los altos niveles de consumo de agua asociado a esta actividad, crece la preocupación en la región en cuanto a la distribución de este, donde continuamente los yacimientos explotados extienden los períodos de vida útil de explotación de mineral, lo que implica un incremento aún más acelerado en cuanto al consumo de este recurso, donde no solo las faenas actuales no desaparecen (extienden su vida), sino también nuevos proyectos se emplazan en la zona. A modo de mantener el equilibrio en cuanto a la disposición de recursos existe la tendencia nacional a no otorgar los permisos correspondientes a nuevos proyectos que no cuenten con una fuente de abastecimiento de agua propia; por lo que la desalinización se hace fundamental como mecanismo para la obtención de agua que permita la actividad.

Como resultado la Comisión Nacional del Cobre (COCHILCO) mediante la “Proyección del consumo de agua en la minería del cobre al 2026”, prevé un aumento sostenido en el consumo de agua en la minería del cobre, donde este consumo se caracteriza por variar su fuente regular de abastecimiento, es decir, muestra tendencia de decrecimiento en cuanto al uso de agua fresca, otorgándole principal foco al agua desalinizada proveniente del mar, la cual se muestra creciente, superando incluso el consumo de agua fresca (79,41% del consumo de agua en la región de Antofagasta para el año 2026). Documento en el cual, en base a un modelo probabilístico de acuerdo a los estados de avance de los diferentes proyectos mineros en el SEIA y las cantidades de mineral tratado por los distintos proyectos miembros, entrega un estimativo del nivel de

consumo de agua esperado hasta el año 2026, donde a nivel nacional se estima el consumo de agua fresca sea de 10,8 m<sup>3</sup>/s y el consumo de agua de mar sea de 10,7 m<sup>3</sup>/s.

En base a los consumos de agua del estudio anterior, junto con la información declarada por las distintas faenas mineras en cuanto a las toneladas de material tratado en el SEIA y las declaraciones prensa, se estima el consumo individual de los proyectos en la región, descontando los flujos de agua generados por los nuevos proyectos desalinizadores que entrarían en marcha dentro del periodo de evaluación. Así la demanda de agua al año 2015 alcanzó los 7.789 (l/s), correspondientes a 245.6333.904 metros cúbicos, consumo correspondiente al 52,99% del total nacional; el cual basado en los estudios de COCHILCO aumentará considerablemente, llegando a ser de 10.551 (l/s), correspondientes a 332.736.336 metros cúbicos al año 2025, vale decir un alza del 35,46% en el consumo del recurso hídrico.

En comparativa el consumo minero representa 3,8 veces el consumo inmobiliario de agua en el año 2015, brecha que se incrementará al año 2025, donde el consumo minero se estima será 4 veces el inmobiliario, diferencia asociada a los nuevos proyectos y expansiones mineras sufridas en la región en el período mencionado; proyectos que se presentan hoy con permisos ambientales y/o con alta probabilidad de realización. Así mismo, existen una serie de proyectos desalinizadores ligados a mineras para satisfacer su consumo propio, que entrarán en funcionamiento en los próximos años. Las tablas 11.a y 11.b resumen la cantidad de toneladas a tratar de mineral y el consumo asociado de agua en la minería, incluyendo los nuevos proyectos desaladores.

	2016	2017	2018	2019	2020
Toneladas a tratar	3.117.210	3.188.960	3.188.960	3.352.410	3.409.810
Consumo agua (m3/h)	28.303,20	30.196,80	30.006,00	33.836,40	34.902,00
Capacidad desalinizadora (m3/h)	11.881,08	18.991,08	18.991,08	18.991,08	18.991,08
Diferencia (m3/h)	16.422,12	11.205,72	11.014,92	14.845,32	15.910,92

**Tabla 11.a: Demanda de agua en el sector minero en la Segunda Región.**

**Fuente: Elaboración propia en base a la Proyección del consumo de agua en la minería al 2026, COCHILCO.**

	2021	2022	2023	2024	2025
Toneladas a tratar	3.540.610	3.486.610	3.486.610	3.421.610	3.455.910
Consumo agua (m3/h)	36.208,80	35.352,00	37.713,60	38.084,40	37.983,60
Capacidad desalinizadora (m3/h)	18.991,08	18.991,08	18.991,08	18.991,08	18.991,08
Diferencia (m3/h)	17.217,72	16.360,92	18.722,52	19.093,32	18.992,52

**Tabla 11.b: Demanda de agua en el sector minero en la Segunda Región.**

**Fuente: Elaboración propia en base a la Proyección del consumo de agua en la minería al 2026, COCHILCO.**

Las Tablas 11.a y 11.b, consideran las toneladas de mineral a tratar de todos los proyectos mineros activos por año; de la misma manera incluye la capacidad total desaladora del sector minero en la región, donde en base a las proyecciones productivas de cada proyecto, se estiman las demandas de agua por año asociadas a la actividad, bajo las estimaciones de consumo de agua realizada por COCHILCO.

Se observa que, si bien los proyectos mineros buscan cubrir su propio consumo de agua mediante la realización de proyectos desalinizadores propios, sigue existiendo una brecha en cuanto a lo producido y consumido, producto del aumento de la utilización del recurso hídrico en la región por la minería. Los consumos estimados anteriores consideran los proyectos operativos posteriores al año 2018<sup>34</sup>, donde entre los proyectos actuales y futuros que no logran satisfacer su demanda de agua mediante proyectos desalinizadores propios, es decir, aquellos que necesitarán abastecimiento de agua durante la vida útil de explotación, como muestra la Tabla 12.

Nombre	Empresa	Vida útil	Distancia mar (km)	m.s.n.m
Spence	BHP Billiton	2018	110	1.700
Franke	KGHM	2020	85	1.560
Mantos Blancos	Anglo American	2021	40	800
Gaby	Codelco	2023	165	2.660
El Abra	Codelco	> 2025	145	3.900
Ministro Hales	Codelco	> 2025	145	2.600
Lomas Bayas	Glencore	>2025	95	1.700
Zaldivar	Antofagasta Minerals	>2025	145	3.300
Escondida	BHP Billiton	>2025	150	3.100
Chuquicamata	Codelco	>2025	135	2.870

**Tabla 12: Proyectos mineros con demanda de agua no autoabastecida.**

**Fuente: Elaboración propia en base a informes de COCHILCO y SEIA.**

Se observa que existen proyectos que poseen un déficit de agua propio en cuanto a las capacidades productoras de agua con poca vida útil, lo que implica que durante este período se posee el déficit de agua, de ahí en más entra en práctica un proyecto desalinizador propio que suple el consumo interno, como es el caso del proyecto minero Spence, quien cuenta con los permisos ambientales para la realización de su planta desalinizadora de abastecimiento de agua. Mientras otros proyectos, deciden no aplicar un proyecto sobre la misma faena con el fin de extender la vida útil de explotación de dicho yacimiento.

De la misma forma, en base a los cálculos anteriores, se determinan los proyectos que poseen una vida útil superior a 20 años, en los que se genere un déficit de agua en

<sup>34</sup> Año de inicio de operación en base a la nueva capacidad productiva de la Central Angamos.

comparación a la capacidad interna de generación del recurso hídrico, y que estos consumos sean significativos para efectos del proyecto de ampliación de AES Gener, obteniéndose como resultado la Tabla 13.

Proyecto Minero	Empresa	Años explotación	Distancia mar [km]	m.s.n.m.	Demanda de agua [l/s]	Demanda de agua [m3/h]
El Abra	Codelco	> 20	145	3.900	405,65	1.460,34
Ministro Hales	Codelco	> 20	145	2.600	655,87	2.361,13
Lomas Bayas	Glencore	> 20	95	1.700	195,66	704,38
Zaldivar	Antofagasta Minerals	> 20	145	3.300	186,87	672,73
Escondida	BHP Billiton	> 20	150	3.100	674,02	2.426,47
Chuquicamata	Codelco	> 20	135	2.870	904,87	3.257,53

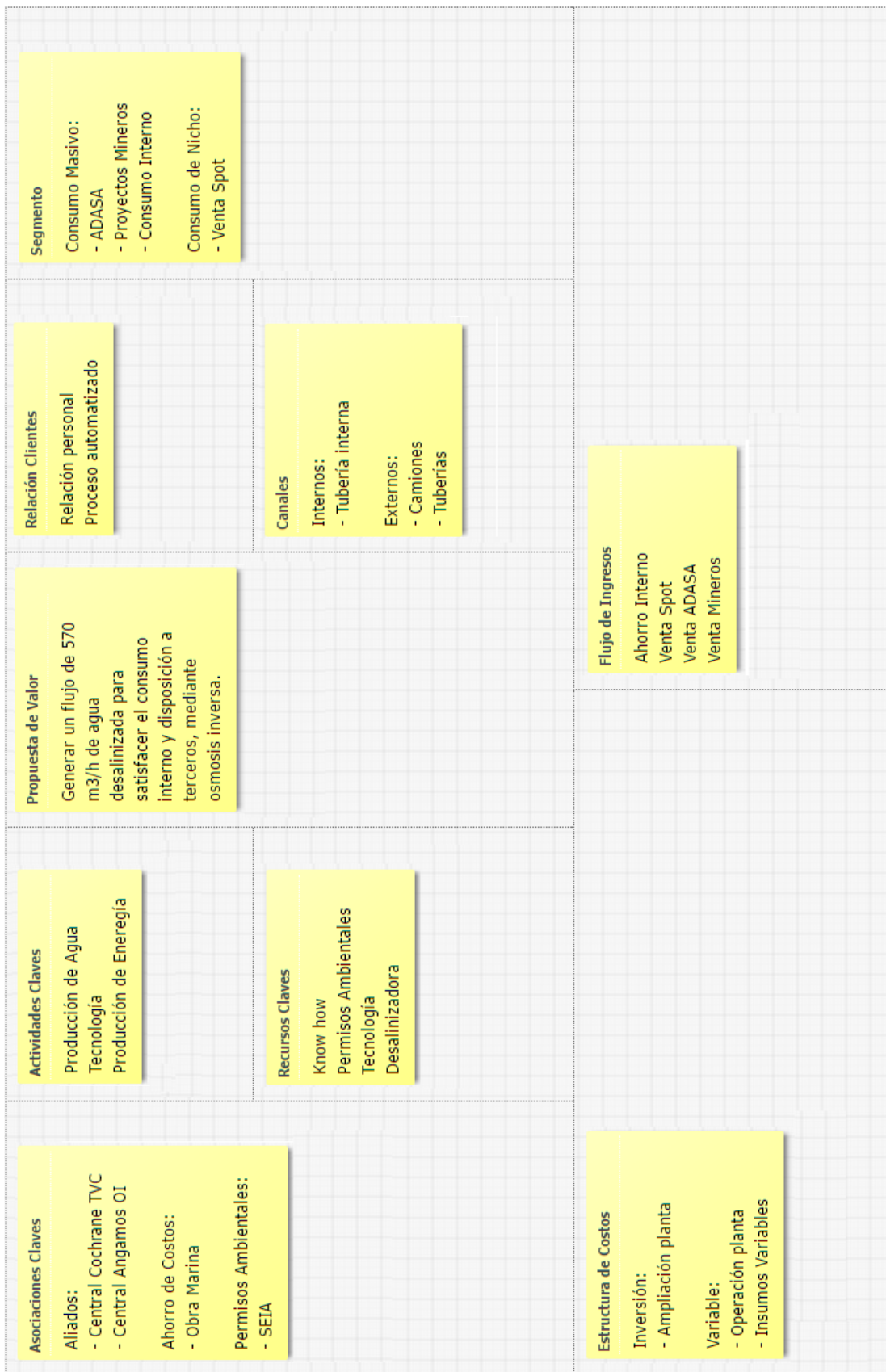
**Tabla 13: Demanda de agua de proyectos mineros con período de explotación mayor a 20 años.**

*Fuente: Elaboración propia en base a informes de COCHILCO y SEIA.*

Los valores mostrados son estimaciones de consumos individuales de cada proyecto minero, descontados por los proyectos de desalinización asociados, en base al consumo esperado de agua al año 2025. Donde se observa que todos los proyectos mineros poseen una demanda superior a la máxima capacidad de generación de agua del proyecto de ampliación OI por parte de AES Gener. (Ver Anexos 11.6).

### **5.3 MODELO DE NEGOCIO**

En base a la información anterior, donde se caracterizan los actores relevantes y consumos de agua en la región, con el fin de asegurar un modelo de negocio claro y consistente, que permita ofrecer las respuestas indicadas a las necesidades de la empresa, se utiliza la herramienta de modelo de negocio canvas, permitiendo segmentar la estructura de negocios según los recursos claves para el desarrollo de este. Entregando así una definición clara de la propuesta de valor asociada al proyecto, dirigida hacia los actores involucrados, como se muestra la Ilustración 11.



**Ilustración 11: Modelos de negocios Canvas.**

**Fuente: Elaboración propia.**



## 1. Asociaciones claves:

Las asociaciones claves detectadas para la realización del proyecto son 3, ligadas a distintas relaciones y servicios. En primer lugar, está la relación interna entre las Centrales de Angamos y Cochrane, en cuanto a la relación propia de cada una con sus inversionistas (sotckholders<sup>35</sup>).

En segundo lugar, el compromiso con la empresa proveedora del servicio de la ampliación de la obra marina para la captación de agua y el alcantarillado correspondiente, producto de incumplimientos contractuales anteriores. Lo anterior presenta la reducción de costos en cuanto a la realización del proyecto.

En tercer lugar, está el marco regulatorio ambiental que dictamina los permisos de realización de proyectos. El proyecto de ampliación de AES Gener posee el permiso ambiental aprobado por SEIA.

## 2. Actividades claves:

La empresa realiza procesos de desalinización en sus 2 centrales, por lo que se reconoce la experiencia y desarrollo tecnológico en el rubro. Al ser la competencia central de AES Gener la producción de electricidad, se cuenta con el recurso principal ligado a la desalinización vía osmosis inversa. Nuevos avances tecnológicos en cuanto a la tecnología desalinizadora proporcionarían disminución en costos y mayor eficiencia.

## 3. Recursos claves:

Iniciando por la localización de la Central Angamos, al borde costero donde en base a los permisos ambientales que se poseen, se posee la capacidad y la experiencia para realizar una ampliación de la capacidad desalinizadora, contando con el agua de mar necesaria.

El know how de la desalinización traducida en los 2 métodos utilizados actualmente de OI y TVC, en particular la primera, planta que posee las instalaciones necesarias, por lo que una pequeña modificación en cuanto a la ampliación podría significar disminución en los costos y mayor eficiencia productiva.

---

<sup>35</sup> Grupos poseedores de acciones de la empresa.

#### 4. Propuesta de valor:

Generación de un flujo de agua desalinizada equivalente 570 m<sup>3</sup>/h para satisfacer el consumo interno de la Central Cochrane y poner a disposición de terceros, mediante la tecnología desalinizadora de osmosis inversa.

#### 5. Relación con clientes:

La realización del proyecto propone un servicio automatizado en cuanto a la entrega del recurso producido, junto a una relación personal con el cliente en cuanto al servicio de atención.

#### 6. Canales:

Se utilizarán canales internos en cuanto a la distribución de agua entre las centrales de Angamos y Cochrane, correspondientes a tuberías entre ambas. A modo de canales externos, se considera la instalación de tuberías por parte del cliente en cuestión como la utilización de camiones aljibe para consumos menores y locales. Ambos métodos de distribución acompañados con un servicio post venta que mantenga la buena relación con los clientes identificados.

#### 7. Segmento:

Se distinguen 2 principales segmentaciones en cuanto a los clientes del recurso generado, por un lado, los de consumo masivo o elevada demanda, donde destacan Aguas de Antofagasta, proyectos mineros y el consumo interno propio de la empresa.

Por otro lado, en cuanto a consumo minoritario, se identifican a proyectos de construcción de la zona, que no poseen acceso a la red hídrica de distribución, por lo que comercializan el recurso producido (spot).

#### 8. Estructura de costos:

Los costos asociados a la realización del proyecto corresponden a los de inversión inicial equivalente USD\$ 15.000 y los costos operativos en cuanto a la operación de la planta e insumos necesarios, ambos considerados costos variables.

Mientras la estructura de costos corresponde a un ahorro de los costos actuales internos ligado al nuevo flujo costo-eficiente y a generar valor con el excedente puesto a disposición de terceros. Considerando las economías de escala sujetas a la desalinización mediante osmosis inversa.

9. Flujo de ingresos:

Los ingresos asociados al flujo de agua desalinizado están relacionados con la venta, ya sea de forma masiva a los clientes identificados, o de manera spot con menores volúmenes de demanda.

Otro foco para la generación de ingresos es el uso del agua generada, donde la Central Cochrane reemplaza su método productivo anterior por uno más eficiente, representando el ahorro en los costos de desalinización anteriores al proyecto.

## 6 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

En base al modelo de negocios anterior, se plantean diversas opciones en torno a la utilización del flujo de agua generado tras la ampliación de capacidad de la Central Angamos, asociadas todas a la comercialización de éste en distintos mercados y formas de venta, como se describe a continuación.

- Embotellamiento de agua:

Implicaría la introducción de la empresa en el mercado del agua embotellada, para lo cual ésta debe ser potable, incurriéndose en costos de potabilización y embotellamiento del flujo generado. Lo anterior implicaría la creación de una nueva empresa filial destinada a la comercialización de este bien.

Dado que no es parte del rol de AES Gener la comercialización de agua potable, ni tampoco es parte de las estrategias de la empresa la potabilización, se descarta esta alternativa.

- Consumo interno:

Corresponde a consumir internamente (en las Centrales Angamos y Cochrane) el flujo de agua producido por el proyecto de ampliación.

Dadas las economías de escala, producir menos de la máxima capacidad asociada al proyecto impacta considerablemente en los costos productivos, teniendo en consideración que además se deja de utilizar las instalaciones construidas para este fin, haciendo la situación menos eficiente, se descarta la opción de reducir la producción para satisfacer sólo el consumo interno.

Por otro lado, se entiende como beneficio asociado al abastecimiento del consumo interno el cambio tecnológico de TVC a OI, siendo más eficiente y competitivos en precios, si bien la demanda interna no cubre todo el flujo producido, puede ser una alternativa complementaria a otro modelo de venta.

- Venta spot:

Corresponde a la venta del recurso hídrico generado a proyectos que no posean acceso directo a la red hídrica de la región, por lo que se comercializan pequeñas demandas en comparación al flujo a disposición generado por el proyecto, a un precio de venta superior que las tarifas regionales del mercado inmobiliario. La

distribución de agua corre por parte del cliente que solicita el recurso, mediante camiones aljibe cargados desde los estanques de almacenamiento de AES Gener u otros medios.

Dado que las demandas históricas de venta spot de agua son bajas, se genera un excedente de agua muy grande, por lo que esta forma de comercialización no es considerada como el foco principal, dejándose la posibilidad ser un complemento a otro modelo de venta de agua.

- Comercialización directa con proyectos mineros:

Aprovechar las relaciones con los proyectos mineros (principales consumidores de energía generada por AES Gener) para abastecer directamente a uno de ellos con el flujo de agua generado. Esta alternativa representa altos costos en cuanto a tuberías y plantas de elevación (o impulsión) de agua para hacer llegar el agua desalinizada desde el borde costero hasta el proyecto en particular ubicado al interior de la región.

Por otro lado, estos proyectos observan a ADASA como un proveedor del recurso hídrico, lo que podría significar una guerra en cuanto a precios de venta, posicionando a AES Gener como un competidor de la empresa sanitaria, la cual en base a su poder de mercado y economías de escala podría ofrecer precios más competitivos por el recurso. Lo anterior refleja un altísimo riesgo para la viabilidad económica del proyecto, por lo que se descarta la opción de competencia directa con la empresa proveedora de la producción y distribución del recurso hídrico, fijando a ésta como cliente e intermediario ante el cliente final.

- Comercialización con Aguas de Antofagasta S.A.:

Corresponde a poner a disposición de la empresa sanitaria el flujo de agua desalinizada producido tras la ampliación de capacidad de la Central Angamos, donde ésta funciona como intermediaria, es decir, compraría el recurso para luego comercializarlo.

Se debe considerar que, para la comercialización con el sector inmobiliario, este flujo debe ser potabilizado por la sanitaria previamente. Mientras que, para el sector minero, se podría liberar el flujo equivalente la producido por el proyecto de AES Gener de los ríos cordilleranos, reinyectando el flujo comprado a la matriz hídrica una vez potabilizado, es decir, realizar un swap de aguas.

Se observa que, dentro de las alternativas propuestas, algunas están fuera de los planes estratégicos y derechos de comercialización de AES Gener, por lo que no prosperan como formas válidas de negociación. En la misma línea, se poseen alternativas tentativas en cuanto a la reducción de costos internos actuales y una alta disposición de pagos referentes a la venta spot de agua, ambos casos representan demandas menores en comparación a los flujos producidos, por lo que no serán los focos principales de la comercialización del bien, pudiendo ser complementos a alternativas que demanden mayor cantidad de agua a precios convenientes.

Finalmente, se identifica al sector minero como uno con alta demanda de agua y disposición de pago, donde una comercialización directa podría incurrir en una competencia en cuanto a precios con el actor más poderoso y relevante en cuanto al mercado del agua, por lo que se determina comercializar los flujos producidos con éste a modo de intermediario, para finalmente hacer llegar el agua producida a los consumidores finales. En particular, se evaluará la opción anterior ligada a los mercados inmobiliario y minero, considerando las opciones de complementar dichas comercializaciones con los consumos internos y venta spot de AES Gener, buscando maximizar la rentabilidad.

## **6.1 GENERACIÓN DE ESCENARIOS**

Entendiendo que la rentabilidad y viabilidad del proyecto no dependen solamente de los costos internos que perciba AES Gener, sino de una serie de factores externos como demanda y precios de la competencia, en particular en este caso, depende de cómo los flujos asociados al proyecto se comporten respecto a los flujos actuales y posibles flujos ante una intervención del mismo rubro por parte de ADASA. Debido a que ésta es la empresa que posee la licitación para abastecer del recurso hídrico en la región, se buscará simular los costos productivos de un metro cúbico de agua en diferentes escenarios; comprendiendo que ADASA es la empresa que vende el m<sup>3</sup> de agua final, pudiendo producirlo o comprarlo, en este caso se evaluará la factibilidad de compra a la empresa AES Gener.

En base a las alternativas mencionadas, se procede a desarrollar distintos escenarios que representan las situaciones de compra y venta del recurso generado, en diversas situaciones específicas. Principalmente se separan en los 2 sectores de clientes identificados, es decir, el consumo residencial y el consumo ligado a la explotación minera.

Recordando que el proyecto de ampliación de AES Gener se emplaza en Mejillones, aproximadamente a 12 km del centro de distribución de agua para ciudad de Mejillones, la que consume 30,3 l/s de agua potable y cuenta con una tubería de abastecimiento que posee un máximo caudal equivalente a 32 l/s según el Plan de Desarrollo de dicha ciudad.

En todos los escenarios planteados, AES Gener produce un flujo de agua desalinizado, el cual no está potabilizado, por lo que Aguas de Antofagasta debe realizar

este proceso en base a sus procesos y normativa interna, para entregar un producto homogéneo a la población. Para realizar el análisis comparativo en distintos escenarios, se necesita comparar productos con las mismas condiciones, por lo que, en las simulaciones, el costo asociado a potabilización y transporte de agua será incluido dentro del costo productivo por parte de AES Gener, permitiendo hacer la comparativa de agua potable salida de la central, con la entregada regularmente por ADASA. El detalle de los costos asociados será explicado más adelante. Permitiendo a los costos agregados a la producción de agua de AES Gener, reflejen los de ADASA en transformar el agua desalinizada, de esta forma los precios de comercialización incluyen los procesos necesarios de tratamiento de agua para un bien homogéneo.

## **6.2 ESCENARIOS SECTOR INMOBILIARIO**

Sector correspondiente al consumo de la población, en donde la ciudad de Antofagasta representa la zona con mayor consumo de agua potable, ligado a la densidad poblacional más alta de la región; mientras que, Mejillones traduce su consumo de agua potable en 30,3 l/s.<sup>36</sup>

Se simulan 3 escenarios, los cuales reflejan los costos productivos por m<sup>3</sup> de agua por parte de AES Gener, tras la realización de la ampliación de la capacidad de osmosis inversa, contrastado con las demandas reales de la población afectada, y la instalación de nuevas plantas desalinizadoras por parte de Aguas de Antofagasta; donde variables como la ubicación, caudal de tratamiento de agua y distancia al borde costero, juegan un rol fundamental en la constitución de estos costos. Dependiendo del caso a evaluar, se tendrán distintos requisitos para hacer comparables estos proyectos.

Actualmente, se distinguen 2 sectores tarifarios en la venta de m<sup>3</sup> de agua potable en la región, el primero compuesto por las localidades de Antofagasta, Mejillones y Tocopilla (71,35% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 2.15; mientras que el segundo sector tarifario correspondiente a Calama, Sierra Gorda, Baquedano y Taltal (28,65% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 1.39, valores que no incluyen cargos fijos, costos por alcantarillado ni sobreconsumo<sup>37</sup>.

Se debe tener en consideración que la capacidad máxima de desalación de la Central Angamos corresponde a 570 m<sup>3</sup>/h equivalentes 158,3 l/s, dadas las características mencionadas al comienzo; mientras que para las distintas posibles plantas de ADASA, se estimarán caudales distintos reflejándose el efecto de las economías de escala.

---

<sup>36</sup> Modificación plan regulador comunal Mejillones, zona urbana consolidada y portuaria – Gobierno de Chile con colaboración con URBE arquitectos.

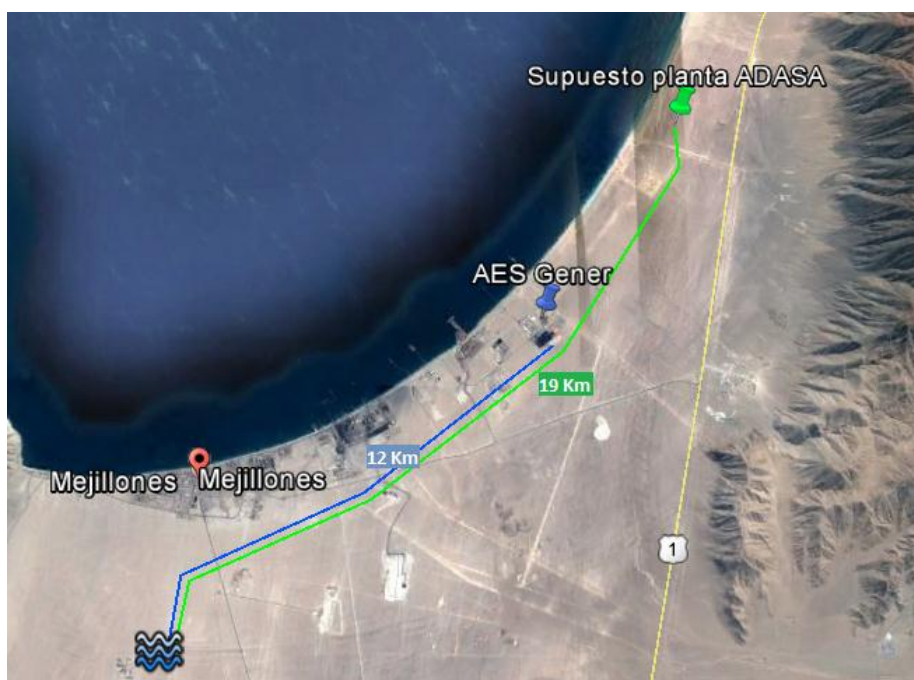
<sup>37</sup> Tarifas actuales Aguas de Antofagasta: <http://www3.aguasantofagasta.cl/empresa/informacion-comercial/tarifas/tarifas-actuales.html>

### 6.2.1 ESCENARIO 1: PLANTA ADASA AL NORTE DE MEJILLONES

Se plantea la construcción de una nueva planta desalinizadora ubicada al norte de Mejillones por parte de Aguas de Antofagasta, el fin de este escenario es realizar una comparativa en cuanto a los costos productivos de ambos proyectos ubicados en la misma zona (ampliación AES Gener – nueva planta ADASA).

El escenario refleja la instalación de una nueva planta desalinizadora al norte de Mejillones, específicamente ubicada a 6,1 kilómetros de la Central Angamos, destinada a abastecer el consumo de agua potable de dicha ciudad, equivalente a 30,3 l/s. Motivo por el cual, la planta a evaluar debe considerar dentro de la inversión un módulo de potabilización, y a su vez reflejar en los costos variables la potabilización y operación para la producción de agua.

Por otro lado, la ampliación de la Central Angamos debe cumplir con las condiciones anteriores, para poder realizarse una comparación equivalente en cuanto a tipos de agua (potable en este caso), llevadas a un punto en común, el cual corresponderá al lugar donde se distribuye actualmente el agua para la ciudad de Mejillones. La Ilustración 3 refleja las ubicaciones de ambas plantas y el recorrido en tuberías de cada proyecto para llegar al lugar de distribución de agua, como muestra la Ilustración 12.



*Ilustración 12: Ubicación y distancia de piping de los proyectos desalinizadores AES Gener y ADASA.*

*Fuente: Google Earth.*



La figura azul ubicada en la zona inferior izquierda, representa la ubicación del actual centro de distribución de agua potable en Mejillones, se observa que las distancias a recorrer mediante tuberías corresponden a 12 y 19 km, para AES Gener y ADASA, representado por los colores azul y verde respectivamente.

Se consideran 2 sub escenarios dependiendo de la demanda asumida en Mejillones, si bien esta corresponde a 30,3 l/s <sup>38</sup>, se considerará en como opción la utilización de la tubería que conecta las ciudades de Antofagasta y Mejillones con una capacidad de 32 l/s, por lo que se reflejará abastecer el consumo y utilizar la máxima capacidad de la tubería existente para llevar agua hacia Antofagasta.

### **6.2.2 ESCENARIO 2: ADASA LLEVA AGUA DESDE ANTOFAGASTA HASTA MEJILLONES**

Se plantea la construcción de una nueva planta desalinizadora ubicada en Antofagasta, en particular se tomará la ubicación de la actual planta desalinizadora La Chimba, puesto que se encuentra conectada a la red hídrica. Este escenario busca representar la utilización de las tuberías disponibles que conectan la ciudad con Mejillones (32 l/s) por parte de ADASA y ponerla en competencia en cuanto a costos con AES Gener para el abastecimiento de Mejillones.

Donde al igual que en el escenario anterior, la distancia de impulsión correspondiente al proyecto de AES Gener equivale a 12 km hasta el centro de distribución de agua de la ciudad de Mejillones.

### **6.2.3 ESCENARIO 3: AES GENER LLEVA AGUA DESALINIZADA HASTA ANTOFAGASTA**

Este escenario refleja una mezcla de los 2 anteriores, donde se realiza la comparación de transportar el flujo producido por AES Gener en Mejillones mediante una nueva tubería hasta la planta La Chimba en Antofagasta. Situación que, a diferencia de las anteriores, el flujo producido es entregado (comercializado) a ADASA en su totalidad, reflejando un escenario donde no se generan excedentes de agua (mermas) para AES Gener.

Nuevamente, se considera la construcción de la planta desalinizadora de ADASA en el sector la Chimba en Antofagasta, puesto que en esa localización (u otra que cumpla la misma condición) se posee acceso a la red hídrica, por lo que no se requiere inversión en cuanto a tuberías. La Ilustración 13 muestra la situación descrita.

---

<sup>38</sup> Modificación plan regulador comunal Mejillones, zona urbana consolidada y portuaria – Gobierno de Chile con colaboración con URBE arquitectos.



**Ilustración 13: Ubicación y distancia de piping desde Angamos hasta “La Chimba”.**

**Fuente: Google Earth.**

La distancia a cubrir mediante tuberías corresponde a 55 km aproximadamente, correspondientes al color rojo en la Ilustración 13. Donde Aguas Antofagasta no debe incurrir en concepto de piping, puesto que el punto de comparación de costos corresponde a la actual planta desalinizadora “La Chimba”.

### **6.3 ESCENARIOS SECTOR MINERO**

El sector minero hace referencia a la fracción no regulada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, es decir, donde Aguas Antofagasta una vez satisfaciendo el 100% de la demanda de agua potable de la población, puede realizar venta de m<sup>3</sup> de agua directamente con el proyecto minero en cuestión, en base a demanda y ubicación de este. Considerando que la segunda región de Antofagasta representa el 53,3% de la actividad minera ligada al cobre a nivel nacional, donde el consumo de agua es 5 veces el visto en el mercado inmobiliario en la región. En suma, se espera un crecimiento sostenido en el consumo del recurso hídrico, donde la cifra estimada equivale a 10.551 l/s para el año 2025.

El consumo de agua en la minería viene determinado por la serie de proyectos mineros en actual funcionamiento y los futuros, ya sean ampliaciones o reestructuraciones de los mismos, como nuevas explotaciones de yacimientos; proyectos que a su vez contemplan instalaciones de plantas desalinizadoras para abastecer sus propias

necesidades. Si bien, no todos los proyectos de la región consideran realizar una inversión para tener una propia fuente de abastecimiento de agua, estos proyectos significan una disminución de la demanda vista por ADASA, pero creciente en el tiempo de todas formas.

En cuanto al sector minero, se simularán 3 escenarios, donde a diferencia del sector inmobiliario, dadas las economías de escala y poder de negociación de Aguas de Antofagasta, se plantea la comercialización con ADASA a modo de intermediario, para la realización del swap de agua con proyectos mineros que necesiten agua y su disposición de pago sea superior al costo productivo (condición básica de rentabilidad); y no una competencia en cuanto a costos con la empresa sanitaria.

Las condiciones anteriores reflejan una inversión nula por parte de Aguas de Antofagasta en comparación a la construcción de un proyecto desalinizador, donde se realiza la compra del flujo generado por la Central Angamos, para luego ponerse a disposición de los proyectos mineros. Por lo que ADASA al poseer un gran poder de negociación buscará realizar la compra del recurso hídrico a un bajo precio (más cercano al costo productivo) y una venta lo más alta posible o un delta pequeño menor que la disposición a pagar de la faena minera en cuestión.

Los 3 escenarios representan diferentes situaciones ligados a las formas de venta de agua de AES Gener; los costos asociados se realizan en torno a la opción de comercialización del recurso hídrico proveniente de los ríos cordilleranos (swap) con 2 proyectos mineros en particular, Lomas Bayas y Zaldivar. Lo anterior, puesto que estos proyectos son los únicos que poseen una demanda de agua tal, que puede ser abastecida en parte por el flujo generado en el proyecto, presentando disposiciones de pago superiores a los costos productivos asociados, como se mostrará más adelante en el punto (cuantificación de costos) y una vida útil extractiva superior al período de evaluación del proyecto.

Donde el swap de agua simulado por Aguas de Antofagasta corresponde a la liberación de agua proveniente del río en su descenso cordillerano para fines mineros, inyectando a su vez a la matriz hídrica el equivalente de agua mediante desalinización. En particular en este caso la inyección del flujo desalinizado corresponderá al volumen de agua a comerciar con AES Gener tras el proyecto de ampliación de la Central Angamos.

Si bien no existen ejemplos válidos en cuanto al uso de este método financiero de intercambio de agua, se presenta la desalinización como el futuro de la actividad minera en cuanto al uso de aguas; siguiendo la tendencia mundial donde en países a lo largo del mundo utilizan esta tecnología ya sea para la minería u otra actividad. Países en los cuales, a diferencia de Chile, se realiza la desalinización puesto que no se posee otra fuente de abastecimiento de agua; donde se tiene la particularidad de poseer ríos de procedencia cordillerana que desembocan en el borde costero del Océano Pacífico, cruzando la zona de influencia ligada al proyecto. Por lo que se presentan las condiciones geográficas para la realización del intercambio de agua entre mineras y la empresa distribuidora del recurso

hídrico, a medida que se cumplan con las limitantes de los derechos de aguas otorgados, en particular estos derechos sobre el río Loa corresponden a 2.074.000 m<sup>3</sup> por año equivalentes a 65,76 l/s.

### **6.3.1 ESCENARIO 1: SWAP MINERO, CONSIDERA ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE Y VENTA SPOT**

Considera la producción a máxima capacidad del flujo de agua desalinizado, de los cuales 200 m<sup>3</sup>/h son destinados para el abastecimiento de la Central Cochrane, 12,6 m<sup>3</sup>/h son destinados a la venta spot de proyectos de la zona y el resto del flujo producido es transportado mediante tuberías hasta Antofagasta, comercializado con Aguas de Antofagasta y puesto a disposición para comercializarse finalmente con los 2 proyectos mineros Lomas Bayas y Zaldivar, razón por la que se desprenden 2 sub escenarios.

La distancia de tubería es la mostrada en la Ilustración 13, correspondiente a 55 km tomándose como referencia de punto de entrega la actual ubicación de la planta desalinizadora La Chimba en Antofagasta.

### **6.3.2 ESCENARIO 2: SWAP MINERO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE**

A diferencia del escenario anterior, este no incluye la venta spot dentro de las formas de generar ingreso; considera la producción a máxima capacidad del flujo de agua desalinizado, de los cuales 200 m<sup>3</sup>/h son destinados para el abastecimiento de la Central Cochrane, donde el resto del flujo producido es transportado mediante tuberías hasta Antofagasta, comercializado con Aguas de Antofagasta y puesto a disposición para comercializarse finalmente con los 2 proyectos mineros Lomas Bayas y Zaldivar, razón por la que se desprenden 2 sub escenarios.

La distancia de tubería es la mostrada en la Ilustración 13, correspondiente a 55 km tomándose como referencia de punto de entrega la actual ubicación de la planta desalinizadora La Chimba en Antofagasta.

### **6.3.3 ESCENARIO 3: SWAP MINERO A MÁXIMA CAPACIDAD**

Este escenario considera la comercialización de todo el flujo producido con Aguas de Antofagasta para poner a disposición de los 2 proyectos mineros Lomas Bayas y Zaldivar, motivo que explica los 2 sub escenarios, en consecuencia, no se generan ingresos en cuanto a la venta spot, ni el ahorro producto del cambio tecnológico interno. El aumento del flujo transportado permite observar los efectos de las economías de escala, donde a mayor flujo, disminuyen los costos productivos por unidad.

La distancia de tubería es la mostrada en la Ilustración 13, correspondiente a 55 km tomándose como referencia de punto de entrega la actual ubicación de la planta desalinizadora La Chimba en Antofagasta.

#### 6.4 CUADRO RESUMEN GENERACIÓN ESCENARIOS

A continuación, se resumen los escenarios anteriores con el fin de tener una identificación clara de estos, entorno a los sectores de clientes asociados, como muestra la Tabla 14.

Sector	Inmobiliario	Minero
Foco	Competencia por costo productivo	Compra y venta de recurso producido
AES Gener	Ampliación capacidad OI Central Angamos	Ampliación capacidad OI Central Angamos
ADASA	Nueva planta desalinizadora	Intermediario hacia proyectos mineros
Ampliación capacidad desalinizadora de Central Angamos de 570 m3/h.	E1: ADASA nueva planta desalinizadora al norte de Mejillones.	E1: Swap minero, considera la venta spot de agua desalinizada y el ahorro interno por cambio tecnológico.
	E2: ADASA nueva planta desalinizadora en Antofagasta, lleva agua a Mejillones.	E2: Swap minero, el ahorro interno por cambio tecnológico.
	E3: AES Gener lleva agua desalinizada hasta Antofagasta.	E3: Swap minero a máxima capacidad.

**Tabla 14: Resumen escenarios generados para la evaluación del proyecto.**

**Fuente: Elaboración propia.**

## **7 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Para el desarrollo de la evaluación económica sobre el proyecto de ampliación de capacidad desalinizadora de osmosis inversa por parte de la Central Angamos, se utilizaron los siguientes parámetros:

- Tipo de cambio: \$USD = \$676,96 CLP.
- Períodos: Anuales.
- Tasa de descuento: 12%. Esta tasa de descuento es impuesta por políticas de la empresa, por ser la tasa usual utilizada en proyectos.

### **7.1 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COSTOS**

En la presente sección se identificarán los procesos y costos asociados a los principales involucrados en torno a la realización del proyecto de ampliación de la Central Angamos; los cuales serán necesarios para la evaluación económica de los escenarios simulados. Los costos mostrados corresponden a los incurridos por AES Gener, Aguas de Antofagasta y los proyectos mineros.

Los principales costos asociados a todos los actores corresponden a la construcción de una planta desalinizadora (o ampliación en caso de la Central Angamos), el cual es estimado en base a información presentada por AES Gener, para los cuales se dispone una tabla de costos segmentada en base a las características de capacidad de tratamiento, obra marina, entre otros para determinar los costos de cada escenario en cuestión.

Se analizarán los costos en los que se debe incurrir para la instalación de una nueva planta desalinizadora en un determinado lugar, identificando en particular los costos de inversión y los variables asociados a la actividad productiva. Los costos a incurrir según el proyecto, depende de una serie de factores, como el flujo de agua a tratar, la distancia a la cual se desea hacer llegar el agua tratada (piping), consumos energéticos, entre otros, como muestra la Tabla 15, referente a los CAPEX y OPEX de un proyecto desalinizador.

Caudal	(1) CAPEX Obra Marina	(2) CAPEX Planta desaladora	(3) CAPEX Piping	(4) CAPEX Bombeo	(5)* CAPEX Potabilización	(6) Energía Bombeo	(7) Energía Desalación
l/s	\$USD	\$USD/(m3/día)	\$USD/km	\$USD	\$USD	Kwh/m3	Kwh/m3
< 400	10.000.000	1.600	1.500.000	3.500.000	1.500.000	5	3,4
600	15.000.000	1.525	1.800.000	3.500.000	1.500.000	6	3,5
800	20.000.000	1.450	1.800.000	4.200.000	1.500.000	7	3,6
> 1.000	25.000.000	1.350	2.200.000	4.200.000	1.500.000	7,5	3,75

(8) Precio de energía	(9) OPEX Cargo Fijo	(10) OPEX Cargo Variable	(11)* OPEX Potabilización
\$USD/Kwh	\$USD/m3	\$USD/m3	\$USD/m3
0,065	0,2	0,5	0,06

\*Costos asociados a la potabilización de agua. No todos los proyectos requieren potabilización.

**Tabla 15: Estructura general de costos de una planta de osmosis inversa.**

**Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa.**

- (1) Estructura correspondiente a succión de agua de mar y la descarga del emisario submarino, incluye las tuberías asociadas para el transporte a la planta de tratamiento en el borde costero.
- (2) Considera módulos de desalación, estanques de agua, edificio administrativo, laboratorio, equipos electrónicos, bodegas de almacenamiento, personal, entre otros para el tratamiento del agua de mar. A medida que el caudal de tratamiento aumenta, el costo por m<sup>3</sup> disminuye (economías de escala). Costo calculado en base a la cantidad de m<sup>3</sup> tratados por día, extrapolando este valor a la producción anual, permite dar con el costo inicial de inversión asociado a la planta.
- (3) Considera el costo asociado por la tubería en base a la cantidad de kilómetros necesarios para el transporte del flujo de agua. Costo creciente para caudales de agua de mayor volumen.
- (4) Considera el costo de bomba impulsora en base al caudal necesario a transportar; una estación de bombeo considera 3 bombas de impulsión, donde la cantidad de estaciones va dada por la distancia al punto de destino y la altura (m.s.n.m.<sup>39</sup>) asociada al lugar.
- (5) \*Considera módulos de potabilización, laboratorio, equipos electrónicos, entre otros que permitan el cumplimiento de las normativas sanitarias. Proceso ocurre posterior a la desalinización.
- (6) Considera el consumo energético por parte de la planta al impulsar un m<sup>3</sup> de agua. Depende del volumen del flujo de agua a trasladar. Al multiplicar por el precio de la energía, se obtiene el costo asociado a la impulsión por m<sup>3</sup>.

<sup>39</sup> M.S.N.M.= Metros sobre el nivel del mar.

- (7) Considera el consumo energético por parte de la planta al desalinizar un m<sup>3</sup> de agua. Depende del volumen del flujo de agua a trasladar. Al multiplicar por el precio de la energía, se obtiene el costo asociado a la desalinización por m<sup>3</sup>.
- (8) Precio de energía en base a pronóstico de AES Gener, dentro de los precios pronosticados por la mesa ERNC proyecto de energía 2030. Se realizan análisis de sensibilidad variando el costo por kilowatt hora. Para la estimación de escenarios, este precio corresponde a \$0,065 USD/Kwh.
- (9) Costos fijos asociado al proceso de desalinización por m<sup>3</sup> de agua.
- (10) Costos variables asociados al proceso de desalinización por m<sup>3</sup> de agua; no considera costos energéticos.
- (11) \*Costos variables asociados al proceso de potabilización por m<sup>3</sup> de agua.

Donde la suma de los costos asociados a las maquinarias e implementos necesarios para dar inicio a la operación (CAPEX) corresponde al valor inicial de la inversión, al cual debe sumarse los costos variables asociados al tratamiento del volumen de agua según el caso, costos anuales sufridos a lo largo de la vida útil del proyecto. Así proyectos con distintas características varían sus costos iniciales como operacionales en base al cuadro anterior.

Se considerarán además los costos ligados al pago de impuestos a la renta de primera categoría (Artículo 20 Ley de Impuesto a la Renta), correspondientes al 25%<sup>40</sup>. Como también las depreciaciones ligadas a la inversión necesaria para la construcción del proyecto, el cual se determina por un período de 20 años, después de los cuales los activos no presentan valor residual.

### **7.1.1 AES GENER**

La empresa realizadora del proyecto de ampliación detecta 2 grandes costos asociados; por un lado, como se explicó en líneas generales para todos los involucrados, está el costo asociado a la realización propiamente tal de la ampliación de capacidad de osmosis inversa de la Central Angamos; mientras que, por otro lado, se detecta el costo actual productivo por desalinización de la Central Cochrane asociado al método desalinizador TVC.

---

<sup>40</sup> [http://www.sii.cl/aprenda\\_sobre\\_impuestos/impuestos/imp\\_directos.htm](http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm).



- Costo ampliación capacidad:

En cuanto a los costos de inversión asociados a la ampliación de capacidad, utilizando el CAUE para el cálculo productivo por m<sup>3</sup> de agua en el caso base, donde la Central Angamos desaliniza un flujo de 570 m<sup>3</sup>/h (158,3 l/s) y la almacena en estanques, es decir, no hay transporte de agua ni tuberías asociadas; considerando que la planta trabaja el 90% del agua por conceptos de mantenimiento y limpiezas, por un período devaluación de 20 años; considerando que para el proyecto de ampliación la inversión inicial fue estimada en \$USD 15.000.000, valor que considera las ampliaciones, bombas impulsoras, ampliación de salas de control y módulos de desalinización. Como muestra la Tabla 16.

Inversión en infraestructura para la desalinización y transporte de agua				
Obra marina	Planta	Bombas	Inversión	
	15.000.000		15.000.000	

Desalinización m <sup>3</sup> /año	Impulsión m <sup>3</sup> /año	Potabilización m <sup>3</sup> /año	CF m <sup>3</sup> /año	CV m <sup>3</sup> /año
4.493.880	-	-	898.776	2.246.940

**Tabla 16: Estructura costos ampliación planta desalinizadora OI AES Gener – caso base.**

**Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa.**

Se observa que el proyecto tendría una inversión inicial es considerablemente baja, puesto que ya se cuenta con la mayor parte de la infraestructura necesaria para el tratamiento del agua. Para obtener el costo productivo por m<sup>3</sup> de agua, se deben sumar los costos anuales ligados a la operación de la planta, durante el período de vida útil. Se considera el precio de energía de 0.065 USD/Kwh y una tasa de retorno del 12%, siguiendo la estructura del CAUE, el resumen de los costos productivos anuales es el que muestra la Tabla 17.

m <sup>3</sup> / año	4.493.880							
Año	Inversión	Impulsión	Desalinización	Potabilización	Fijo	Variable	Costo Total	Flujo
0	15.000.000						15.000.000	15.000.000
1	-	-	993.147	-	898.776	2.246.940	4.138.863	3.695.414
5	-	-	993.147	-	898.776	2.246.940	4.138.863	2.348.502
10	-	-	993.147	-	898.776	2.246.940	4.138.863	1.332.603
15	-	-	993.147	-	898.776	2.246.940	4.138.863	756.155
20	-	-	993.147	-	898.776	2.246.940	4.138.863	429.063
							VPN	45.915.007

**Tabla 17: Estructura costos anuales por operación OI AES Gener – caso base.**

**Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa.**

Al multiplicar el valor presente neto (VPN) por el factor de interés en base a la tasa de descuento anual del 12%, se calcula el valor de la anualidad, es decir, un costo uniforme

anual que incluye la inversión y la operación; donde finalmente tras dividir por la cantidad de m<sup>3</sup> producido al año, se obtiene el costo por unidad como muestra la Tabla 18.

USD/m <sup>3</sup>	1,37
Anualidad	6.147.045
Tasa descuento	12%
b	0,134

**Tabla 18: Costo productivo OI por m<sup>3</sup> de agua desalinizada AES Gener – caso base.**

**Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa.**

Como resultado se obtiene el costo de producción por m<sup>3</sup> de agua desalinizada puesta en estanques de almacenamiento es de \$USD 1.37; donde este costo no considera efectos de potabilización o transporte de agua, es decir, es el costo mínimo que el proyecto poseería. Esta estimación será replicada con el fin de obtener los costos que cada involucrado observaría acorde a la demanda de agua prevista en cada escenario; en particular estos modelos serán aplicados en el mercado del agua tanto inmobiliario como minero.

- Costo productivo TVC:

Los costos detallados son construidos en base a reglas de proporcionalidad, bajo una moneda en común (USD), donde, por ejemplo, se consideran las toneladas totales utilizadas, con el precio referencial de ésta, sumado a los procesos necesarios para la transformación de agua en vapor, y dividido por la cantidad total generada en el mismo lapso de tiempo, se obtiene el aporte de esta actividad en la generación de agua desalada mediante TVC. Cabe mencionar que el desglose de los costos será dividido en 2 partes, la desalinización propiamente tal, y el factor de desmineralización para obtener el producto final. Las Tabla 19 y 20 resumen los costos de la producción del metro cúbico de agua. (Para mayor información ver Anexos 11.7).

<b>Costos desalación (\$USD/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2,32</b>
Vapor (1)	1,36
Agua Mar	0,16
Químicos	0,11
Energía (2)	0,12
Operación y mantenimiento	0,58

**Tabla 19: Costos desalinización mediante TVC.**

**Fuente: Elaboración propia en base a costos de AES Gener.**

<b>Costo desmineralización + desalinización (\$USD/m3)</b>	<b>3,14</b>
Energía (3)	0,22
Limpieza química	0,02
Agua desalada (4)	2,32
Operación y mantenimiento	0,58

**Tabla 20: Costos desalinización más desmineralización mediante TVC.**

**Fuente: Elaboración propia en base a costos de AES Gener.**

Donde:

- (1) Considera la utilización de carbón para la evaporación de agua 59.89 USD/tonelada.
- (2)(3) Consumo energético según proceso, en base al costo interno de 0.045 USD/Kwh.
- (4) Costo de desalación por metro cúbico sin incluir el costo de desmineralización.

En la Tabla 19 el vapor es el elemento preponderante en el costo de desalinización de agua, donde los costos fijos de operación y mantenimiento, también juegan un rol de peso en el proceso desalinizador. Por otro lado, la Tabla 20 toma como insumo costo entregado por el proceso de desalinización (4), flujo que pasa por un proceso de desmineralización para ingresar al ciclo y lograr el agua final.

Se observa que el dentro de los procesos, la desalinización posee mayor influencia en cuanto a los costos, en comparación a la desmineralización; donde la segunda sólo aporta \$0.82 USD por metro cúbico, equivalente al 26,2% del costo total por m<sup>3</sup>. Así mismo, a pesar de considerar la energía a precio productivo, en el proceso total de desalinización.

Finalmente, se determina que el costo productivo de un metro cúbico de agua mediante thermal vapour compression es de \$USD 3.14; a niveles de producción de 200 m<sup>3</sup>/h, la central termoeléctrica Cochrane posee un costo productivo diario de \$USD 15.072, lo que se traduce en un costo anual (considerando producción el 90% del año) de \$USD 4.951.152. Valores que consideran costos de recambio de equipos (dentro de operación y mantenimiento).

Se debe considerar además el costo de mantener las estructuras de TVC como método de respaldo ante una eventualidad en la planta de OI, lo que se traduce en una puesta en marcha del sistema una vez por mes, con el fin de tener una rápida respuesta

ante una eventualidad, disminuyendo los riesgos. Este costo de respaldo anual equivale a \$USD 150.845.

El costo anterior refleja el estado resultado de la actividad al año de inicio de evaluación del proyecto, con el fin de proyectar como varían estos costos en base a los precios esperados del carbón, que traduce su efecto en vapor (1) de la Tabla 19; en base a los pronósticos la variación de precios del mineral emitido por el Departamento de Hidrocarburos hasta el año 2030, bajo la metodología señalada por la Comisión Nacional de Energía, se calcula el alza del costo productivo mediante TVC hasta el año 2030. Con la data anterior, mediante una regresión lineal, se estiman los costos productivos mediante este método desalinizador hasta el año 2037, coincidiendo con los 20 años en que se evalúa el proyecto de ampliación, donde en promedio el costo productivo presenta un alza anual de 0,29%.

### **7.1.2 AGUAS DE ANTOFAGASTA S.A.**

En la simulación de escenarios ADASA observa costos asociados a la construcción de la nueva planta desalinizadora según la estructura de costos es la indicada en el punto 2.5.1, donde los detalles y resultados de estos cálculos son expuestos en los escenarios correspondientes; la variación entre los costos está sujeta principalmente a la diferencia de caudal de agua a producir y las distancias que el recurso debe ser transportado (lugar donde se pone a disposición el flujo de agua). Las estimaciones en cuanto a las nuevas plantas consideran los flujos de inversión inicial, tanto como los asociados a la operación y mantenimiento de equipos por un período de 20 años, donde mediante la utilización del CAUE se obtiene el costo productivo por metro cúbico de agua generado.

Por otro lado, Aguas de Antofagasta posee los costos actuales ligados a la producción y distribución de agua potable en la región, ligada principalmente al sector inmobiliario, donde los costos a cobrar son en base a un modelo competitivo con una “empresa modelo ficticia”, donde la SISS calcula los costos asociados a los servicios que ADASA debe cumplir, en base a las datas actuales de población y consumo, entre otros; permitiéndole a la sanitaria con la licitación hacer el cobro en base a los acuerdos que se hacen entre ambas partes de acuerdo a los costos simulados por la empresa modelo.

En este sentido, ADASA realiza la misma operación argumentando sus costos, donde las diferencias entre ambos modelos son expuestas, y llegado a un acuerdo, se procede a definir los precios tarifarios para cada sector de los clientes residenciales. Lo anterior permite mantener supervisado el cobro a las personas al poseerse un monopolio en el mercado del agua. Estas tarifas buscan que la empresa sanitaria cubra los costos operativos, administrativos y de desarrollo, permitiéndole además obtener rentabilidad; donde estas tarifas tienen una duración máxima de 5 años para cada empresa sanitaria.

Actualmente, se distinguen 2 sectores tarifarios en la venta de m<sup>3</sup> de agua potable en la región, el primero compuesto por las localidades de Antofagasta, Mejillones y Tocopilla (71,35% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 2.15; mientras que el segundo sector tarifario correspondiente a Calama, Sierra Gorda, Baquedano y Taltal (28,65% de los clientes de ADASA) cuyo costo por m<sup>3</sup> es de \$USD 1.39, valores que no incluyen cargos fijos, costos por alcantarillado ni sobreconsumo.

Por otro lado, en base a la información histórica de precios del sector inmobiliario dispuesta por SISS, se realiza una regresión lineal de estos precios de venta tomándose como referencia los precios históricos desde el año 2004 hasta el 2016, para la estimación de los precios de venta futuros hasta el año 2037, coincidiendo con los 20 años en que se evalúa el proyecto de ampliación, donde en promedio el precio de venta por metro cúbico de Aguas de Antofagasta presenta un alza anual de 2,50%.

Finalmente, otro costo asociado a la relación entre la Superintendencia de Servicios Sanitarios y Aguas de Antofagasta correspondientes a los acuerdos futuros en cuanto a proyectos e inversiones que se deben realizar dentro del periodo de licitación para mantener el nivel de abastecimiento de agua a la población, entre ellas el mantenimiento de las instalaciones, recambios por antigüedad y nuevos proyectos generadores de agua; lo anterior se refleja en el Plan de Desarrollo, documento que representa el compromiso por ambas partes, por lo que conlleva sanciones monetarias en caso de incumplimiento.

En base a la aprobación de los documentos entregados, la SISS genera el informe final “Plan de Desarrollo” el cual explicita los parámetros considerados en la modelación de la empresa eficiente para el cálculo tarifario, las demandas previstas en base al crecimiento poblacional y las actividades que debe realizar (inversiones) para poder mantener el nivel de abastecimiento del recurso hídrico en la región. La SISS es la entidad que retribuye los costos mencionados a la empresa poseedora de la licitación en un período de tiempo a definir, donde sólo se responsabiliza a realizar el pago de los proyectos acordados, dejando a libre disposición nuevos proyectos no incluidos en el plan para ADASA, donde este debe correr con los costos, pasando a manos del nuevo licitante (en caso de cambio) al final del período de concesión<sup>41</sup> en el año 2033. (Véase Anexos 6.7).

### **7.1.3 PROYECTOS MINEROS**

En base a la demanda de agua que cada proyecto minero presentará anualmente dentro del período de evaluación, se entenderá por costo oportunidad de cada proyecto como el precio que éste estaría dispuesto a pagar con el fin de adquirir un m<sup>3</sup> de agua para utilizar en la actividad minera. Donde la disposición a pagar será levemente menor que el costo de adquirir este m<sup>3</sup> de agua mediante un proyecto desalinizador, es decir, estimar un nuevo proyecto desalinizador asociado a la minera en cuestión para calcular el costo en

---

<sup>41</sup> Empresas Sanitarias en Chile: <http://www.humphreys.cl/resources/uploads/2012-12/informe-sanitarias-ene-20122.pdf>

que este incurriría en tomar 1 m<sup>3</sup> de agua del mar, tratarlo y transportarlo hasta el lugar de explotación minera.

Los proyectos a evaluar serán los que posean una vida útil mayor o igual al período de evaluación, reflejados en “*Inversión en la minería chilena – Cartera de proyectos al 2026*” de COCHILCO, descontando aquellos proyectos que no posean demandas de agua relevantes, es decir, este costo oportunidad refleja la disposición a pagar de proyectos mineros estables, con consumos constantes a lo largo del tiempo. Así los costos de oportunidad de los proyectos son los mostrados en la Tabla 21, que basa sus cálculos en torno a la estimación de costos de una planta desalinizadora especificada en el punto 7.1, donde se consideran los costos de inversión, fijos y operacionales ligados a la actividad productiva por un período de tiempo de 20 años, obteniéndose el costo productivo por metro cúbico de agua mediante la aplicación del CAUE.

Proyecto Minero	Empresa	Años explotación	Distancia mar [km]	m.s.n.m.	Demanda de agua [l/s]	Demanda de agua [m3/h]	USD/m3
El Abra	Codelco	> 20	145	3.900	405,65	1.460,34	\$ 5,04
Ministro Hales	Codelco	> 20	145	2.600	655,87	2.361,13	\$ 3,79
Lomas Bayas	Glencore	> 20	95	1.700	195,66	704,38	\$ 6,34
Zaldivar	Antofagasta Minerals	> 20	145	3.300	186,87	672,73	\$ 8,22
Escondida	BHP Billiton	> 20	150	3.100	674,02	2.426,47	\$ 3,87
Chuquicamata	Codelco	> 20	135	2.870	904,87	3.257,53	\$ 3,62

**Tabla 21: Disposición a pagar por m<sup>3</sup> de agua desalinizada, de los proyectos mineros con período de explotación superior a 20 años, en la Región de Antofagasta.**

**Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por AES Gener.**

Se observan las distintas disposiciones a pagar por la obtención de un metro cúbico de agua desalinizada llevada hasta la ubicación de la faena en cuestión, donde factores como la altura y distancia al borde costero y la demanda de agua influyen en la constitución del costo para cada proyecto. Costos estimados en base al precio de energía equivalente a \$USD 0,065 por kilowatt hora.

Dentro de los costos mostrados, se pueden distinguir 2 sub grupos, por un lado, se observan 3 proyectos mineros con costo inferior a \$USD 4 por m<sup>3</sup>, los cuales cumplen con características similares en cuanto a distancia al borde costero, altura sobre el nivel del mar y demandas de agua elevadas en comparación al resto de proyectos; correspondientes a los proyectos Escondida, Chiquicamata y Ministro Hales; proyectos que presentan una disposición de pago no lo suficientemente elevada como para generar ingresos en cuanto a la comercialización del recurso hídrico producido.

Por otro lado, los 3 proyectos mineros restantes, presentan costos productivos considerablemente más altos, donde la demanda es más baja, en particular para los proyectos Lomas bayas y Zaldivar, el consumo estimado no supera los 200 l/s, lo que refleja su alto costo debido a las economías de escala, donde la diferencia entre ambos

proyectos se explica por los kilómetros de distancia al borde costero o piping que deberían incurrir, siendo el proyecto minero Zaldivar el con mayor disposición a pagar por la obtención de un m<sup>3</sup> de agua desalinizado.

El proyecto El Abra por su parte, a pesar de poseer igual distancia al borde costero que el proyecto con mayor disposición a pagar, refleja un costo correspondiente al 61% del visto por Zaldivar, el cual se explica por el volumen de demanda, siendo para El Abra un poco más del doble, reduciendo el costo productivo por unidad como se muestra.

Si bien existen proyecto con una disposición de pagos mayor que el costo del caso base de AES Gener (\$USD 1.37 en el caso base, generado y puesto a disposición en la Central Angamos), se considera que los proyectos mineros de Lomas Bayas y Zaldivar presenten disposiciones considerablemente más elevadas, dado que se busca maximizar las utilidades, se trabajará con estos proyectos en particular, puesto presentan las mayores expectativas en cuanto a rentabilidad.

## **7.2 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS**

En la presente sección se identificarán los beneficios asociados a la realización del proyecto por parte de AES Gener, siendo estos en 2 grandes líneas: el ahorro interno generado por el cambio tecnológico y venta del recurso producido. Si bien los otros actores relevantes identifican beneficios asociados a la realización del proyecto, estos quedan fuera del alcance de estudio, pues el objetivo corresponde a determinar la factibilidad económica de la realización de este para la empresa realizadora de la ampliación de capacidad.

### **7.2.1 AHORRO CAMBIO TECNOLÓGICO**

El ahorro interno hace referencia al cambio de tecnología abastecedora de agua desalinizada, donde la Central Cochrane dejaría de utilizar como fuente productora la TVC, siendo abastecida por el flujo generado mediante osmosis inversa mediante tuberías internas consideradas en los costos del proyecto de ampliación. Los beneficios asociados a esta actividad corresponden a la resta entre el costo productivo mediante TVC y el costo productivo mediante OI, descontado en el costo de mantenimiento de la central TVC a modo de central de respaldo. La Tabla 22 resume el beneficio planteado para el caso base donde se genera el agua desalinizada en la Central Angamos y se guarda en los tanques de almacenamiento.

Producción agua desalinizada	
m3/h	200
m3/año	1.576.800
Costo productivo m3 agua desalinizada (USD)	
TVC	\$ 3,14
OI	\$ 1,37
Costo productivo anual (USD)	
TVC	\$ 4.951.152
OI	\$ 2.160.216
Costo TVC respaldo	
año	\$ 150.845
Beneficio cambio tecnológico (USD)	
año	\$ 2.640.091

**Tabla 22: Beneficio anual por cambio tecnológico desalinizador de AES Gener.**

**Fuente: Elaboración propia en base a memoria de costos AES Gener.**

El beneficio anterior refleja el cambio tecnológico y el abastecimiento de la demanda de la Central Cochrane mediante osmosis inversa de la Central Angamos, representado en flujos anuales.

Para efectos de flujos de cajas, el beneficio asociado al cambio tecnológico se expresa como venta de 200 m<sup>3</sup>/h (consumo de la central) a precio productivo TVC, siendo los costos de esta venta el precio productivo OI, sumado al costo de mantenimiento de TVC de respaldo desalinizador; obteniéndose el flujo del beneficio asociado al cambio tecnológico. Se observa que el beneficio neto por metro cúbico de agua asociado a cambiar la producción mediante thermal vapour compression bajo las condiciones anteriores es de \$ USD 1.77.

El beneficio anterior refleja el estado resultado en base al primer año de realización del proyecto, donde para flujos futuros, se debe comparar el costo actual de desalinización mediante OI con el esperado mediante TVC tras el alza de los precios del carbón, traducido en un incremento promedio anual del costo productivo mediante TVC de 0,29%.

### **7.2.2 BENEFICIO POR VENTA DE AGUA**

Los beneficios por la comercialización del recurso generado están asociados a 2 tipos de venta, por un lado, se posee la venta spot, ligada a la demanda de proyectos sin acceso a la red hídrica de agua; por otro lado, está la comercialización de agua realizada con ADASA destinada al abastecimiento de agua a los proyectos mineros mediante swap.



- Venta spot:

En base a la data histórica de venta a proyectos de este tipo, con una disposición de pagos más lata que los sectores tarifados residenciales, se replica el precio de venta de los últimos períodos equivalente a \$USD 3,5 por metro cúbico de agua desalinizada, donde históricamente se observa una demanda de 3,5 l/s (12,6 m<sup>3</sup>/h). La Tabla 23 muestra los beneficios anuales asociados a esta actividad.

Demanda de agua desalinizada	
m3/h	12,6
m3/año	99.338,4
Precio de venta (USD/m3)	
P venta	\$ 3,50
Beneficio venta de agua (USD)	
año	\$ 347.684

**Tabla 23: Beneficio anual por venta de agua spot de AES Gener.**

**Fuente: Elaboración propia en base a memoria de costos AES Gener.**

Se observa un beneficio asociado a la venta spot de agua anual de \$USD 347.684 en base a la información histórica correspondiente a este método de comercialización del recurso generado, beneficio que refleja un estado resultado producto de la comercialización en el primer año de la puesta en marcha del proyecto.

En base a criterio de expertos del área de desarrollo de AES Gener, en conjunto con las estimaciones sobre el alza histórica de los precios de venta por metro cúbico de agua en el sector inmobiliario, se estima un alza ligado al precio de venta spot equivalente a un 2,5% anual; generando un alza en cuanto a los beneficios percibidos por esta actividad anualmente.

- Venda de agua a ADASA:

Los precios de comercialización deberán fijarse según el escenario en cuestión que se esté evaluando, donde ADASA dado su alto poder de negociación en el rubro del agua en la región, plantea la compra de agua al menor precio posible (costo productivo AES Gener) y venderlo a la máxima disposición a pagar por los proyectos mineros. En particular la estrategia de precio en base a entrevistas con el personal de AES Gener, se define como apoderarse del 10,5%<sup>42</sup> de la diferencia

<sup>42</sup> Margen definido en base a criterio de expertos de AES Gener.

entre el costo productivo y la disposición de pago del proyecto minero por m<sup>3</sup>; dejando un margen del 89,5% para Aguas de Antofagasta S.A.

En particular, se busca una propuesta atractiva para el cliente identificado, permitiéndole el mayor margen de ganancias en torno a la venta del recurso, de manera que el proyecto sea rentable para ambas partes, donde la propuesta de valor percibida corresponde a la generación de ingresos sin incurrir en una gran inversión por parte de ADASA, reduciendo el riesgo asociado a la actividad.

Dependiendo del escenario a evaluar, el precio de venta de AES Gener por m<sup>3</sup> de agua varía, donde dependiendo si se considera la venta spot, o el ahorro interno dentro del escenario en cuestión, el costo productivo por metro cúbico cambia, si bien la disposición de pago del proyecto minero se mantiene, al variar el costo productivo, también lo hace el margen de utilidad y por ende el precio de venta por parte de AES Gener. Donde los precios de venta serán especificados en el desarrollo de los escenarios mencionados, siguiendo la estimación calculada sobre los precios de venta históricos ligados al sector inmobiliario, los cuales en promedio presentan un alza del 2,5%; por lo que los flujos asociados a la comercialización de este recurso se verán afectados por un alza anual equivalente al calculado.

### **7.3 DESARROLLO ESCENARIOS PLANTEADOS**

En base a los costos y beneficios identificados para cada involucrado, en la presente sección, se procede a desarrollar estos en cada uno de los escenarios planteados, con el fin de determinar bajo que parámetros es conveniente económicamente la realización del proyecto de ampliación, observándose distintas interacciones representadas para cada sector de clientes.

Los resultados obtenidos mediante las simulaciones en los escenarios planteados serán comparados mediante aspectos económicos, donde dependiendo el modelo de negocios, variará la rentabilidad del proyecto; por lo que se generarán flujos de cajas asociados a la rentabilidad vista por AES Gener a los casos que se obtengan costos productivos competitivos.

Esta evaluación se realizará en base conceptos económicos, principalmente el VAN, considerando los ingresos, costos, tiempos de retorno de inversión, rentabilidad de los activos, entre otros indicadores financieros [5 y 7].

### **7.3.1 DESARROLLO ESCENARIOS SECTOR INMOBILIARIO**

Los resultados correspondientes a los escenarios planteados en el sector inmobiliario, se encuentran en la sección de Anexos 11.8, debido a que estos muestran un sector del mercado no atractivo e inviable en cuanto a la realización del proyecto por parte de AES Gener puesto que los ingresos percibidos no son los suficientes para cubrir los costos asociados en cada escenario.

### **7.3.2 DESARROLLO ESCENARIOS SECTOR MINERO**

Uno de los mayores problemas reflejados en los escenarios anteriores tiene que ver con la relación de las economías de escala, el flujo producido y la demanda de este; si bien a medida que aumente el caudal de producción, los costos por unidad disminuyen, el flujo total final de agua desalinizada generada crece, donde al no asegurarse o poseerse una demanda suficiente, se generan excedentes de agua, los cuales si bien en comparación a la situación actual representan un aumento en el bien estar, posee un costo productivo, el cual no es contrarrestado implicando la no viabilidad económica de la situación.

En base a lo anterior, se analiza otro público objetivo, con demanda de agua considerablemente más alta, en un mercado no tarifado, que presenta mayor disposición de pago por el recurso hídrico; en particular en base a las estimaciones anteriores, se identifican 2 proyectos mineros a evaluar para cada uno de los escenarios mostrados a continuación, correspondientes a Lomas Bayas y Zaldivar, los cuales presentan disposiciones de pago de \$USD 6.34 y \$USD 8.22 por m<sup>3</sup> de agua respectivamente (Tabla 21), proyectos que presentan demandas levemente mayores que el máximo flujo producido, por lo que estas simulaciones no consideran los excedentes de agua generados en el sector inmobiliario.

Los escenarios generados simulan la desalinización a máxima capacidad y potabilización del agua, para luego transportarlos mediante tuberías (55 km) hasta Antofagasta, tomándose como referencia la actual ubicación de la planta desalinizadora “La Chimba” (véase Ilustración 13), poniéndose a disposición este flujo para que ADASA comercialice con los diversos proyectos mineros de la región, reduciendo el riesgo propio de la realización de un nuevo proyecto, generando ingresos por la compra y venta de m<sup>3</sup> de agua potable.

Se debe recordar que, si bien el proyecto de AES Gener no potabilizará el agua producido, se simulan los costos reflejando el costo total visto por ADASA una vez comprado el flujo no potable producido por la Central Angamos.

### 7.3.2.1 ESCENARIO 1: SWAP MINERO, ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE Y VENTA SPOT

Este escenario considera la desalinización a máxima capacidad tras la realización del proyecto de ampliación de la Central Angamos, donde con flujo de agua desalinizada producido se abastece a la Central Cochrane y a los proyectos sin acceso a la red hídrica que demanden este recurso, mediante la venta spot de agua. Finalmente se transporta el flujo restante de agua hasta la ciudad de Antofagasta, hecho que representa mayoritariamente el costo productivo del metro cúbico puesto en la ciudad de destino.

El costo relacionado al m<sup>3</sup> de agua potable trasladado por AES Gener hasta Antofagasta es de \$USD 5.90, el cual se detalla en la Tabla 24.

AES Gener	Desalinización	Potabilización Impulsión 55 Km	Costo total en Mejillones
89 l/s	\$ 1,37	\$ 4,53	\$ 5,90

\*Existe ahorro TVC y venta spot

**Tabla 24: Valorización costo productivo de AES Gener por m<sup>3</sup> de agua potable llevado hasta Antofagasta – Escenario 1.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Donde el factor de costos referente al proceso de desalinización corresponde a \$USD 1,37 por m<sup>3</sup> en la Central Angamos, donde 200 m<sup>3</sup>/h pasan a la Central Cochrane para el reemplazo tecnológico y 12,6 m<sup>3</sup>/h son destinados para la venta spot. Los costos asociados a la producción de agua desalinizada para el consumo de Cochrane, la producción de agua potable y traslado a Antofagasta de ésta, son los que se muestran en la Tabla 25.

<b>Costos</b>	<b>\$ (114.719.445)</b>
Inversión	\$ (109.500.000)
<b>Costos Fijos</b>	
Impulsión	\$ (912.179)
Desalinización	\$ (993.147)
Potabilización	\$ (168.402)
Cargos Fijos	\$ (898.776)
Costo Stand by TVC	\$ (150.845)
<b>Costos Variables</b>	
Cargos Variables	\$ (2.246.940)
Costos cambio tecnológico	\$ (2.160.216)

**Tabla 25: Flujo de costos anuales e inversión para la producción de agua potable – Escenario 1, considera cambio tecnológico y venta spot.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Dado el costo productivo de \$USD 5.90 por m<sup>3</sup> cúbico, no es posible comercializar agua con proyectos mineros que posean costos inferiores a este, por tanto, los proyectos disponibles al análisis de venta de m<sup>3</sup> de agua corresponden a Lomas Bayas y Zaldivar con costos de \$USD 6.34 y \$USD 8.22 por m<sup>3</sup> de agua respectivamente. Por lo que se realizarán sub escenarios en donde se realiza la venta de agua por parte de ADASA a los proyectos mineros mencionados.

### 7.3.2.1.1 E1 A: VENTA DE AGUA A PROYECTO LOMAS BAYAS

Como se mencionó anteriormente en la Tabla 21, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Lomas Bayas es de 195,66 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por Lomas Bayas por m<sup>3</sup> es de \$USD 6.34, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, equivalente a \$USD 6.28 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia de cobro por el flujo generado por parte de AES Gener, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 5,94 por parte de AES Gener. La Tabla 26 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

<b>Ingresos</b>	<b>\$</b>	<b>21.991.664</b>
Venta Agua Potable a ADASA anual us/m3	\$	16.671.541
precio de venta m3	\$	5,94
m3/año		2.806.704
Venta cambio tecnológico	\$	4.933.807
*costo actual m3 TVC		3,14
m3/año		1.576.800
Venta Spot	\$	386.316
precio de venta m3	\$	3,50
m3/año		110.376

**Tabla 26: Ingresos anuales por venta de agua potable, cambio tecnológico y venta spot – Proyecto Lomas Bayas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los ingresos mostrados corresponden principalmente a la comercialización del agua potable con ADASA, con un precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 5.94, donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.04. En segunda instancia al beneficio asociado al consumo de agua desalinizada más económica (reemplazando

método TVC), donde el ahorro asociado al cambio tecnológico por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 1.77, y la comercialización de agua desalinizada a proyectos no conectados a la red hídrica (venta spot), donde el beneficio asociado a la venta por m<sup>3</sup> de agua desalinizada es de \$USD 2.13.

La Tabla 26 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios presentan las alzas mencionadas en la sección 7.2.1 y 7.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua spot y potable de 2,5%, y el aumento en los costos TVC (beneficios cambio tecnológico) de 0,29% promedio anual.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, determinando que el proyecto no es rentable económicamente para AES Gener, puesto que presenta pérdidas en el período de evaluación, como resume la Tabla 27. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.10).

Tasa de Descuento	12%
TIR	11,81%
VAN [USD]	\$ (1.443.708)
Rentabilidad	(1,32%)
Vida útil	20

**Tabla 27: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Lomas Bayas, considera cambio tecnológico y venta spot.**

*Fuente: Elaboración propia.*

### **7.3.2.1.2 E1 B: VENTA DE AGUA A PROYECTO ZALDIVAR**

Como se mencionó anteriormente en la Tabla 21, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Zaldivar es de 186,87 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por Lomas Bayas por m<sup>3</sup> es de \$USD 8.22, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, equivalente a \$USD 8.09 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia asociada de cobro por parte de AES Gener por el flujo producido, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 6,13. La Tabla 28 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

<b>Ingresos</b>	\$	22.542.423
Venta Agua Potable a ADASA anual us/m3	\$	17.204.955
precio de venta m3	\$	6,13
m3/año		2.806.704
Venta cambio tecnológico	\$	4.951.152
*costo actual m3 TVC		3,14
m3/año		1.576.800
Venta Spot	\$	386.316
precio de venta m3	\$	3,50
m3/año		110.376

**Tabla 28: Ingresos anuales por venta de agua potable, cambio tecnológico y venta spot – Proyecto Zaldívar.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los ingresos mostrados corresponden principalmente por la comercialización del agua potable con ADASA, con un precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 6.13, donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.23, en segunda instancia al beneficio asociado al consumo de agua desalinizada más económica (reemplazando método TVC), donde el ahorro asociado al cambio tecnológico por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 1.77, y la comercialización de agua desalinizada a proyectos no conectados a la red hídrica (venta spot), donde el beneficio asociado a la venta por m<sup>3</sup> de agua desalinizada corresponde a \$USD 2.13.

La Tabla 28 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios, presentan las alzas mencionadas en la sección 7.2.1 y 7.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua spot y potable de 2,5%, y el aumento en los costos TVC (beneficios cambio tecnológico) de 0,29% promedio anual.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, se determina que el proyecto es rentable económicamente para AES Gener, recuperándose la inversión en un período de 19 años desde la puesta en marcha, producto del mayor margen unitario asociado a la venta de agua, debido a la mayor disposición de pago de la faena en cuestión. Los resultados se muestran en la Tabla 29. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.11).

Tasa de Descuento	12%
TIR	12,27%
VAN [USD]	\$ 2.052.105
Rentabilidad	1,87%
Vida útil	20

**Tabla 29: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Zaldivar, considera cambio tecnológico y venta spot.**

*Fuente: Elaboración propia.*

### **7.3.2.2 ESCENARIO 2: SWAP MINERO, ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE**

El Desarrollo correspondiente al escenario 2 ligado a la comercialización con ADASA y el ahorro interno producto del cambio tecnológico refleja utilidad en cuanto al escenario 1, considerando que la única diferencia entre estos es que el primer escenario incluye la venta spot como fuente de ingreso a un mayor precio; por lo que el escenario 2 no proporciona mucha información que no esté incluida en E1 para los proyectos mineros de Lomas Bayas y Zaldivar. (Véase Anexos 11.9 para el detalle y desarrollo de dicho escenario).

### **7.3.2.3 ESCENARIO 3: SWAP MINERO A MÁXIMA CAPACIDAD**

Este escenario considera la desalinización a máxima capacidad tras la realización del proyecto de ampliación de la Central Angamos, donde todo el flujo producido es transportado hasta la ciudad de Antofagasta, hecho que representa mayoritariamente el costo productivo del metro cúbico puesto en la ciudad de destino, mostrando la diferencia en cuanto a costo unitario por economías de escala al comprarse con los escenarios anteriores. Donde este costo productivo por parte de AES Gener corresponde a \$USD 4.57 por metro cúbico dispuesto en Antofagasta. Este caso corresponde al escenario 3 del sector inmobiliario (Anexos 11.8.4), como muestra la Tabla 30.

AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión 55 Km	Costo total en Mejillones
158,3 l/s	\$		4,57	\$ 4,57

**Tabla 30: Valorización costo productivo de AES Gener por m<sup>3</sup> de agua potable llevado hasta Antofagasta – Escenario 3.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Los costos asociados a la producción de agua desalinizada y potabilizada, el traslado de ésta hasta la ciudad de Antofagasta, se muestran en la Tabla 31.



<b>Costos</b>	\$	<b>(114.919.007)</b>
Inversión	\$	(109.050.000)
<b>Costos Fijos</b>		
Impulsión	\$	(1.460.511)
Desalinización	\$	(993.147)
Potabilización	\$	(269.633)
Cargos Fijos	\$	(898.776)
<b>Costos Variables</b>		
Cargos Variables	\$	(2.246.940)

**Tabla 31: Flujo de costos anuales e inversión para la producción de agua potable – Escenario 3, considera sólo venta de agua potable.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Dado el costo productivo de \$USD 4.57 por m<sup>3</sup> cúbico, no es posible comercializar agua con proyectos mineros que posean costos inferiores a este, por tanto, los proyectos disponibles al análisis de venta de m<sup>3</sup> de agua corresponden a Lomas Bayas y Zaldivar con costos de \$USD 6.34 y \$USD 8.22 por m<sup>3</sup> de agua respectivamente. Por lo que se realizarán sub escenarios en donde se realiza la venta de agua por parte de ADASA a los proyectos mineros mencionados.

### **7.3.2.3.1 E3 A: VENTA DE AGUA A LOMAS BAYAS**

Como se mencionó anteriormente, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Lomas Bayas es de 195,66 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por Lomas Bayas por m<sup>3</sup> es de \$USD 6.34, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, equivalente a \$USD 6.28 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia asociada al cobro por parte de AES Gener por el flujo producido, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 4,75. La Tabla 32 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

<b>Ingresos</b>	\$	<b>21.343.908</b>
Venta agua ADASA	\$	21.343.908
Precio venta	\$	4,75
570 m3/h (90% del año)		4.493.880

**Tabla 32: Ingresos anuales por venta de agua potable – Proyecto Lomas Bayas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los ingresos mostrados corresponden a la comercialización del agua potable con ADASA, donde el precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 4.75, donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.18.

La Tabla 32 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios presentan el alza mencionada en la sección 7.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua potable de 2,5%.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, se determina que el proyecto es rentable económicamente para AES Gener, recuperándose la inversión en un período de 17 años desde la puesta en marcha. Los resultados se muestran en la Tabla 33. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.14).

Tasa de Descuento	12%
TIR	13,05%
VAN [USD]	\$ 8.133.787
Rentabilidad	7,46%
Vida útil	20

**Tabla 33: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Lomas Bayas, considera sólo venta de agua potable.**

*Fuente: Elaboración propia.*

### **7.3.2.3.2 E3 B: VENTA DE AGUA A ZALDIVAR**

Como se mencionó anteriormente, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Zaldivar es de 186,87 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por proyecto Zaldivar por m<sup>3</sup> es de \$USD 8.22, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, es decir, \$USD 8.09 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia asociada al cobro por parte de AES Gener por el flujo producido, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 4,94. La Tabla 34 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

Ingresos	\$ 22.197.970
Venta agua ADASA	\$ 22.197.970
Precio venta	\$ 4,94
570 m3/h (90% del año)	4.493.880

**Tabla 34: Ingresos anuales por venta de agua potable – Proyecto Zaldívar,**

*Fuente: Elaboración propia.*

Los ingresos mostrados corresponden a la comercialización del agua potable con ADASA, donde el precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 4.94 donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.37.

La Tabla 34 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios presentan el alza mencionada en la sección 7.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua potable de 2,5%.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, se determina que el proyecto es rentable económicamente para AES Gener, recuperándose la inversión en un período de 15 años desde la puesta en marcha. Los resultados se muestran en la Tabla 35. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.15).

Tasa de Descuento	12%
TIR	13,70%
VAN [USD]	\$ 13.323.024
Rentabilidad	12,17%
Vida útil	20

**Tabla 35: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Zaldívar, considera sólo venta de agua potable.**

*Fuente: Elaboración propia.*

## 7.4 RESUMEN DESARROLLO DE ESCENARIOS

A continuación, se resumen los resultados obtenidos en la simulación de los escenarios anteriores, con el fin de tener una identificación clara de estos, entorno a los sectores de clientes asociados, como muestra la Tabla 36.

Sector Inmoniliario				
Escenario 1	Costo simulado AES	Costo actual ADASA	Factibilidad	
A	\$ 4,35	\$ 1,62	No	
B	\$ 3,05	\$ 1,62	No	
Escenario 2	\$ 3,05	\$ 1,62	No	
Escenario 3	\$ 4,57	\$ 1,62	No	
Sector Minero				
Escenario 1	VAN	TIR	Rentabilidad	
A	\$ (1.443.708)	11,81%	(1,32%)	
B	\$ 2.052.105	12,27%	1,87%	
Escenario 2	VAN	TIR	Rentabilidad	
A	\$ (2.483.356)	11,67%	(2,27%)	
B	\$ 1.149.933	12,15%	1,05%	
Escenario 3	VAN	TIR	Rentabilidad	
A	\$ 8.133.787	13,05%	7,46%	
B	\$ 13.323.024	13,70%	12,17%	

\* Tasa de descuento 12%

**Tabla 36: Resumen de indicadores de rentabilidad del desarrollo de escenarios.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Como se observa en la sección anterior, el proyecto de ampliación de capacidad desalinizadora de la Central Angamos no resulta viable económicamente en el sector inmobiliario, puesto que los costos productivos por metro cúbico en cada uno de los escenarios resultan más elevados que el costo actual visto por ADASA en el abastecimiento del bien. Si bien el flujo producido presenta una mejora en comparación al agua otorgada hoy por la sanitaria, en cuanto al contenido de sustancias (menor presencia de arsénico), estos flujos no son significativos para generar un bien en cuanto a la calidad de la matriz de agua de la región, no siendo percibida la mejora por los clientes del sector inmobiliario; por lo que bajo un enfoque costo – eficiente, Aguas de Antofagasta no compraría el recurso dispuesto por la ampliación de capacidad descrita, ya que significaría incrementar los costos actuales sin ofrecer una mejora sustancial, reduciendo utilidades.

Por otro lado, al observarse el sector minero, el cual, al poseer una mayor disposición de pagos por la adquisición de un metro cúbico de agua, se presenta como un sector del cual se puede obtener utilidades, en particular, mediante la comercialización del recurso generado a través de Aguas de Antofagasta (como intermediario) con los proyectos mineros de Lomas Bayas y Zaldivar, proyectos con la disposición más alta de pago, donde en base a los escenarios señalados en la sección anterior, se determina la rentabilidad del proyecto en 4 casos:

- E1 B) Zaldivar con ahorro TVC y venta spot:

Producto del ahorro anual creciente ligado al cambio tecnológico, los ingresos anuales crecientes por la venta del recurso a los proyectos sin acceso a la red hídrica

(spot) y principalmente por la alta disposición a pagar (más alta de los proyectos mineros con vida útil mayor a 20 años) de Zaldivar, donde si bien ADASA es la que captura mayoritariamente el margen por la comercialización del bien, los flujos son los suficientes para garantizar rentabilidad para AES Gener. (a diferencia del mismo escenario ligado a Lomas Bayas, donde los ingresos no contrarrestan los costos asociados).

- E2 B) Zaldivar con ahorro TVC:

Producto del ahorro anual creciente ligado al cambio tecnológico y principalmente por la alta disposición a pagar (más alta de los proyectos mineros con vida útil mayor a 20 años) de Zaldivar, donde si bien ADASA es la que captura mayoritariamente el margen por la comercialización del bien, los flujos son los suficientes para garantizar rentabilidad para AES Gener. (a diferencia del mismo escenario ligado a Lomas Bayas, donde los ingresos no contrarrestan los costos asociados).

Se aprecia que los ingresos productos de este modelo de comercialización, representa menores utilidades que en el E1, puesto a que en él se considera la venta spot con mayor disposición de pagos para un flujo de agua desalinizado con igual costo productivo.

- E3 A y B) Máxima capacidad productiva y comercializada con Lomas Bayas y Zaldivar:

Si bien las disposiciones de pago se mantienen por parte de los proyectos mineros de Lomas Bayas y Zaldivar, al tratarse a máxima capacidad y transportar su totalidad hasta Antofagasta (no hay abastecimiento a la Central Cochrane, ni venta spot de agua), se aprecia el efecto de las economías de escala, reduciendo el costo productivo por metro cúbico, permitiendo un aumento del margen por la venta, el cual logra suplir los costos asociados al proyecto. Este tipo de comercialización resulta favorable para AES Gener independiente del proyecto minero que adquiera el recurso hídrico, siendo mayores las utilidades en el caso de Zaldivar, puesto que posee una disposición de pago más alta.

## **7.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Se realizará un análisis de sensibilidad para los 3 escenarios que presentan utilidades para AES Gener tras la realización de la ampliación de la Central Angamos y comercialización del flujo generado, correspondientes a los escenarios mineros 1B, 3A y 3B, descritos en la sección 6.3. (Véase Anexos 11.16 para el análisis de sensibilidad escenario 2B).

Como los escenarios a evaluar presentan distintas fuentes de ingresos, referidas a la comercialización de agua con ADASA, venta spot y el ahorro producido por el cambio tecnológico, se realizó un análisis de sensibilidad del VAN con respecto a la tasa de descuento y la variación de precios de las 3 fuentes de ingreso mencionadas, para cada escenario [22].

### 7.5.1 ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIO 1 B

Este escenario refleja ingresos por la comercialización de agua con ADASA, venta spot a proyectos sin acceso a la red hídrica y por el ahorro debido al cambio tecnológico desalinizador. Las Tablas 37, 38 y 39, representan como varía el VAN del proyecto según el alza del precio de venta hacia Aguas de Antofagasta, el alza del precio de venta spot, el ahorro por cambio tecnológico (debido al aumento del precio del carbón)<sup>43</sup> y la tasa de descuento.

VAN		Variación Porcentual anual del Precio de Venta hacia ADASA (2,5% caso base)						
		1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%
Tasa de Descuento	12%	\$ (4.969.499)	\$ (1.543.431)	\$ 2.052.105	\$ 5.826.787	\$ 9.790.872	\$ 13.955.229	\$ 18.331.377
	12,5%	\$ (8.359.337)	\$ (5.107.761)	\$ (1.697.162)	\$ 1.881.482	\$ 5.637.725	\$ 9.581.692	\$ 13.724.109
	13%	\$ (11.572.139)	\$ (9.483.971)	\$ (5.246.486)	\$ (1.851.274)	\$ 1.710.575	\$ 5.448.493	\$ 9.372.474
	13,5%	\$ (14.619.486)	\$ (11.684.449)	\$ (8.609.121)	\$ (5.385.658)	\$ (2.005.750)	\$ 1.539.399	\$ 5.259.105
	14%	\$ (17.512.088)	\$ (14.720.647)	\$ (11.797.315)	\$ (8.734.771)	\$ (5.525.260)	\$ (2.160.576)	\$ 1.367.970

**Tabla 37: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y precio de venta a ADASA – Escenario 1 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

VAN		Variación Porcentual anual del Precio de Venta Spot (2,5% caso base)						
		0,0%	2,5%	5,0%	10,0%	15,0%	20,0%	25,0%
Tasa de Descuento	12%	\$ 1.684.497	\$ 2.052.105	\$ 2.520.927	\$ 3.903.780	\$ 6.248.653	\$ 10.292.508	\$ 17.331.701
	12,5%	\$ (2.046.218)	\$ (1.697.162)	\$ (1.253.172)	\$ 51.383	\$ 2.253.694	\$ 6.037.386	\$ 12.603.103
	13%	\$ (5.578.161)	\$ (5.246.486)	\$ (4.825.712)	\$ (3.594.143)	\$ (1.524.297)	\$ 2.018.297	\$ 8.146.183
	13,5%	\$ (8.924.502)	\$ (8.609.121)	\$ (8.210.065)	\$ (7.046.575)	\$ (5.099.887)	\$ (1.780.856)	\$ 3.941.933
	14%	\$ (12.097.411)	\$ (11.797.315)	\$ (11.418.590)	\$ (10.318.641)	\$ (8.486.530)	\$ (5.374.923)	\$ (27.154)

**Tabla 38: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y precio venta spot – Escenario 1 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

<sup>43</sup> Informe de proyecciones de precios de combustibles 2015 – 2030: [https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/11/ResEx541\\_2015\\_Comb-informe-final-Informe-Proyecciones-Precios-Combustibles.pdf](https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/11/ResEx541_2015_Comb-informe-final-Informe-Proyecciones-Precios-Combustibles.pdf)

VAN		Variación Porcentual Anual Ahorro TVC, dado aumento precio carbón (caso base 0,29%)						
		0,0%	0,3%	0,5%	1,0%	3,0%	5,0%	7,0%
Tasa de Descuento	12%	\$ 1.561.213	\$ 2.069.272	\$ 2.416.031	\$ 3.312.167	\$ 7.358.862	\$ 12.281.173	\$ 18.298.841
	12,5%	\$ (2.163.858)	\$ (1.680.844)	\$ (1.351.267)	\$ (499.860)	\$ 3.339.598	\$ 8.000.069	\$ 13.686.142
	13%	\$ (5.690.492)	\$ (5.230.964)	\$ (4.917.498)	\$ (4.108.013)	\$ (462.582)	\$ 3.953.143	\$ 9.329.744
	13,5%	\$ (9.031.834)	\$ (8.594.346)	\$ (8.295.994)	\$ (7.525.830)	\$ (4.062.178)	\$ 124.626	\$ 5.212.213
	14%	\$ (12.200.032)	\$ (11.783.241)	\$ (11.499.079)	\$ (10.765.819)	\$ (7.472.586)	\$ (3.500.044)	\$ 1.317.459

**Tabla 39: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y costo TVC en base al precio del carbón – Escenario 1 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Se aprecia en las tablas anteriores la sensibilidad del VAN con respecto a la tasa de descuento, donde un pequeño aumento en esta podría implicar que los beneficios asociados no sean suficientes para contrarrestar el alza en costos, implicando la no viabilidad económica del proyecto.

Por otro lado, se observa que el precio de venta en la comercialización del recurso con Aguas de Antofagasta presenta una alta sensibilidad, donde un alza porcentual anual en el precio de venta implica un incremento considerable en el VAN asociado (Tabla 37); correspondiente con la cantidad comercializada, donde esta venta representa un gran porcentaje del flujo generado. Caso contrario ocurre con el precio de venta spot de agua, donde un alza porcentual anual en los precios de venta no implica un aumento significativo en el VAN del proyecto (Tabla 38), producto que las cantidades comercializadas en este tipo de venta son bajas en comparación al flujo producido.

Finalmente, en cuanto al ahorro producto del cambio tecnológico, al recordarse que, para efectos de flujos de caja, el ingreso es considerado el costo productivo TVC y como egreso, el costo de desalinizar agua mediante OI, reflejando esa diferencia como un beneficio económico debido a la reducción de costos productivos. Así al tratarse de un consumo considerable del flujo producido, un alza porcentual anual en el beneficio asociado, se incurre en un incremento del VAN asociado al proyecto (Tabla 39), representando sensibilidad media en comparación al precio de venta a ADASA (alta) y la venta spot (baja).

### **7.5.2 ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIOS 3 A - 3 B**

Estos escenarios reflejan ingresos por la comercialización de agua con ADASA. Las Tablas 40 y 41, representan como la variación del VAN del proyecto según el alza porcentual del precio de venta y la tasa de descuento.

VAN		Variación Porcentual anual del Precio de Venta hacia ADASA (2,5% caso base)					
		1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%
Tasa de Descuento	12%	\$ (4.628.352)	\$ (576.987)	\$ 3.673.282	\$ 8.133.787	\$ 12.816.535	\$ 17.734.250
	12,5%	\$ (7.961.381)	\$ (4.114.300)	\$ (80.501)	\$ 4.150.578	\$ 8.590.127	\$ 13.250.000
	13%	\$ (11.121.977)	\$ (7.466.285)	\$ (3.635.205)	\$ 381.114	\$ 4.593.104	\$ 9.011.817
	13,5%	\$ (14.121.353)	\$ (10.645.089)	\$ (7.003.978)	\$ (3.188.827)	\$ 810.097	\$ 5.003.101
	14%	\$ (16.969.881)	\$ (13.661.946)	\$ (10.198.974)	\$ (6.572.384)	\$ (2.773.091)	\$ 1.208.524

**Tabla 40: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y precio de venta a ADASA – Escenario 3 A.**

*Fuente: Elaboración propia.*

VAN		Variación Porcentual anual del Precio de Venta hacia ADASA (2,5% caso base)					
		1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%
Tasa de Descuento	12%	\$ 50.217	\$ 4.263.694	\$ 8.684.035	\$ 13.323.024	\$ 18.193.149	\$ 23.307.643
	12,5%	\$ (3.445.197)	\$ 555.822	\$ 4.751.031	\$ 9.151.413	\$ 13.768.608	\$ 18.614.943
	13%	\$ (6.759.817)	\$ (2.957.845)	\$ 1.026.533	\$ 5.203.562	\$ 9.584.093	\$ 14.179.617
	13,5%	\$ (9.905.397)	\$ (6.290.033)	\$ (2.503.225)	\$ 1.464.587	\$ 5.623.525	\$ 9.984.309
	14%	\$ (12.892.812)	\$ (9.452.512)	\$ (5.850.972)	\$ (2.079.266)	\$ 1.872.053	\$ 6.012.989

**Tabla 41: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y precio de venta a ADASA – Escenario 3 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Se aprecia en las tablas anteriores la sensibilidad del VAN con respecto a la tasa de descuento, donde un pequeño aumento en esta podría implicar que los beneficios asociados no sean suficientes para contrarrestar el alza en costos, implicando la no viabilidad económica del proyecto.

Por otro lado, se observa que el precio de venta en la comercialización del recurso con Aguas de Antofagasta presenta una alta sensibilidad, donde un alza porcentual anual en el precio de venta implica un incremento considerable en el VAN asociado (Tablas 40 y 41); correspondiente a la totalidad de la cantidad comercializada, siendo la única fuente de ingreso para ambos escenarios.

Si bien ambos escenarios reflejan sensibilidades similares, en base a los resultados del VAN se parecía que los flujos ligados al proyecto minero Zaldivar se presentan más favorable que en el caso de Lomas Bayas, explicado por la mayor disposición a pagar por el metro cúbico de agua generado, traducido en mayor utilidad unitaria por la comercialización del recurso hídrico. Por lo que se entiende el Escenario 3 B como el caso más favorable económicamente para la realización del proyecto de ampliación de la Central Angamos por parte de AES Gener.

Se observa que, en los análisis de sensibilidad para los casos anteriores, los factores que influyen determinantemente en la viabilidad económica del proyecto corresponden a



la tasa de descuento y el precio de venta hacia Aguas de Antofagasta, y en una menor escala el ahorro por el cambio tecnológico.

### 7.5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PRECIO DE ENERGÍA

En esta sección se realizó un análisis de sensibilidad del VAN respecto a la tasa de descuento y el precio de energía, basándose en los precios esperados por la MESA ERNC enmarcada dentro de la política energética 2050, y criterio de expertos de AES Gener como empresa productora de energía; donde se plantean 3 escenarios de costos energéticos: 0,065 USD/Kwh, 0,075 USD/kwh y 0,085 USD/Kwh.

En particular, este análisis será realizado sobre el caso que presenta mayores ingresos ligados a la comercialización de agua, correspondiente al Escenario 3 B, donde todo el flujo de agua producido es transportado hasta Antofagasta, poniéndose a disposición de Aguas de Antofagasta para la comercialización con el proyecto minero Zaldívar. Así la Tabla 42 muestra las variaciones del VAN respecto al precio de energía.

VAN		Precio de Energía [USD/kwh]		
		0,065	0,075	0,085
Tasa de Descuento	12%	\$ 13.323.024	\$ 13.621.382	\$ 14.183.329
	13%	\$ 5.203.562	\$ 5.470.768	\$ 5.984.408
	14%	\$(2.079.266)	\$(1.839.362)	\$(1.368.427)

**Tabla 42: Análisis de sensibilidad del Van con variación de la tasa de descuento y el precio de energía.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Se aprecia que el VAN es sensible a la tasa de descuento, al igual que en los escenarios analizados anteriormente, presentando una particularidad correspondiente al precio de energía, donde a mayor precio de energía (mayor costo de insumo), se obtiene una mayor rentabilidad. Lo anterior se explica por un incremento en la disposición a pagar del proyecto minero Zaldívar, producto de la subida de precio del insumo, donde esta alza en el costo de oportunidad por adquirir un metro cúbico de agua, es comparativamente más grande para el proyecto minero que para el proyecto de ampliación de AES Gener; asociado a las distancias, metros sobre el nivel del mar, que impactan en el consumo energético asociado.

Si bien suben los costos para ambos involucrados, se incrementa la brecha entre el costo productivo de AES Gener y la disposición a pagar de Zaldívar, aumentando el margen por unidad comerciada, incrementando la rentabilidad en base al aumento del precio de energía, como muestra la Tabla 42. (Ver detalle de flujos de caja en Anexo 11.17).

A pesar de que un alza en el precio de la electricidad implica un mayor beneficio, este aumento no es significativo, donde al subir del precio mínimo al máximo evaluado, el VAN del proyecto crece en menos de \$USD 1 Millón; por lo que el VAN del proyecto no es sensible al precio de energía. Por otro lado, se observa que las 3 proyecciones soportan un alza de la tasa de descuento de 1%, a diferencia de los escenarios anteriores, por lo que, si bien el VAN sigue siendo sensible a la tasa de descuento, en este caso no representa una influencia tan alta como los casos mostrados en los puntos 7.5.1 y 7.5.2.

## **8 CONCLUSIONES**

### **8.1 CONCLUSIONES DEL TRABAJO REALIZADO**

Las primeras conclusiones del trabajo realizado están relacionadas con el poder de negociación y participación que posee Aguas de Antofagasta S.A. en la Segunda Región de Antofagasta; al ser la empresa que posee la licitación para la distribución de agua potable, es quien posee directamente la demanda del recurso hídrico y cuenta con las instalaciones necesarias para la entrega de este. Por lo que un proyecto que entregue agua potable debe considerar dentro de su modelo de negocios la interacción con ADASA como intermediario para la comercialización del recurso producido, donde busca comprar al menor precio y vender a la máxima disposición de pagos.

Se entiende a la desalinización como la respuesta al abastecimiento de agua en zonas donde esta escasea. Existe una amplia literatura que indica que la osmosis inversa como el método más eficiente para la obtención de agua; en particular la utilización de esta tecnología en la minería. Donde los principales factores en cuanto al costo de esta tecnología en una planta desalinizadora están asociados a las economías de escala y los factores distancia desde al borde costero y altura sobre el nivel del mar, del punto donde se desea trasladar el agua producida. El primer factor influye ya que mientras mayor sea el flujo de tratamiento de agua, menor es el costo productivo por m<sup>3</sup>, mientras que el segundo y tercer factor, impactan en el costo puesto que, a mayor cantidad de kilómetros y flujo a transportar, se incurre en una mayor inversión en tuberías y en costos anuales ligados a la impulsión del caudal de agua (creciente según niveles de altura). Por lo que la ubicación del proyecto y punto final donde poner a disposición el agua producida (ubicación del demandante) resultan críticos a la hora de evaluar un proyecto de esta índole.

En particular el proyecto de ampliación de la capacidad de osmosis inversa de la Central Angamos, se emplaza en las afueras de la ciudad de Mejillones, donde la demanda de agua potable es considerablemente baja en comparación a los flujos productivos de agua que el proyecto refiere; generándose excedentes del recurso hídrico, bajo producción a máxima capacidad, siendo la producción a máxima capacidad la que permite la obtención de costos más competitivos por conceptos de economías de escala. Este volumen de agua excedente, al no poseer demanda, no representa valor alguno para la empresa, por lo que se traduce en pérdidas económicas, puesto que posee costo productivo.

El consumo inmobiliario de la región es abastecido en su totalidad por la capacidad productora de Aguas de Antofagasta, mediante las captaciones superficiales de los ríos, captaciones subterráneas y plantas desalinizadoras, teniéndose este mercado tarifado en base a los costos calculados por SISS en la empresa modelo, por lo que el flujo de agua generado por el proyecto de ampliación compite contra los costos actuales de abastecimiento. Donde los costos actuales de ADASA son considerablemente más bajos

que los asociados al proyecto de AES Gener, no habría incentivos para la comercialización de este a un mayor precio del costo actual que se posee por parte de la sanitaria, lo que implica que el proyecto bajo este mercado no es económicamente viable.

Por otro lado, en el sector minero, se poseen disposiciones más altas de pago por la adquisición de un metro cúbico de agua desalinizado puesto en la ubicación de las faenas mineras de la región, en particular, los proyectos mineros de Lomas Bayas y Zaldivar presentan disposiciones de pago más elevadas que el costo productivo de AES Gener. Donde el Escenario 1 presenta mayores utilidades y mejores indicadores económicos que el Escenario 2, ambos reflejan el costo productivo de agua desalinizada, donde difieren en que el primero realiza la venta spot de una pequeña fracción del flujo producido, la cual presenta mayor margen utilitario, explicando la mejoría de este escenario genérico; donde en particular los resultados son más beneficios en caso de comercializar con el Proyecto Zaldivar, dada la mayor disposición de pago de este proyecto minero.

En la misma línea, el Escenario 3 refleja aún mejores utilidades e indicadores económicos, donde se representa la comercialización a máxima capacidad de agua, es decir, no se consume el agua internamente (ahorro TVC), ni se vende spot; donde las economías de escala juegan un rol fundamental en el descenso de los costos productivos, y dados el aumento del flujo comercializado, se obtienen los resultados más favorables, donde al igual que en el resto de escenarios, estos beneficios son mayores al comercializarse con el proyecto minero Zaldivar con un VAN de \$USD 13.323.024, puesto que posee mayor disposición de pago que Lomas Bayas, proyecto muestra un VAN de \$USD 8.133.787, donde los períodos de recuperación de la inversión corresponden a 16 y 17 años respectivamente.

Lo anterior se presenta como una contradicción con las intenciones iniciales del proyecto, asociadas a producir un flujo de agua para abastecer el consumo interno de la Central Cochrane, reduciendo los costos productivos actuales, caso representado por el Escenario 1 (y 2, pero este siempre reporta menores beneficios), donde sólo se obtiene resultados favorables con la comercialización con Zaldivar, dado que la menor disposición de pagos del proyecto minero Lomas Bayas reduce los márgenes unitarios por metro cúbico implicando que el proyecto no sea económicamente viable.

Un factor que influye en la urgencia que los proyectos mineros deseen adquirir el recurso hídrico para la realización de la explotación del mineral, es la variación del precio del cobre, donde un alza en el precio de este implicaría mayores utilidades para cada proyecto por la comercialización de este, por lo que se buscaría un aumento en la producción, implicando un aumento del consumo de agua; representando circunstancias ideales para el Escenario 3. Mientras que, ante una baja o mantención del precio del cobre, resulta más seguro en cuanto al menor interés del proyecto minero por la adquisición del recurso producido, el Escenario 1 que considera consumo interno y venta a proyectos locales.

Donde las estimaciones y el repunte de la producción de China, principal consumidor del mineral a nivel mundial<sup>44</sup>, indican alzas en el precio del cobre en los períodos futuros, faltando tiempo aún para que este llegue a su peak<sup>45</sup>; dando luces a que el tiempo de tener a disposición el recurso hídrico jugará un factor relevante. Donde un nuevo proyecto desde su comienzo hasta el primer metro cúbico producido tarda en promedio 5 años considerando la tramitación de permisos, representando una ventaja competitiva para AES Gener, empresa que posee los permisos asociados y estima en 11 meses el período hasta el primer flujo de agua generado por la Central Angamos.

En cuanto a los análisis de sensibilidad realizados, se aprecia que el VAN asociado a los distintos escenarios es muy sensible en cuanto a variaciones de la tasa de descuento, donde un aumento en esta, implica disminuciones significativas de los beneficios percibidos por el proyecto. Flujos que están sujetos al riesgo intrínseco del tipo de cambio, donde estos se presentan en dólares americanos.

Finalmente, si bien se presenta el Escenario 3 como la mejor opción en cuanto a rentabilidad para AES Gener, también lo es para Aguas de Antofagasta, quien compra el recurso a bajo costo (10,5% margen utilidad por m<sup>3</sup>) y vende a la máxima disposición de pago (1% menor) del proyecto minero Zaldivar, obteniendo el 89,5% del margen de utilidad por unidad comercializada, sin incurrir en altos costos de inversión en comparación con la creación de una nueva planta desalinizadora, reduciendo los riesgos asociados.

Lo anterior refleja beneficios para todos los involucrados, apuntando a la realización de este, sin embargo, se debe considerar que la decisión final de ADASA no sólo por el ámbito económico; donde factores como direcciones estratégicas pueden significar que no se llegue a un acuerdo por parte de la sanitaria, implicando la no realización del proyecto. En particular, realizar un contrato de este tipo, podría significar la potenciación de un posible nuevo competidor en el mercado de agua por parte de Aguas de Antofagasta. Por lo que otros factores deben ser considerados para la realización del proyecto, los cuales quedan fuera del alcance de la evaluación realizada.

---

<sup>44</sup> China: el gigante que necesita más cobre y que cambia las perspectivas de Codelco:

<http://www.t13.cl/noticia/negocios/china-gigante-necesita-mas-cobre-y-cambia-perspectivas-codelco>

<sup>45</sup> Cochilco asegura que precio del cobre se recuperaría en un tercio gracias a un repunte de la demanda de China antes de lo esperado: <http://www.elmostrador.cl/mercados/2016/05/18/cochilco-asegura-que-precio-del-cobre-se-recuperaria-en-un-tercio-gracias-a-un-repunte-de-la-demanda-de-china-antes-de-lo-esperado/>

## **8.2 LIMITACIONES DEL TRABAJO**

Limitantes asociadas a la capacidad de las tuberías instaladas que permiten el abastecimiento de agua, al ser los nuevos flujos producidos por la realización del proyecto superiores a esta, necesariamente se debe incurrir en piping, elevando el costo de la inversión inicial y por tanto el costo productivo por unidad generada, elevando los costos generales del proyecto en cuestión.

## **8.3 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

A modo de recomendaciones futuras, se plantea la oportunidad de indagar en el intercambio de flujos de agua, permitiendo abastecer a los proyectos mineros desde los caudales del río, reinyectando a la matriz de agua el mismo flujo mediante desalinización en el borde costero; es decir, el SWAP en la minería. Donde hoy no existen grandes ejemplos exitosos, debido a que los grandes países que realizan desalinización lo hacen por necesidad, referente a falta de agua; no así en Chile, donde se poseen las características necesarias que permiten la realización de este.

En el ámbito minero, se plantea la opción de cuantificar y capturar el efecto del alza de los precios del cobre, en cuanto a la necesidad de los diversos proyectos en aumentar la producción del mineral, utilizando más agua en los procesos, es decir, cuantificar el efecto del tiempo de disponibilidad del recurso hídrico para la explotación minera, dado un alza en el precio del cobre. Donde la necesidad de mayor producción crece cuando el cobre sube su valor, puesto que se obtienen mayores utilidades en la comercialización del mineral, aumento del beneficio podría dar paso a sobre pagar por el insumo hídrico para la explotación.

Otra alternativa de complemento al trabajo desarrollado, correspondería a encontrar valor a los excedentes de agua producidos en los escenarios planteados, ligados a la máxima capacidad productiva por parte del proyecto de ampliación en la ciudad de Mejillones, donde para efectos de análisis se les consideró un valor residual \$USD 0, determinando ese modelo de negocio como no factible económicamente.

## 9 GLOSARIO

ADASA: Aguas Antofagasta S.A.

TDS: Sólidos totales disueltos.

PPM: partes por millón.

DGA: Dirección General de Aguas.

PIB: Producto Interno Bruto.

USD: Dólar Estadounidense.

COP: Peso Colombiano.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

COCHILCO: Comisión Chilena del Cobre.

SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios.

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

TVC: Thermal Vapour Compression.

OI: Osmosis Inversa.

SIC: Sistema Interconectado Central.

SING: Sistema Interconectado del Norte Grande.

CNR: Comisión Nacional de Riego.

VAN: Valor Actual Neto.

CAPEX: Capital Expenditures.

OPEX: Operational Expenditures.

CAUE: Costo Anual Uniforme Equivalente.

ERNC: Energía Renovable No Convencional.

CNE: Comisión Nacional de Energía.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Kucera, Jane. 2014. Desalination Water from Water. Scrivener Publishing LLC, Salem, Massachusetts.
- [2] Voutchkov, Nikolay. 2012. Desalination Engineering Planning and Design. The McGraw-Hill Companies.
- [3] Germán Fernández, “Evaluación técnico económica de agregar una línea deshidratadora de leche y suero a una planta productora de quesos,” Memoria de título, Ingeniero Civil Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile, Septiembre 2011.
- [4] Zarza, Eduardo. 1997. Desalinización de agua del mar mediante energías renovables.
- [5] Contreras, Eduardo y Diez, Christian. 2015. Diseño y Evaluación de Proyectos, un enfoque integrado. J.C. Sáez.
- [6] Dirección Regional de Planeamiento MOP Región de Antofagasta. 2012. Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región de Antofagasta. <[http://www.senado.cl/site/presupuesto/2013/cumplimiento/Glosas%202013/quinta\\_subcomision/12%20Obras%20P%C3%BAblicas%202013/15%20Planes%20Regionales%20Recursos%20H%C3%ADdricos%20al%202021/Plan%20Antofagasta/Plan%20Regional%20MOP\\_Antofagasta\\_2012.pdf](http://www.senado.cl/site/presupuesto/2013/cumplimiento/Glosas%202013/quinta_subcomision/12%20Obras%20P%C3%BAblicas%202013/15%20Planes%20Regionales%20Recursos%20H%C3%ADdricos%20al%202021/Plan%20Antofagasta/Plan%20Regional%20MOP_Antofagasta_2012.pdf)> [consulta 27 de febrero de 2017].
- [7] Sapag, Nassir. 2007. Proyectos de inversión: formulación y evaluación. Pearson Educación.
- [8] Visiongain. 2012. The Global Desalination Market 2012-2022.
- [9] Von Wieser, Friedrich. 1924. Theorie der gesellschaftlichen Wirtschaft. Tübingen.
- [10] Kettlun, Andrés. 2008. Elaboración del Flujo de Caja Privado. Universidad de Chile, Chile.
- [11] E. James, E. Preston, Lee, and Sachs, Sybille. 2002. Redefining the Corporation, Stakeholder Management and Organizational Wealth - Post
- [12] Porter, M. E. 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Free Press, New York, 1980.
- [13] W. Pickton, David and Wright, Sheila. 1998. What´s is SWOT in strategic analysis. School of Bussines, De Montfort University, Leicester.
- [14] Célery, Felipe. “Curso: Innovación para la Sostenibilidad”. Universidad de Chile, Chile.



- [15] Porter, Michael E. 1982. Estrategia Competitiva.
- [16] Andrade, Sebastián. 2012. Metodología Canvas, una forma de agregar valor a sus ideas de negocios, innovación.cl
- [17] Proter, Michael E. 2008. The Five Competitive Forces That Shape Strategy - THE JANUARY 2008 ISSUE. Harvard Business Review.
- [18] Superintendencia de Servicios Sanitarios. 2013. Actualización plan de desarrollo, Etapa I, catastro y diagnóstico. Aguas Antofagasta S.A.
- [19] Superintendencia de Servicios Sanitarios. 2013. Actualización plan de desarrollo, Etapa II, balance oferta – demanda y programa de inversiones. Aguas Antofagasta S.A.
- [20] División de Evaluación Social de inversiones, Ministerio de Desarrollo Social. 2013. Metodología general de preparación y evaluación de proyectos.
- [21] Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A., ECONSSA Chile. 2016. Los desafíos de la gestión de proyectos de desalinización de aguas.
- [22] Alonso Rivera, “Evaluación económica del proyecto minero San Antonio Óxidos”, Memoria de título, Ingeniero Civil Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile, Septiembre 2011.

## 11 ANEXOS Y APENDICES

### 11.1 CLASIFICACIÓN DEL AGUA

Dependiendo de la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS por siglas en inglés), se hace la diferencia entre aguas dulces y saladas, siendo el factor fundamental las concentraciones de iones, donde a mayor presencia, reflejan salinidad. Así mismo se entiende por agua dulce a la que puede ser consumida por seres humanos. De manera más específica, la Superintendencia de Servicios Sanitarios la define como aquella que cumple con los requisitos físicos, químicos, bacteriológicos y radioactivos prescritos en la norma NCh 409/2005, la cual garantiza que sea apta para el consumo humano y no perjudica la salud de la población.

Según la cantidad de sólidos disueltos, los tipos de agua se pueden clasificar como muestra la Tabla 43. Donde la concentración es medida en partes por millón (ppm) que es un equivalente a los miligramos de TDS disueltos en un litro de agua (mg/l).

Fuente de Agua	Sólidos Disueltos Totales [ppm]	Clasificación
Agua potable	< 500	Fresca
Fresca	< 1.000	Fresca
Agua salobre	1.000 - 1.500	Poco salobre
	5.000 - 15.000	Moderadamente salobre
	15.000 - 35.000	Muy salobre
Agua de mar	35.000	Promedio estándar agua mar
	35.000 - 45.000	Agua de mar

**Tabla 43: Clasificación de fuentes de agua según sólidos totales disueltos (TDS).**

**Fuente: Desalinization Engineering – Plannification and Desing.**

En Chile, la Comisión Nacional de Riego (CNR) define desalinización o desalación como el “proceso por el cual el agua de mar, que contiene 35.000 partes por millón (ppm) de sales, y las aguas salobres, que contienen sobre 5.000 ppm, se convierten en agua apta para el consumo productivo, humano e industrial”<sup>46</sup>; es decir bajar el contenido de sales disueltas a 500 ppm.

---

<sup>46</sup> Consejo de Ministros para la Comisión Nacional de Riego 2011. Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego:  
<http://www.cnr.cl/DivisionDeEstudios/Documents/Manual%20para%20el%20desarrollo%20de%20grandes%20obras%20de%20riego%20version%2014%20Abril%202011.pdf>

## 11.2 ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

La planta desalinizadora de la Central Termoeléctrica Angamos cuenta con una superficie aproximada de 3.258 m<sup>2</sup>, mientras que el estanque de almacenamiento de agua desalinizada posee una superficie de 1.736 m<sup>2</sup>.

El proyecto de ampliación de la planta de OI trae consigo un aumento en la superficie a utilizar, en particular se la ampliación se asocia con la construcción de 3 bodegas y un patio de acopio, con sus respectivos accesos, correspondientes a una superficie aproximada de 1.407 m<sup>2</sup>: una bodega de residuos peligrosos (91 m<sup>2</sup>)<sup>47</sup>, 2 bodegas de sustancias peligrosas (248 m<sup>2</sup> cada una)<sup>48</sup>, patio de acopio de residuos industriales no peligrosos (248 m<sup>2</sup>)<sup>49</sup> y los caminos de acceso a bodegas (600 m<sup>2</sup>). Además, se necesita la construcción de tuberías que conecten a ambas centrales para el abastecimiento de agua en ambas direcciones, las cuales involucran una superficie de 1.895 m<sup>2</sup>, más 1.910 m<sup>2</sup> asociados a estanques de almacenamiento y bombas de impulsión de agua.

Finalmente, en cuanto a la ampliación de la obra marina, cuya construcción es adedaña a la obra ya instalada, correspondiente a 550 m<sup>2</sup> para el ensamble de la nueva aducción y conexión con la estación de bombeo existente. El resumen de las superficies a utilizar se presenta en la Tabla 44.

	Obra	Superficie (m2)
Superficie existente (no se modifica)	Planta desalinizadora OI	3.258
	Estanque almacenamiento de agua desalinizada	1.736
	<b>Sub – total</b>	<b>4.994</b>
Superficie nueva	Nueva obra de aducción de agua de mar	550
	Bodega residuos peligrosos	91
	Bodega sustancias peligrosas	486
	Patio de residuos industriales no peligrosos	248
	Caminos de acceso a bodegas	600
	Obras para el abastecimiento de agua desde Cochrane	1.910
	<b>Sub – total</b>	<b>3.867</b>

**Tabla 44: Superficies contempladas en el proyecto.**

**Fuente: Datos proporcionados por AES Gener.**

Cabe mencionar que las nuevas unidades OI correspondientes a la ampliación estarán ubicadas dentro de la planta actual, es decir, se emplazarán dentro de los 3.258 m<sup>2</sup>, por lo que no se requiere una ampliación territorial a las instalaciones ya existentes.

<sup>47</sup> Cumple con las características exigidas mediante D.S. N° 148/03 del Ministerio de Salud.

<sup>48</sup> Cumplen con las características exigidas mediante D.S N° 78/09 del Ministerio de Salud.

<sup>49</sup> Cumple con las características exigidas mediante D.S. N° 549/99 del Ministerio de Salud.

En cuanto a la construcción de tuberías que conecten y permitan el paso de agua entre ambas centrales, se reconoce como objetivo el satisfacer la demanda interna de Cochrane con el flujo producido tras la ampliación de Angamos, pero a su vez esta construcción permitiría abastecer con agua de mar desde el estanque de almacenamiento de Cochrane a la Central Angamos, a modo de resguardo, en caso de que la ampliación de la obra marina tome más tiempo del estimado.

Los procesos anteriores se resumen en 2 etapas de ampliación no excluyentes, es decir, pueden ser desarrolladas en paralelo. Por un lado, se tiene todo lo referente a la ampliación de la planta de OI, considerando tuberías, estanques, bombas y bodegas de almacenamiento; mientras que, por otro lado, se reconoce la etapa de ampliación de la obra marina de captación de agua de mar. Donde ambas etapas se estiman, tengan un período de construcción de 11 meses, donde para el funcionamiento del proyecto, se hace prioritaria la etapa referente a la ampliación de la planta, puesto que, como se ha mencionado, en primeras instancias el nuevo flujo a desalar puede provenir desde la central Cochrane, mediante las tuberías de conexión, mientras la obra marina no termina su instalación.

Finalmente, en cuanto al estanque de almacenamiento mencionado de 4.000 m<sup>3</sup>, se proyecta el reacondicionamiento de una de los actuales estanques construidos para el almacenaje de combustible “Heavy Fuel Oil” de la Central Angamos. Estanque que servía para almacenar combustible de respaldo para el funcionamiento de la Central Termoeléctrica, combustible que no se utiliza a la fecha, puesto que se definió que es posible la operación sin la presencia de este combustible de respaldo. Por lo que a través del acondicionamiento del acero y posterior recubrimiento con pinturas epóxicas<sup>50</sup> compatibles con la calidad de agua almacenada, permitirían al estanque almacenar agua desalinizada con la capacidad necesaria mencionada.

El estanque contaría con 3 tomas de agua para la carga de camiones, donde cada toma de agua permitiría la carga de 3 camiones de 30 m<sup>3</sup> de capacidad cada 20 minutos, lo que limita a un máximo de 216 viajes de camiones por día considerando el funcionamiento completo de 24 horas.

### **11.2.1 DESCRIPCIÓN FLUJO DE AGUA**

El proceso actual de toma de agua para desalinización, se inicia con la aducción de agua de mar mediante la obra marina, para luego ingresar al pozo Intake de la Central Termoeléctrica Angamos. Posteriormente es bombeada mediante el equipo actual (bombas y piping) al pozo SeaWater Pond, de donde es nuevamente bombeada hacia el estanque de agua de mar intermedio, que alimenta a la planta de osmosis inversa (nueva obra – ampliación).

---

<sup>50</sup> Pinturas epóxicas: Pinturas de recubrimiento de alta resistencia.

La nueva aducción de agua de mar seguiría las características de las actuales, correspondientes a una toma de agua a 5 metros de profundidad en el punto de captación, y estaría compuesta por tuberías de acero de aproximadamente 500 mm – 600 mm, con una longitud de 212 metros, siendo capaz de soportar un caudal de 900 m<sup>3</sup>/h – 1.300 m<sup>3</sup>/h. La nueva obra estaría ubicado a 4 metros concéntricos de las tuberías existentes, respetando la normativa nacional de velocidad de aducción de agua, que garantiza el bienestar de la biodiversidad marina, equivalente a 0,15 m/s.

### 11.3 PONDERACIONES ELABORACIÓN MATRIZ PODER/INTERÉS

Actor	Poder	Interés	Urgencia
ADASA	9	7	7
SISS	6	4	3
Proyectos Mineros	7	8	7
Municipalidad	5	5	3
Población	2	3	2

*Tabla 45: Ponderación matriz de poder – interés.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### 11.4 TARIFICACIÓN ADASA

El ser un monopolio natural, no se poseen competidores, por lo que el mercado no regula los precios del de adquisición por el bien; por lo que la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) ejerce el rol de regulador de los contratos de concesiones. En particular, para la regulación tarifaria utiliza el sistema “empresa eficiente”, que simula un mercado competitivo con una empresa modelo eficiente teórica, la cual utiliza información verídica según el caso a comparar, donde siguiendo una metodología, se calcula el valor real a cobrar por la empresa que posee la concesión.

Dadas las economías de escala que rigen el mercado de la producción de agua, en primer lugar, se clasifica a la empresa según su tamaño, para luego establecer los parámetros aplicables a la empresa modelo, finalmente, lo anterior permite obtener en base a la metodología de desarrollo “costo incremental de desarrollo”, los valores tarifarios máximos a cobrar. La tarifa simulada cubre los costos medios de desarrollar un nuevo proyecto de producción o provisión de agua potable, recolección o tratamiento de alcantarillado para el volumen requerido, incluyendo la rentabilidad mínima sobre activos equivalente al 7% de retorno anual, pre definida en la ley.

Las tarifas buscan que la empresa sanitaria cubra los costos operativos, administrativos y de desarrollo, permitiéndole además obtener rentabilidad; donde estas tarifas tienen una duración máxima de 5 años para cada empresa sanitaria.

La Superintendencia de Servicios Sanitarios es la entidad reguladora de las empresas que poseen la concesión de los servicios sanitarios en cada zona, donde fija además las metas de calidad, fiscaliza cumplimientos y sanciona las faltas según corresponda. En cuanto al establecimiento de las tarifas, la SISS como la empresa regulada presentan un informe preliminar, el cual si no posee diferencias permite la fijación de los precios en base al informe realizado por la entidad reguladora. En caso contrario, el estudio puede ser discutido ante una “Comisión de expertos”, quienes deberán pronunciarse en favor de cada una de las variables que determinan la tarifa de uno de los estudios analizados, sin posibilidades intermedias.

En base a la aprobación de los documentos entregados, la SISS genera el informe final “Plan de Desarrollo” el cual explicita los parámetros considerados en la modelación de la empresa eficiente para el cálculo tarifario, las demandas previstas en base al crecimiento poblacional y las actividades que debe realizar (inversiones) para poder mantener el nivel de abastecimiento del recurso hídrico en la región.

Donde, una vez aprobado el documento, se genera un compromiso por ambas partes, por un lado, Aguas de Antofagasta S.A. se compromete a realizar todas las actividades que permitan mantener el abastecimiento del recurso hídrico en la región (producción, distribución, recolección y disposición), arriesgando sanciones financieras e incluso la licitación; mientras que, por otro lado, la SISS se compromete a pagar los costos de inversión incurridos por ADASA determinados en el plan de desarrollo. Lo anterior implica que cualquier otro tipo de inversión realizada por la empresa licitada que no esté presente en el plan de desarrollo, debe ser financiada por ésta, es decir, la empresa reguladora no realiza el pago de inversiones no aprobadas en el plan de desarrollo.

## 11.5 DETALLE DE CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS Y PRODUCCIÓN DESALINIZADORA – SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUR

Se detallan las cantidades de agua obtenidas por captación subterránea mediante los 5 sondeos dispuestos en la zona del Sistema de Producción Sur, para el abastecimiento de agua de Taltal.

Año	Oferta de Agua sin Proyectos							Total Oferta fuentes [l/s]	Demanda Máxima [l/s]	Balance [l/s]
	Fuente Subterráneas [l/s]					Fuente Desaladora [l/s]				
	Sondaje 843 A	Sondaje 845	Sondaje 846	Sondaje 864	Sondaje AV 48	Desaladora 1	Desaladora 2			
2013	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	41,6	(2,3)
2014	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	42,5	(3,2)
2015	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	43,2	(3,9)
2016	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	43,9	(4,6)
2017	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	44,7	(5,4)
2018	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	45,0	(5,7)
2019	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	45,6	(6,3)
2020	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	45,9	(6,6)
2021	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	46,5	(7,2)
2022	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	46,8	(7,5)
2023	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	47,4	(8,1)
2024	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	47,7	(8,4)
2025	5,0	7,5	3,7	4,6	8,5	5,8	4,2	39,3	48,3	(9,)

**Tabla 46: Captaciones subterráneas y producción desalinizadora – Sistema Producción Sur.**

**Fuente: Elaboración propia.**

## 11.6 DEMANDA DE AGUA EN EL SECTOR MINERO POR PROYECTO

Flujos de consumo de agua de cada proyecto, considerando flujos producidos por futuros proyectos desalinizadores. En amarillo: proyectos que no demandarían agua dado sus flujos desaladores, y en celeste: flujos de proyectos desaladores futuros.

	Nombre	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
toneladas		22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	232.000
dda agua (m3/h)	Frankie	197,86	199,75	208,32	207,01	222,05	225,19	225,19	225,19	225,19	225,19	225,19	1.260
toneladas		54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	378.000
dda agua (m3/h)	Mantos Blancos	485,66	490,30	511,34	508,10	545,03	552,73	552,73	552,73	552,73	552,73	552,73	3.645
toneladas		147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	147.200	2.383.200
dda agua (m3/h)	El Abra	1323,86	1336,53	1393,86	1385,05	1485,71	1506,70	3068,01	3041,81	3245,01	3339,16	3297,27	24.423
toneladas		125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	1.125.000
dda agua (m3/h)	Gaby	1124,20	1134,96	1183,65	1176,17	1261,64	1279,47	1278,34	1267,42	1352,09	1352,09	1352,09	11.058
toneladas		238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	238.000	2.618.000
dda agua (m3/h)	Ministro Hales	2140,48	2160,96	2253,66	2239,42	2402,17	2436,11	2433,96	2413,17	2574,37	2649,07	2615,84	26.319
toneladas		315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	315.700	947.100
dda agua (m3/h)	Radomiro Tomic	2839,29	2866,45	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	2989,42	8.695
m3/h		0	0	0	3797,47	2761,59	2636,57	2639,43	2667	2453,17	2354,09	2021,18	21330,5
toneladas		71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	71.000	781.000
dda agua (m3/h)	Lomas Bayas	638,547057	644,655702	672,310973	668,062942	716,614137	726,739027	726,096577	719,894683	767,985407	790,269025	780,354697	7.852
toneladas		103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	103.400	1.137.400
dda agua (m3/h)	Zaldivar	929,94	938,84	979,11	972,93	1043,63	1058,38	1057,44	1048,41	1118,45	1150,90	1136,46	11.434
toneladas		130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	1.430.000
dda agua (m3/h)	Sierra Gorda	2891,63	2880,44	2829,81	2837,59	2748,69	2730,15	2731,33	2742,68	2654,63	2613,83	2631,98	30292,76
m3/h		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



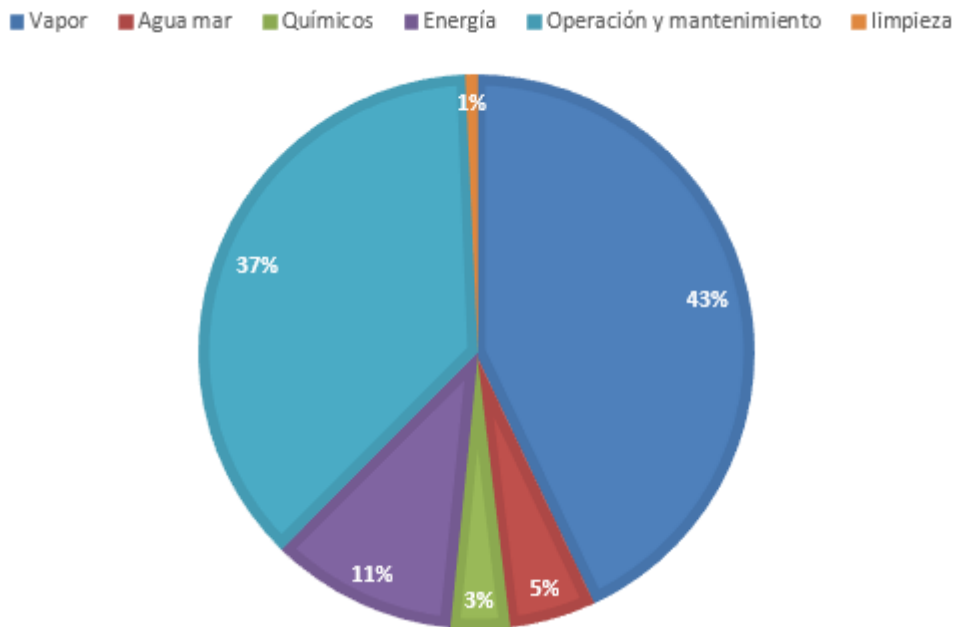
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
<b>Nombre</b>												
toneladas	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	1.152.510	12.677.610
dda agua (m <sup>3</sup> /h)	8475,24	8574,40	1913,31	1844,36	2632,46	2796,82	2786,39	2685,72	3466,35	3828,07	3667,14	42.670
toneladas	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	702.400
dda agua (m <sup>3</sup> /h)	1579,28	1594,39	1662,79	1652,28	1695,78	1658,70	1661,05	1683,77	1507,66	1426,06	1462,36	6.489
m <sup>3</sup> /h	0,00	0,00	0,00	0,00	1695,78	1658,70	1661,05	1683,77	1507,66	1426,06	1462,36	11095,38
toneladas	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	308.600	3.739.000
dda agua (m <sup>3</sup> /h)	2775,43	2801,98	2922,19	2903,72	3114,75	3746,29	3742,98	3711,01	3958,91	4073,78	4022,67	37.774
toneladas	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400	29.400
dda agua (m <sup>3</sup> /h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m <sup>3</sup> /h	88,39	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	352,8	3616,39
toneladas	12.000	12.000	10.950	10.950	10.950	10.950	10.950	10.950	10.950	10.950	10.950	45.900
dda agua (m <sup>3</sup> /h)	31,24	32,28	27,01	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	117
m <sup>3</sup> /h	0	0	0	0	76,68	76,68	76,68	76,68	76,68	76,68	76,68	536,76

Fuente: Elaboración propia en base consumo de agua 2016 – 2025, Cochilco e informes aprobados por SEIA.

## 11.7 COSTOS EN DESALINIZACIÓN MEDIANTE TVC EN LA CENTRAL COCHRANE

La Central Cochrane posee un proceso desalinizador mediante thermal vapour compression, el cual, para satisfacer el consumo interno equivalente a 200 metros cúbicos por hora, se necesitan un flujo de agua de mar de 2.800 m<sup>3</sup>/h, donde se producen 2.600 m<sup>3</sup>/h de salmuera, que poseen una concentración 1,2 veces mayor al agua de mar aproximadamente a una temperatura de 39° Celsius, la cual es considerada agua de rechazo. Proceso que además requiere la desmineralización del agua desalada (por requerimientos de maquinaria), puesto que el agua desalada una vez desmineralizada es reinyectada al ciclo para lograr el proceso de compresión de gas y futura desalinización.

Los principales insumos necesarios para la desalinización mediante TVC corresponden a carbón utilizado para elevar la temperatura tras del agua, el cual refleja su aporte en los costos a modo de vapor<sup>51</sup>, seguido en menor impacto por el uso de químicos y energía necesaria para el desarrollo del proceso. Cabe mencionar que, para la Central Cochrane en particular, la energía no se presenta como un factor de mayor impacto, dado a que esta consume la energía producida en la central, por lo que no debe ser comprada sino es vista como un insumo dentro de los costos de generación eléctrica, y por tanto a precio de costo, equivalente a 0.045 USD/Kwh. El Gráfico 2 muestra la distribución de los costos en la producción de agua.



**Gráficos 2: Desglose de costos productivos por m<sup>3</sup> mediante TVC.**

**Fuente: Elaboración propia en base a costos de la empresa.**

<sup>51</sup> Precio estimado por el Departamento de Hidrocarburos: [https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/11/ResEx541\\_2015\\_Comb-informe-final-Informe-Proyecciones-Precios-Combustibles.pdf](https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/11/ResEx541_2015_Comb-informe-final-Informe-Proyecciones-Precios-Combustibles.pdf)

Donde el costo final productivo, el vapor necesario y los costos de operación y mantenimiento, representan gran parte del costo por m<sup>3</sup>, siendo 43% y 37% respectivamente. Así mismo, se observa que los químicos y la limpieza de la maquinaria casi no aportan al costo productivo, siendo su aporte conjunto aproximado de 4% del costo, equivalente a 0.13 dólares por m<sup>3</sup>.

Finalmente, se determina que el costo productivo de un metro cúbico de agua mediante thermal vapour compression es de \$USD 3.13; a niveles de producción de 200 m<sup>3</sup>/h, la central termoeléctrica Cochrane posee un costo productivo diario de \$USD 15.024, lo que se traduce en un costo anual (considerando producción el 90% del año) de \$USD 4.935.384. Valores que consideran costos de recambio de equipos (dentro de operación y mantenimiento).

## 11.8 DESARROLLO SECTOR INMOBILIARIO

### 11.8.1 ESCENARIO 1A: DEMANDA MEJILLONES DE 30,3 L/S

Se plantea la construcción de una planta desalinizadora al norte de Mejillones por parte de ADASA, la cual es simulada en torno a 4 niveles productivos de agua desalinizada. La demanda de agua corresponde al consumo de agua potable de la ciudad de Mejillones equivalente a 30,3 l/s; por lo que la Tabla 47 refleja los resultados de la simulación de costos productivos por metro cúbico de agua, según el caudal de tratamiento inicial para Aguas de Antofagasta y AES Gener.

ADASA	Desalación y Potabilización		Impulsión 19 Km	Costo total en Mejillones	Costo actual			
50 l/s	\$	2,72	\$	3,48	\$	6,20	\$	1,62
100 l/s	\$	2,18	\$	3,48	\$	5,66	Sin IVA	
250 l/s	\$	1,85	\$	3,48	\$	5,33		
500 l/s	\$	1,78	\$	3,48	\$	5,26		
AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión 12 Km	Costo total en Mejillones				
TVC - Spot - Mejillones	\$	1,68	\$	0,27	\$	2,85	\$	4,80
Prod. Máxima	\$	1,37	\$	0,13	\$	2,85	\$	4,35

**Tabla 47: Valorización de costo productivo m<sup>3</sup> agua potable – Demanda Mejillones.**

*Fuente: Elaboración propia.*

La Tabla anterior refleja los costos asociados a cada etapa de tratamiento del flujo de agua generado, es decir, el costo asociado al concepto de desalinización, potabilización, impulsión; determinando así el costo total productivo de un m<sup>3</sup> de agua llevado a destino.

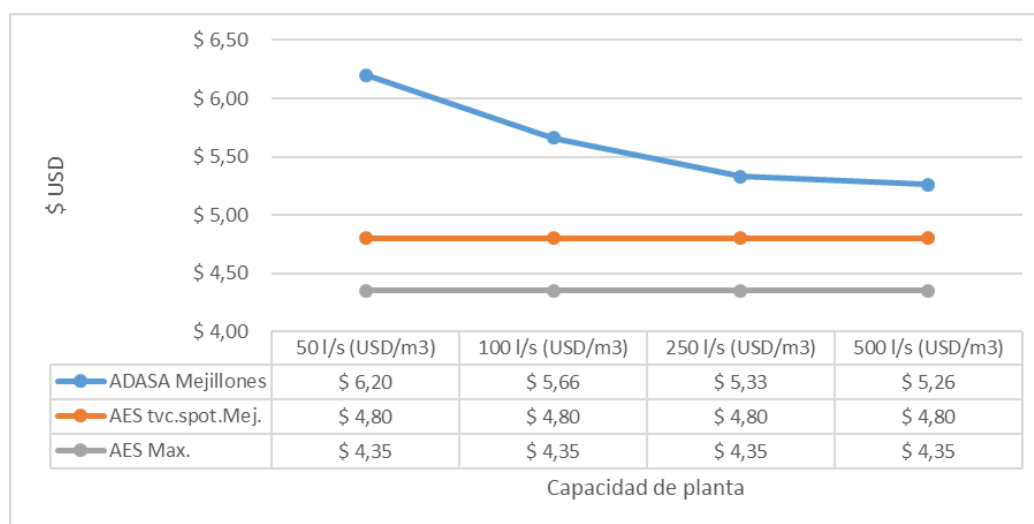
En líneas generales se observa el efecto de las economías de escala, donde a mayor nivel productivo, los costos disminuyen; en particular se observa que esta reducción de costos se refleja en el proceso de desalinización y potabilización, donde a mayor caudal se aprecia una disminución en estos. En cuanto a la impulsión, sólo hace referencia al consumo de la ciudad de Mejillones, por lo que este costo sólo varía según la distancia de impulsión para un flujo constante de 30,3 l/s (109,08 m<sup>3</sup>/h), por lo que el factor impulsión aporta de manera equivalente al costo independiente el caudal de tratamiento inicial.

En los casos de ADASA, los flujos mostrados corresponden a la desalinización y potabilización del 100% del caudal, transportando sólo el equivalente a la demanda de Mejillones, es decir, el costo por tuberías e impulsión necesario para transportar los 30,3 l/s. Por lo que, en las distintas simulaciones, se generan excedentes de agua según la capacidad inicial de tratamiento.

De la misma manera, para AES Gener se presentan 2 simulaciones, la primera corresponde a producir el nivel exacto de las demandas observadas, compuesta por el consumo de Cochrane por el uso de TVC, la venta spot a proyectos en la zona y la correspondiente a la demanda de Mejillones (83,8 l/s), implicando que no se generan excedentes de agua; mientras que el segundo, corresponde a un nivel de producción máxima equivalente a 158,3 l/s, generándose excedente de m<sup>3</sup> de agua. Donde en ambos casos se desaliniza el 100% del flujo inicial de agua de mar, potabilizando todo con excepción a las demandas de venta spot y el consumo TVC. Ambos casos consideran la construcción de tuberías que conecten la planta de generación con el centro de distribución de agua de Mejillones, correspondiente a 12 km.

La Tabla 47 muestra como los costos en las simulaciones de ADASA son más altos en cuanto a desalinización y potabilización por m<sup>3</sup>, donde en el caso de caudal de 500 l/s esta diferencia en costos es considerablemente menor, asociada a que la Central Angamos incurre en una inversión menor; puesto que contempla maquinaria e implementos necesarios ya establecidos, sumado a que no se incurre en conceptos de obra marina para la toma de agua, entre otros.

En cuanto a conceptos de piping e impulsión, ADASA refleja la mayor diferencia en costos con el proyecto de ampliación OI, puesto a la variación de la distancia de la tubería hasta el centro de distribución de agua en Mejillones (diferencia de 7 km). Finalmente, la suma de estos costos desencadena en el costo total desde el tratamiento de agua hasta que el m<sup>3</sup> de agua potable es llevado al centro de distribución de agua de Mejillones, donde en todos los casos, los costos de ADASA superan los costos vistos por AES Gener tanto con la producción justa o con excedentes de agua. Lo que implica que Aguas Antofagasta no debería instalar una nueva planta desalinizadora al Norte de Mejillones. El Gráfico 3 muestra la distribución de los costos simulados.



**Gráfico 3: Costo productivo por m<sup>3</sup> de agua potable – Demanda Mejillones.**

**Fuente: Elaboración propia.**

La curva de los costos de ADASA identifica el efecto de las economías de escala gráficamente en cuanto al costo productivo por m<sup>3</sup>. Si bien la curva da a entender que si Aguas de Antofagasta sigue aumentando el caudal de tratamiento podría encontrarse en un escenario donde los costos productivos sean menores a los observados por AES Gener a máxima capacidad; esta situación sería desfavorable, puesto que no se refleja el hecho de que, a mayor caudal de tratamiento, se genera un mayor excedente de agua, para la cual no se posee demanda, por lo que su valor de venta no cubriría el costo productivo, es decir, se generan pérdidas por el agua no vendida.

Por otro lado, si bien el caso en que AES Gener procesa agua a máxima capacidad se presenta como el escenario más competitivo en cuanto a costos, se genera un excedente de agua; el cual, al no poseer demanda, es valorizado como \$USD 0 (valor residual nulo para efectos de valorización), es decir, en términos de flujos, se considera un costo poseer este exceso, dado que posee un costo productivo y valorización nula por m<sup>3</sup>. Los flujos son los mostrados en la Tabla 48.

AES Gener	l/s	m <sup>3</sup> /h	90% disp. (m <sup>3</sup> /año)
Caudal inicial	158,3	570,0	4.493.880,0
Dda Mejillones*	30,3	109,1	955.540,8
Consumo Cochrane (TVC)	55,6	200,0	1.576.800,0
Venta spot*	3,5	12,6	110.376,0
Excedente	68,9	248,3	1.851.163,2

\* Demandas estables, no varían en el año.

**Tabla 48: Flujos de agua de AES Gener a máxima capacidad productiva – Demanda Mejillones.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Se genera un excedente de agua equivalente a 1.851.163,2 m<sup>3</sup> por año, los que no generan utilidades. Donde el 90% representa el porcentaje del tiempo al año en que la producción de agua sería efectiva, considerando que el 10% restante la planta estaría no operativa por mantenimiento y/o las limpiezas necesarias. Considera además el funcionamiento de la planta de 24 horas al día.

Si bien en cuanto a costos AES Gener es mejor que una nueva planta por parte de ADASA, sólo implica que Aguas de Antofagasta no debe realizar la instalación de una nueva planta desalinizadora al norte de Mejillones por conceptos de costos. Por otro lado, al observar el costo actual que posee ADASA en distribuir agua potable a la ciudad de Mejillones de \$USD 1,62 por m<sup>3</sup> (mismo costo que Antofagasta), el proyecto de ampliación de la Central Angamos resulta considerablemente más elevado; por lo que bajo un concepto de eficiencia en costos implicaría que el proyecto no es viable económicamente.

### **11.8.2 ESCENARIO 1B: DEMANDA MEJILLONES DE 30,3 L/S CON UTILIZACIÓN DE TUBERÍA MEJILLONES – ANTOFAGASTA.**

Corresponde a una extensión del sub escenario anterior, donde se toman las mismas consideraciones, sumando la posibilidad de utilizar la tubería de abastecimiento de agua entre Mejillones y Antofagasta, puesto que, al tenerse una planta productora de agua en Mejillones, se libera el flujo de agua proveniente del Sistema de Producción Norte ligado al abastecimiento de esta ciudad, dejándose de utilizar la tubería asociada.

Como se observó anteriormente, existen excedentes de agua tras la producción a máxima capacidad, por lo que, mediante la utilización de la tubería de conexión, se podría abastecer la matriz de agua de la ciudad de Antofagasta al impulsar el flujo generado en dirección contraria al sistema convencional, correspondiente a 32 l/s.

La Tabla 49 muestra los resultados de las simulaciones realizadas en cuanto a los costos de nuevas plantas desalinizadoras dependiendo del caudal de tratamiento de agua, donde se pone a disposición el flujo de agua generado en el centro de distribución de agua de Mejillones.

ADASA	Desalación y Potabilización		Impulsión 19 Km	Costo total en Mejillones	Costo actual
50 l/s	\$	2,72	\$	3,01	\$ 5,73
100 l/s	\$	2,18	\$	2,27	\$ 4,45
250 l/s	\$	1,85	\$	2,27	\$ 4,12
500 l/s	\$	1,78	\$	2,27	\$ 4,05
AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión 12 Km	Costo total en Mejillones	
TVC - Spot - Mejillones - Tubería	\$	1,47	\$	0,16	\$ 1,55
Prod. Máxima	\$	1,37	\$	0,13	\$ 1,55
					\$ 3,18
					\$ 3,05

**Tabla 49: Valorización de costo productivo m<sup>3</sup> de agua potable – Demanda Mejillones más uso tubería.**

*Fuente: Elaboración propia.*

La Tabla anterior refleja los costos asociados a cada etapa de tratamiento del flujo de agua generado, es decir, el costo asociado al concepto de desalinización, potabilización, impulsión; determinando así el costo total productivo de un m<sup>3</sup> de agua llevado a destino.

En líneas generales se observa el efecto de las economías de escala, donde a mayor nivel productivo, los costos disminuyen; en particular se observa que esta reducción de costos se refleja en el proceso de desalinización y potabilización, donde a mayor caudal se aprecia una disminución en costos. En cuanto a la impulsión, se hace referencia al consumo de la ciudad de Mejillones y la utilización a máxima capacidad de la tubería de conexión con Antofagasta, por lo que este costo sólo varía según la distancia de impulsión para un flujo constante de 62,3 l/s (224,28 m<sup>3</sup>/h); lo que implica que el factor impulsión aporta de manera equivalente al costo independiente el caudal de tratamiento inicial.

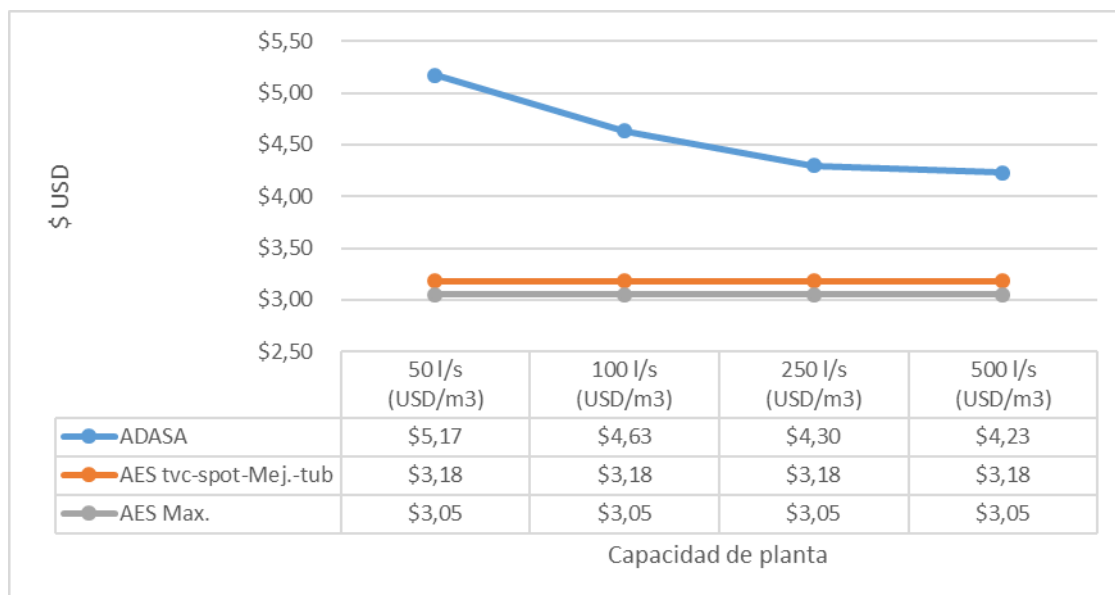
En los casos de ADASA, los flujos mostrados corresponden a la desalinización y potabilización del 100% del caudal, transportando sólo el equivalente a la demanda de Mejillones, es decir, el costo por tuberías e impulsión necesario para transportar los 62,3 l/s. Por lo que, en las distintas simulaciones, se generan excedentes de agua según la capacidad inicial de tratamiento.

De la misma manera, para AES Gener se presentan 2 simulaciones, la primera corresponde a producir el nivel exacto de las demandas observadas, compuesta por el consumo de Cochrane por el uso de TVC, la venta spot a proyectos en la zona y la correspondiente a la nueva demanda de Mejillones, por lo que no genera excedentes de agua; mientras que el segundo, corresponde a un nivel de producción máxima equivalente a 158,3 l/s, generándose excedente de m<sup>3</sup> de agua. Donde en ambos casos se desaliniza el 100% del flujo inicial de agua de mar, potabilizando todo con excepción a las demandas de venta spot y el consumo TVC. Ambos casos consideran la construcción de tuberías que conecten la planta de generación con el centro de distribución de agua de Mejillones, correspondiente a 12 km.

La Tabla 49 muestra como los costos en las simulaciones de ADASA son más altos en cuanto a desalinización y potabilización por m<sup>3</sup>; donde esta diferencia se asocia a que la Central Angamos incurre en una inversión menor, puesto que contempla maquinaria e implementos necesarios ya establecidos, sumado a que no se incurre en conceptos de obra marina para la toma de agua, entre otros.

En cuanto a conceptos de piping e impulsión, ADASA refleja la mayor diferencia en costos con el proyecto de ampliación OI, puesto a la variación de la distancia de la tubería hasta el centro de distribución de agua en Mejillones (diferencia de 7 km). Finalmente, la suma de estos costos desencadena en el costo total desde el tratamiento de agua hasta que el m<sup>3</sup> de agua potable es llevado al centro de distribución de Mejillones, donde en todos los casos, los costos de ADASA superan los costos vistos por AES Gener tanto con la producción justa o con excedentes de agua. Lo que implica que Aguas Antofagasta no

debería instalar una nueva planta desalinizadora al Norte de Mejillones. El Gráfico 4 muestra la distribución de los costos simulados.



**Gráficos 4: Costo productivo por m<sup>3</sup> de agua potable – Demanda Mejillones más uso de tubería.**

**Fuente: Elaboración propia.**

La curva de los costos de ADASA identifica el efecto de las economías de escala gráficamente en cuanto al costo productivo por m<sup>3</sup>. Si bien la curva da a entender que si Aguas de Antofagasta sigue aumentando el caudal de tratamiento podría encontrarse en un escenario donde los costos productivos sean menores a los observados por AES Gener a máxima capacidad; esta situación sería desfavorable, puesto que no se refleja el hecho de que, a mayor caudal de tratamiento, se genera un mayor excedente de agua, para la cual no se posee demanda, por lo que su valor de venta no cubriría el costo productivo, es decir, se generan pérdidas por el agua no vendida.

Por otro lado, si bien el caso en que AES Gener procesa agua a máxima capacidad se presenta como el escenario más competitivo en cuanto a costos, se genera un excedente de agua; el cual, al no poseer demanda, es valorizado como \$USD 0, es decir, en términos de flujos, se considera un costo poseer este exceso, dado que posee un costo productivo y valorización nula por m<sup>3</sup>. Los flujos son los mostrados en la Tabla 50.



AES Gener	l/s	m3/h	90% disp. (m3/año)
Caudal inicial	158,3	570,0	4.493.880,0
Dda Mejillones*	30,3	109,1	955.540,8
Utilización Tubería*	32,0	115,2	1.009.152,0
Consumo Cochrane (TVC)	55,6	200,0	1.576.800,0
Venta spot*	3,5	12,6	110.376,0
<b>Excedente</b>	<b>68,9</b>	<b>248,3</b>	<b>842.011,2</b>

\* Demandas estables, no varían en el año.

**Tabla 50: Flujos de agua de AES Gener a máxima capacidad productiva – Demanda Mejillones y uso de tubería.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Se genera un excedente de agua equivalente a 842.011,2 m<sup>3</sup> por año, los que no generan utilidades. Donde el 90% representa el porcentaje del tiempo al año en que la producción de agua sería efectiva, considerando que el 10% restante la planta estaría no operativa por mantenimiento y/o las limpiezas necesarias. Considera además el funcionamiento de la planta de 24 horas al día. Si bien el volumen de agua residual en este caso es menor que el anterior, el nuevo excedente generado no es despreciable, por lo que sigue representando costos.

Si bien en cuanto a costos AES Gener es mejor que una nueva planta por parte de ADASA, sólo implica que Aguas Antofagasta no debe realizar la instalación de una nueva planta desalinizadora al norte de Mejillones por conceptos de costos. Por otro lado, al observar el costo actual que posee ADASA en distribuir agua potable a la ciudad de Mejillones de \$USD 1.62 por m<sup>3</sup> (mismo costo que Antofagasta), el proyecto de ampliación de la Central Angamos resulta considerablemente más elevado; por lo que bajo un concepto de eficiencia en costos implicaría que el proyecto no es viable económicamente para AES Gener.

En base a los resultados anteriores obtenidos en los escenarios 1A y 1B, considerando el efecto de las economías de escala y la disminución en cuanto al costo por unidad; en adelante se trabajará con escenarios que aprovechen la máxima capacidad productiva desalinizadora por parte de la Central Angamos.

### **11.8.3 ESCENARIO 2: ADASA LLEVA AGUA POTABLE HASTA MEJILLONES**

Como se mostró en el escenario anterior, la instalación de una nueva planta desalinizadora por parte de ADASA en la ciudad de Mejillones no es viable en cuanto a competencia por costos, producto del excedente de agua generado, el cual no posee un valor residual; por lo que se busca la alternativa dadas las instalaciones disponibles actualmente, en particular la utilización de la tubería que conecta ambas ciudades de capacidad 32 l/s.

Dado que el borde costero en Antofagasta ya está conectado a la red hídrica de dicha zona, lógicamente la nueva planta debe ubicarse en un lugar que cumpla esas características, permitiendo el ahorro en piping para dicho caso. En particular se tomará como punto de referencia la ubicación de la actual planta desaladora de ADASA “La Chimba”. A diferencia de los escenarios anteriores, se considera dentro de la simulación la construcción de plantas con mayor caudal de tratamiento, dadas las ventajas en cuanto a conectividad ligadas a la ubicación de la nueva planta en cuestión.

Es así como la Tabla 51 muestra los resultados de las simulaciones en que una nueva planta desalinizadora ubicada en Antofagasta y conectada a la red (por la que no se incurre en costo de piping, ni bombas impulsoras ya existentes), en competencia con el proyecto de ampliación de AES Gener, donde el punto de comparación, al igual que en el escenario anterior, corresponde al centro de distribución de agua en Mejillones, es decir, las tuberías asociadas para AES Gener corresponden a los 12 km mostrados en la Ilustración 3; para satisfacer la demanda de 30,3 l/s.

ADASA	Desalación y Potabilización		Impulsión a Mejillones	Costo total en Mejillones	Costo actual
500 l/s	\$ 1,77		\$ 0,41	\$ 2,18	\$ 1,62
750 l/s	\$ 1,73		\$ 0,41	\$ 2,14	Sin IVA
1.000 l/s	\$ 1,68		\$ 0,41	\$ 2,09	
AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión Mejillones	Costo total en Mejillones	
158,3 l/s (dda 30,3 l/s)	\$ 1,68	\$ 0,27	\$ 2,85	\$ 4,80	
AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión Antofagasta	Costo total en Mejillones	
158,3 l/s (dda 62,3 l/s)	\$ 1,37	\$ 0,13	\$ 1,55	\$ 3,05	

**Tabla 51: Valorización costo productivo m3 de agua potable – ADASA hacia Mejillones.**

**Fuente: Elaboración propia.**

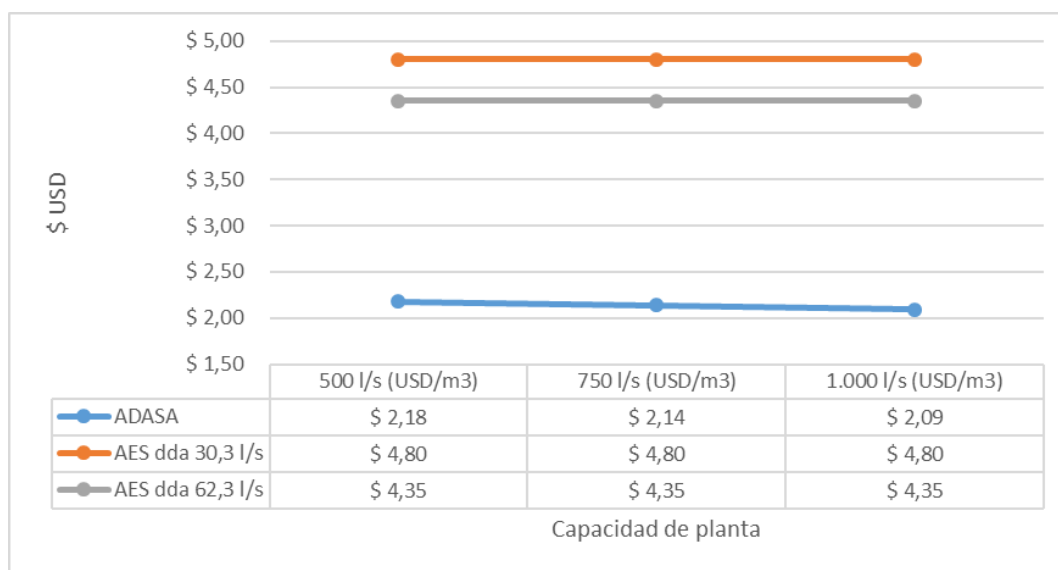
Para Aguas Antofagasta, las simulaciones corresponden a la desalinización y potabilización del 100% del caudal inicial, por lo que se incurrir en costos anuales asociados al uso energético, como en la inversión inicial de las plantas de desalinización y potabilización. Donde como se observa, este factor de costo disminuye a medida que el caudal de tratamiento de agua aumenta. Finalmente, el agua con de las características anteriores, debe ser transportada hasta Mejillones, para lo cual existe una tuberías y bombas asociadas a la impulsión, dado que la demanda es constante y equivalente a 30,3 l/s, para los 3 casos de ADASA se tiene el mismo factor de costo asociado a impulsión; donde como resultado se obtienen costos menores para ADASA que en el escenario 1.

En el caso de AES Gener se realizan 2 simulaciones cubriendo las posibles demandas vistas por la ciudad de Mejillones; por un lado, se plantea cubrir sólo la demanda de 30,3 l/s, repitiéndose los costos a máxima capacidad desalinizadora del escenario 1A, presentando los mismos problemas en cuanto a la generación de excedente de agua sin valor residual. Por otro lado, se plantea cubrir la demanda anterior respecto a Mejillones, y la utilización de la tubería de abastecimiento entre esta ciudad y Antofagasta,

reflejando una demanda de 62,3 l/s, repitiéndose los costos a máxima capacidad desalinizadora del escenario 1B, presentándose los mismos problemas en cuanto a la generación de excedente de agua sin valor residual.

En los 2 casos señalados anteriormente, se requiere la inversión en cuanto a tubería que conecte el proyecto desalinizador con el centro de distribución de Mejillones correspondiente a 12 km, donde la diferencia de los casos corresponde al costo de impulsión de cada uno, el primero sólo lo realiza hasta Mejillones y con un caudal considerablemente menor, mientras que el segundo lo realiza hasta Antofagasta con un caudal de un poco más del doble; reflejando la diferencia en cuanto al costo productivo por economías de escala, siendo el caso asociado a Antofagasta más competitivo económicamente.

Se observa que los costos vistos por Aguas de Antofagasta son más competitivos que los simulados por el proyecto de ampliación de AES Gener, diferencia asociada principalmente al ahorro por parte de la empresa sanitaria en cuanto a tuberías para el abastecimiento (mediante de la utilización de la estructura ya establecida). El Gráfico 5 ilustra la distribución de costos en cada caso.



**Gráficos 5: Costo productivo por m<sup>3</sup> de agua potable – ADASA hacia Mejillones.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Se aprecia el efecto de las economías de escala en los costos productivos por m<sup>3</sup> de agua potable para Aguas Antofagasta, donde a mayor caudal, se reduce el costo. Si bien al igual que en el escenario anterior, un mayor caudal implica un excedente de agua, en este caso en particular ADASA sólo impulsaría el equivalente a la demanda de Mejillones, dejan el excedente a disposición en la ciudad de Antofagasta, donde se posee una población y demanda de agua considerablemente mayor, por lo que encontrar demandante (y por ende valor al agua residual) podría resultar más factible.

En cuanto AES Gener, se observan los mismos costos que en el escenario anterior correspondientes a la impulsión de agua potable equivalente a la demanda de Mejillones (30,3 l/s) y el supuesto de uso de la tubería disponible (62,3 l/s); donde en ambos casos estos superan a los de ADASA tras una nueva planta, como los costos actuales que se poseen en la distribución de m<sup>3</sup> de agua potable de \$USD 1.62 por m<sup>3</sup>. En suma, ambos escenarios reflejan la generación de un excedente de agua en la Central Angamos, para el cual no se posee demanda, por lo que su valor residual es evaluado en \$USD 0. Lo anterior refleja que la realización del proyecto de ampliación de la capacidad OI en la Central Angamos no resulta viable económicamente para AES Gener.

#### 11.8.4 ESCENARIO 3: AES GENER LLEVA AGUA DESALINIZADA HASTA ANTOFAGASTA

Uno de los factores que impactan en la viabilidad del proyecto es el excedente de agua que se genera en cada caso, donde al no poseerse demanda por este, no genera valor, traduciéndose en pérdidas económicas por los excedentes productivos; donde si bien a mayor desalinización se reducen los costos, si no se utiliza el total de agua, se pueden incurrir en pérdidas monetarias. Motivo por lo que este escenario simula la desalinización y potabilización a máxima capacidad por parte de AES Gener, y lo transporta hasta Antofagasta (55 km aproximadamente), en particular hasta la actual localización de la planta “La Chimba”, lugar supuesto donde se emplazaría un nuevo proyecto de tratamiento de agua, puesto que está conectada a la red hídrica actual, por lo que no considera costos asociados a tuberías.

Por parte de ADASA, esta simulación corresponde a desalinizar y potabilizar agua en base a distintos caudales iniciales de agua de mar, puestos a disposición en la misma planta, es decir, tampoco incurren en costos de impulsión por m<sup>3</sup>. Así, la Tabla 52 muestra de los costos productivos mediante las simulaciones.

ADASA	Desalación y Potabilización		Impulsión 0 Km	Costo total en Mejillones	Costo actual
500 l/s	\$	1,77	\$ -	\$ 1,77	\$ 1,62
750 l/s	\$	1,73	\$ -	\$ 1,73	Sin IVA
1.000 l/s	\$	1,68	\$ -	\$ 1,68	
AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión 55 Km	Costo total en Mejillones	
Prod. Máxima	\$		4,57	\$	4,57

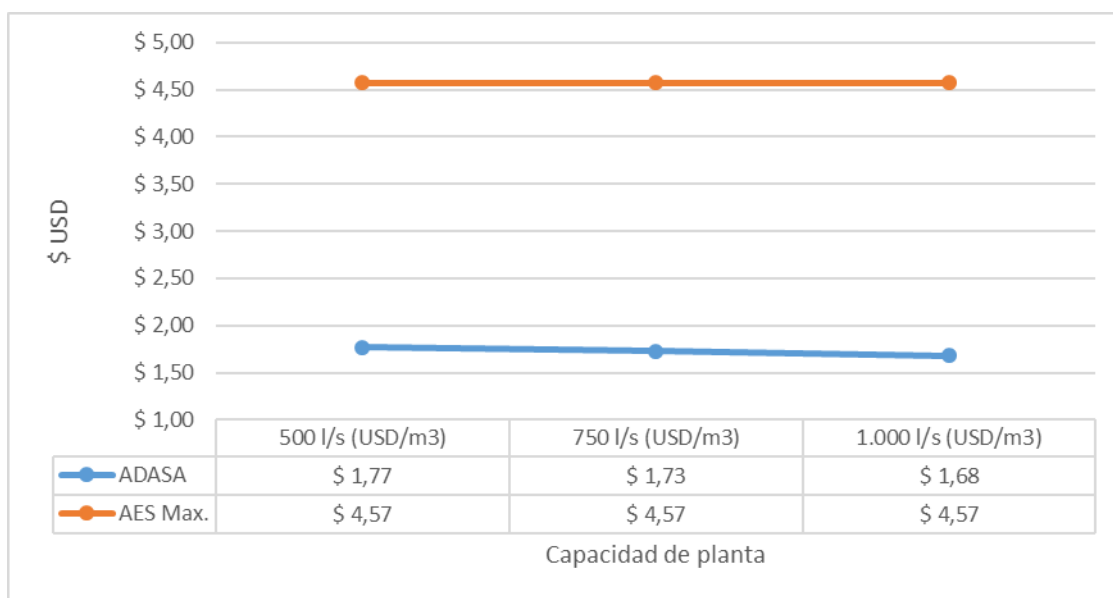
**Tabla 52: Valorización costo productivo m<sup>3</sup> de agua potable – AES Gener hacia Antofagasta.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Se observa el efecto de las economías de escala para los 3 casos de Aguas Antofagasta, donde a medida que aumenta el caudal inicial de tratamiento de agua, se reducen los costos productivos. Dado que en este escenario el costo productivo corresponde sólo a factores de consumo energético por desalinización y potabilización del

100% del caudal inicial, más la inversión inicial asociada a la planta desalinizadora y potabilizadora; dejando fuera uno de los factores de mayor impacto en los costos como la tubería, se observan bajos costos productivos, lo que en tendencia podrían alcanzar incluso el costo actual de distribución de agua potable, asociado a la captación superficial del río Loa. Donde la igual que en el escenario 2, la generación de un excedente de agua en la ciudad de Antofagasta, podría representar un valor residual mayor a 0, por conceptos de aumento de población y consumo de agua potable en comparación a Mejillones.

Para AES Gener, se plantea un escenario que varía en el modelo de negocio en comparación con los escenarios anteriores, donde en este caso, no se considerará un flujo de agua desalinizada para abastecer el consumo de la Central Cochrane, ni tampoco para la venta spot de agua en Angamos. Lo anterior implica una reducción en los costos de los procesos de desalinización y potabilización debido a las economías de escala; reducción de costo no suficiente para contrarrestar el efecto de piping e impulsión que debe incurrirse para transportarse el agua desde la Central Angamos hasta “La Chimba” en Antofagasta, encareciendo el costo productivo, donde si bien, no se generan excedentes de agua, el costo llega a \$USD 4.57 por m<sup>3</sup>. El Gráfico 6 muestra la diferencia en los costos productivos para ambas empresas.



**Gráficos 6: Costo productivo por m<sup>3</sup> de agua potable - AES Gener hacia Antofagasta.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Se observa la gran brecha en cuanto a los costos productivos por m<sup>3</sup> de agua potable, donde ADASA es considerablemente más eficiente, con una diferencia de \$USD 2.8 por m<sup>3</sup> en el caso menos competitivo (500 l/s). Si bien estos costos son los más bajos visto por ADASA en comparación a los escenarios anteriores, este valor para cada caso sigue siendo superior al costo actual de distribución de agua potable mediante la captación superficial equivalente a \$USD 1.62 por m<sup>3</sup>.

Los costos productivos por m<sup>3</sup> de agua potable llevada desde Angamos hasta Antofagasta, a pesar de no generarse excedentes; son considerablemente superiores a los incurridos por ADASA ante una nueva planta, y están aún más por encima del costo actual de Aguas Antofagasta, por lo que, en un escenario competitivo, la realización del proyecto no resulta viable económicamente.

## 11.9 ESCENARIO 2: SWAP MINERO, ABASTECIMIENTO DE AGUA CENTRAL COCHRANE

Este escenario considera la desalinización a máxima capacidad tras la realización del proyecto de ampliación de la Central Angamos, con el flujo producido de agua desalinizada se abastece a la Central Cochrane, y el flujo de agua restante se transporta hasta la ciudad de Antofagasta, hecho que representa mayoritariamente el costo productivo del metro cúbico puesto en la ciudad de destino.

El costo relacionado al m<sup>3</sup> de agua potable trasladado por AES Gener hasta Antofagasta es de \$USD 5.75, el cual se detalla en la Tabla 53.

AES Gener	Desalinización	Potabilización	Impulsión 55 Km	Costo total en Mejillones
92,5 l/s	\$ 1,37	\$	4,38	\$ 5,75

\*Existe ahorro TVC

**Tabla 53: Valorización costo productivo de AES Gener por m<sup>3</sup> de agua potable llevado hasta Antofagasta – Escenario 2.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Donde el factor de costos dado por el proceso de desalinización corresponde a \$USD 1,37 por m<sup>3</sup> en la Central Angamos, donde 200 m<sup>3</sup>/h pasan a la Central Cochrane para el reemplazo tecnológico. Los costos asociados a la producción de agua desalinizada para el consumo de Cochrane, la producción de agua potable y traslado a Antofagasta de ésta, son los que se muestran en la Tabla 54.

<b>Costos</b>	<b>\$ (116.922.155)</b>
Inversión	\$ (109.500.000)
<b>Costos Fijos</b>	
Impulsión	\$ (948.051)
Desalinización	\$ (993.147)
Potabilización	\$ (175.025)
Cargos Fijos	\$ (898.776)
Costo Stanf by TVC	\$ (150.845)
<b>Costos Variables</b>	
Cargos Variables	\$ (2.246.940)
Costo cambio tecnológico	\$ (2.160.216)

**Tabla 54: Flujo de costos anuales e inversión para la producción de agua potable – Escenario 2, considera cambio tecnológico.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Dado el costo productivo de \$USD 5.75 por m<sup>3</sup> cúbico, no es posible comercializar agua con proyectos mineros que posean costos inferiores a este, por tanto, los proyectos disponibles al análisis de venta de m<sup>3</sup> de agua corresponden a Lomas Bayas y Zaldivar con costos de \$USD 6.34 y \$USD 8.22 por m<sup>3</sup> de agua respectivamente. Por lo que se realizarán sub escenarios en donde se realiza la venta de agua por parte de ADASA a los proyectos mineros mencionados.

### **11.9.1 E2 A: VENTA DE AGUA A LOMAS BAYAS**

Como se mencionó anteriormente en la Tabla 21, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Lomas Bayas es de 195,66 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por Lomas Bayas por m<sup>3</sup> es de \$USD 6.34, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, equivalente a \$USD 6.28 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia asociada al cobro por parte de AES Gener por el flujo producido, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 5,81. La Tabla 55 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

<b>Ingresos</b>	<b>\$ 21.886.698</b>
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 16.935.546
precio venta	\$ 5,81
m3/año	2.917.080
Venta cambio tecnológico	\$ 4.951.152
*costo actual m3 TVC	3,14
m3/año	1.576.800

**Tabla 55: Ingresos anuales por venta de agua potable y cambio tecnológico – Proyecto Lomas Bayas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los ingresos mostrados corresponden principalmente por la comercialización del agua potable con ADASA, con un precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 5.81, donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.06, y en segunda instancia al beneficio asociado al consumo de agua desalinizada más económica (reemplazando el método desalador TVC), donde el ahorro asociado al cambio tecnológico por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 1.77.

La Tabla 55 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios presentan las alzas mencionadas en la sección 2.5.2.1 y 2.5.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua potable de 2,5% y el aumento en los costos TVC (beneficios cambio tecnológico) de 0,29% promedio anual.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, se determina que el proyecto no es rentable económicamente para AES Gener, puesto que presenta pérdidas en el período de evaluación, como resume la Tabla 56. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.12).

Tasa de Descuento	12%
TIR	11,67%
VAN [USD]	\$ (2.483.356)
Rentabilidad	(2,27%)
Vida útil	20

**Tabla 56: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Lomas Bayas, considera cambio tecnológico.**

**Fuente: Elaboración propia.**



## 11.9.2 E2 B: VENTA DE AGUA A ZALDIVAR

Como se mencionó anteriormente en la Tabla 21, la demanda de agua estimada correspondiente al proyecto Zaldivar es de 186,87 l/s, por lo que el agua potable producida por la Central Angamos sería consumida en su totalidad. Por otro lado, la disposición estimada a pagar por Lomas Bayas por m<sup>3</sup> es de \$USD 8.22, por lo que se considerará como supuesto un precio de venta de ADASA de un 1% bajo la disposición a pagar, equivalente a \$USD 8.09 por m<sup>3</sup>.

En base al precio de venta entendido por ADASA al proyecto minero, considerando la estrategia asociada al cobro por parte de AES Gener por el flujo producido, correspondiente al 10,5% de la diferencia entre el precio de venta ADASA y el costo productivo, se traduce en un precio de venta por metro cúbico de \$USD 6,00. La Tabla 57 representa los ingresos asociados a la comercialización de agua de forma anual.

<b>Ingresos</b>	\$	22.441.089
Venta Agua Potable a ADASA	\$	17.489.937
precio venta	\$	6,00
m3/año		2.917.080
Venta cambio tecnológico	\$	4.951.152
*costo actual m3 TVC		3,14
m3/año		1.576.800

**Tabla 57: Ingresos anuales por venta de agua potable, cambio tecnológico – Proyecto Zaldivar,**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los ingresos mostrados corresponden principalmente por la comercialización del agua potable con ADASA, con un precio de venta por m<sup>3</sup> corresponde a \$USD 6.00, donde la utilidad asociada a la venta por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 0.25, y en segunda instancia al beneficio asociado al consumo de agua desalinizada más económica (reemplazando método TVC), donde el ahorro asociado al cambio tecnológico por m<sup>3</sup> de agua es de \$USD 1.77.

La Tabla 57 representa los ingresos percibidos en el año uno de puesta en marcha, donde los flujos futuros en cuanto a los beneficios presentan las alzas mencionadas en la sección 2.5.2.1 y 2.5.2.2, correspondientes a un alza anual en los precios de venta de agua potable de 2,5% y el aumento en los costos TVC (beneficios cambio tecnológico) de 0,29% promedio anual.

Al realizarse el flujo de caja, se consideran los costos asociados a la ampliación, tuberías para la disposición de agua en Antofagasta, considerando los ingresos por actividad anteriores en flujos anuales, descontando los costos operacionales por la

actividad productiva, sujetos a una tasa de descuento de 12%, se determina que el proyecto es rentable económicamente para AES Gener, recuperándose la inversión en un período de 20 años desde la puesta en marcha, producto del mayor margen unitario asociado a la venta de agua, debido a la mayor disposición de pago de la faena en cuestión. Los resultados se muestran en la Tabla 58. (Ver detalle de los cálculos en Anexo 11.13).

Tasa de Descuento	12%
TIR	12,15%
VAN [USD]	\$ 1.149.933
Rentabilidad	1,05%
Vida útil	20

**Tabla 58: Indicadores de rentabilidad – Proyecto Zaldivar, considera cambio tecnológico.**

**Fuente: Elaboración propia.**

## 11.10 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC Y VENTA SPOT- PROYECTO LOMAS BAYAS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 22.009.009	\$ 22.449.814	\$ 22.901.321	\$ 23.363.798	\$ 23.837.518	\$ 24.322.761	\$ 24.819.814	\$ 25.328.971	\$ 25.850.534	\$ 26.384.812
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 16.671.541	\$ 17.088.330	\$ 17.515.538	\$ 17.953.426	\$ 18.402.262	\$ 18.862.319	\$ 19.333.876	\$ 19.817.223	\$ 20.312.654	\$ 20.820.470
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ 4.951.152	\$ 4.965.510	\$ 4.979.910	\$ 4.994.352	\$ 5.008.836	\$ 5.023.361	\$ 5.037.929	\$ 5.052.539	\$ 5.067.191	\$ 5.081.886
Venta Spot	\$ -	\$ 386.316	\$ 395.974	\$ 405.873	\$ 416.020	\$ 426.421	\$ 437.081	\$ 448.008	\$ 459.208	\$ 470.689	\$ 482.456
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (109.500.000)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)
Impulsión	\$ -	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)
Desalinización	\$ -	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ -	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ -	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)
Depreciación	\$ -	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$ (109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 9.003.504	\$ 9.444.308	\$ 9.895.816	\$ 10.358.293	\$ 10.832.013	\$ 11.317.255	\$ 11.814.308	\$ 12.323.465	\$ 12.845.028	\$ 13.379.307
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.250.876)	\$ (2.361.077)	\$ (2.473.954)	\$ (2.589.573)	\$ (2.708.003)	\$ (2.829.314)	\$ (2.953.577)	\$ (3.080.866)	\$ (3.211.257)	\$ (3.344.827)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 6.752.628	\$ 7.083.231	\$ 7.421.862	\$ 7.768.720	\$ 8.124.010	\$ 8.487.942	\$ 8.860.731	\$ 9.242.599	\$ 9.633.771	\$ 10.034.480
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ (109.500.000)	\$ 12.227.628	\$ 12.558.231	\$ 12.896.862	\$ 13.243.720	\$ 13.599.010	\$ 13.962.942	\$ 14.335.731	\$ 14.717.599	\$ 15.108.771	\$ 15.509.480
<b>VP</b>	\$ (109.500.000)	\$ 10.917.525	\$ 10.011.345	\$ 9.179.732	\$ 8.416.623	\$ 7.716.443	\$ 7.074.061	\$ 6.484.757	\$ 5.944.191	\$ 5.448.374	\$ 4.993.638
<b>VP Acumulado</b>	\$ (109.500.000)	\$ (98.582.475)	\$ (88.571.130)	\$ (79.391.399)	\$ (70.974.775)	\$ (63.258.332)	\$ (56.184.271)	\$ (49.699.515)	\$ (43.755.323)	\$ (38.306.949)	\$ (33.313.311)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 26.932.123	\$ 27.492.791	\$ 28.067.148	\$ 28.655.537	\$ 29.258.308	\$ 29.875.818	\$ 30.508.435	\$ 31.156.537	\$ 31.820.508	\$ 32.500.746
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 21.340.982	\$ 21.874.507	\$ 22.421.369	\$ 22.981.904	\$ 23.556.451	\$ 24.145.362	\$ 24.748.996	\$ 25.367.721	\$ 26.001.914	\$ 26.651.962
Venta cambio tecnológico	\$ 5.096.624	\$ 5.111.404	\$ 5.126.227	\$ 5.141.093	\$ 5.156.002	\$ 5.170.955	\$ 5.185.950	\$ 5.200.990	\$ 5.216.073	\$ 5.231.199
Venta Spot	\$ 494.517	\$ 506.880	\$ 519.552	\$ 532.541	\$ 545.854	\$ 559.501	\$ 573.488	\$ 587.825	\$ 602.521	\$ 617.584
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)
Impulsión	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)
Desalinización	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)
Depreciación	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 13.926.617	\$ 14.487.285	\$ 15.061.643	\$ 15.650.032	\$ 16.252.802	\$ 16.870.312	\$ 17.502.930	\$ 18.151.031	\$ 18.815.003	\$ 19.495.240
Impuesto (25%)	\$ (3.481.654)	\$ (3.621.821)	\$ (3.765.411)	\$ (3.912.508)	\$ (4.063.201)	\$ (4.217.578)	\$ (4.375.732)	\$ (4.537.758)	\$ (4.703.751)	\$ (4.873.810)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 10.444.963	\$ 10.865.464	\$ 11.296.232	\$ 11.737.524	\$ 12.189.602	\$ 12.652.734	\$ 13.127.197	\$ 13.613.273	\$ 14.111.252	\$ 14.621.430
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 15.919.963	\$ 16.340.464	\$ 16.771.232	\$ 17.212.524	\$ 17.664.602	\$ 18.127.734	\$ 18.602.197	\$ 19.088.273	\$ 19.586.252	\$ 20.096.430
<b>VP</b>	\$ 4.576.609	\$ 4.194.190	\$ 3.843.534	\$ 3.522.023	\$ 3.227.257	\$ 2.957.026	\$ 2.709.305	\$ 2.482.231	\$ 2.274.097	\$ 2.083.332
<b>VP Acumulado</b>	\$ (28.736.702)	\$ (24.542.512)	\$ (20.698.979)	\$ (17.176.955)	\$ (13.949.699)	\$ (10.992.673)	\$ (8.283.368)	\$ (5.801.137)	\$ (3.527.040)	\$ (1.443.708)

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.11 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC Y VENTA SPOT- PROYECTO ZALDIVAR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 22.542.423	\$ 22.996.563	\$ 23.461.740	\$ 23.938.227	\$ 24.426.308	\$ 24.926.270	\$ 25.438.410	\$ 25.963.032	\$ 26.500.447	\$ 27.050.973
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 17.204.955	\$ 17.635.079	\$ 18.075.956	\$ 18.527.855	\$ 18.991.051	\$ 19.465.828	\$ 19.952.473	\$ 20.451.285	\$ 20.962.567	\$ 21.486.631
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ 4.951.152	\$ 4.965.510	\$ 4.979.910	\$ 4.994.352	\$ 5.008.836	\$ 5.023.361	\$ 5.037.929	\$ 5.052.539	\$ 5.067.191	\$ 5.081.886
Venta Spot	\$ -	\$ 386.316	\$ 395.974	\$ 405.873	\$ 416.020	\$ 426.421	\$ 437.081	\$ 448.008	\$ 459.208	\$ 470.689	\$ 482.456
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (109.500.000)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)
Impulsión	\$ -	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)
Desalinización	\$ -	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ -	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ -	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)
Depreciación	\$ -	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$ (109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 9.536.918	\$ 9.991.058	\$ 10.456.234	\$ 10.932.722	\$ 11.420.802	\$ 11.920.764	\$ 12.432.905	\$ 12.957.527	\$ 13.494.942	\$ 14.045.468
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.384.229)	\$ (2.497.764)	\$ (2.614.059)	\$ (2.733.180)	\$ (2.855.201)	\$ (2.980.191)	\$ (3.108.226)	\$ (3.239.382)	\$ (3.373.735)	\$ (3.511.967)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 7.152.688	\$ 7.493.293	\$ 7.842.176	\$ 8.199.541	\$ 8.565.602	\$ 8.940.573	\$ 9.324.679	\$ 9.718.145	\$ 10.121.206	\$ 10.534.101
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ (109.500.000)	\$ 12.627.688	\$ 12.968.293	\$ 13.317.176	\$ 13.674.541	\$ 14.040.602	\$ 14.415.573	\$ 14.799.679	\$ 15.193.145	\$ 15.596.206	\$ 16.009.101
<b>VP</b>	\$ (109.500.000)	\$ 11.274.722	\$ 10.338.244	\$ 9.478.903	\$ 8.690.418	\$ 7.967.014	\$ 7.303.378	\$ 6.694.623	\$ 6.136.257	\$ 5.624.148	\$ 5.154.502
<b>VP Acumulado</b>	\$ (109.500.000)	\$ (98.225.278)	\$ (87.887.034)	\$ (78.408.132)	\$ (69.717.714)	\$ (61.750.699)	\$ (54.447.321)	\$ (47.752.698)	\$ (41.616.442)	\$ (35.992.293)	\$ (30.837.791)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 27.614.938	\$ 28.192.676	\$ 28.784.531	\$ 29.390.855	\$ 30.012.008	\$ 30.648.360	\$ 31.300.291	\$ 31.968.189	\$ 32.652.452	\$ 33.353.488
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 22.023.797	\$ 22.574.392	\$ 23.138.752	\$ 23.717.221	\$ 24.310.151	\$ 24.917.905	\$ 25.540.853	\$ 26.179.374	\$ 26.833.858	\$ 27.504.705
Venta cambio tecnológico	\$ 5.096.624	\$ 5.111.404	\$ 5.126.227	\$ 5.141.093	\$ 5.156.002	\$ 5.170.955	\$ 5.185.950	\$ 5.200.990	\$ 5.216.073	\$ 5.231.199
Venta Spot	\$ 494.517	\$ 506.880	\$ 519.552	\$ 532.541	\$ 545.854	\$ 559.501	\$ 573.488	\$ 587.825	\$ 602.521	\$ 617.584
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)	\$ (10.758.566)
Impulsión	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)	\$ (912.179)
Desalinización	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)	\$ (168.402)
Depreciación	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 14.609.433	\$ 15.187.171	\$ 15.779.026	\$ 16.385.349	\$ 17.006.502	\$ 17.642.855	\$ 18.294.786	\$ 18.962.684	\$ 19.646.946	\$ 20.347.983
Impuesto (25%)	\$ (3.652.358)	\$ (3.796.793)	\$ (3.944.756)	\$ (4.096.337)	\$ (4.251.626)	\$ (4.410.714)	\$ (4.573.696)	\$ (4.740.671)	\$ (4.911.737)	\$ (5.086.996)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 10.957.074	\$ 11.390.378	\$ 11.834.269	\$ 12.289.012	\$ 12.754.877	\$ 13.232.141	\$ 13.721.089	\$ 14.222.013	\$ 14.735.210	\$ 15.260.987
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 16.432.074	\$ 16.865.378	\$ 17.309.269	\$ 17.764.012	\$ 18.229.877	\$ 18.707.141	\$ 19.196.089	\$ 19.697.013	\$ 20.210.210	\$ 20.735.987
<b>VP</b>	\$ 4.723.829	\$ 4.328.922	\$ 3.966.838	\$ 3.634.869	\$ 3.330.530	\$ 3.051.540	\$ 2.795.802	\$ 2.561.391	\$ 2.346.542	\$ 2.149.633
<b>VP Acumulado</b>	\$ (26.113.962)	\$ (21.785.040)	\$ (17.818.202)	\$ (14.183.333)	\$ (10.852.803)	\$ (7.801.263)	\$ (5.005.461)	\$ (2.444.070)	\$ (97.528)	\$ 2.052.105

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.12 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC - PROYECTO LOMAS BAYAS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 21.886.698	\$ 22.324.444	\$ 22.772.818	\$ 23.232.082	\$ 23.702.509	\$ 24.184.377	\$ 24.677.970	\$ 25.183.581	\$ 25.701.509	\$ 26.232.062
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 16.935.546	\$ 17.358.934	\$ 17.792.907	\$ 18.237.730	\$ 18.693.673	\$ 19.161.015	\$ 19.640.041	\$ 20.131.042	\$ 20.634.318	\$ 21.150.176
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ 4.951.152	\$ 4.965.510	\$ 4.979.910	\$ 4.994.352	\$ 5.008.836	\$ 5.023.361	\$ 5.037.929	\$ 5.052.539	\$ 5.067.191	\$ 5.081.886
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (109.500.000)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)
Impulsión	\$ -	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)
Desalinización	\$ -	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ -	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ -	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)
Depreciación	\$ -	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$ (109.500.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 8.838.697	\$ 9.276.444	\$ 9.724.818	\$ 10.184.082	\$ 10.654.509	\$ 11.136.376	\$ 11.629.969	\$ 12.135.580	\$ 12.653.509	\$ 13.184.062
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.209.674)	\$ (2.319.111)	\$ (2.431.204)	\$ (2.546.020)	\$ (2.663.627)	\$ (2.784.094)	\$ (2.907.492)	\$ (3.033.895)	\$ (3.163.377)	\$ (3.296.015)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 6.629.023	\$ 6.957.333	\$ 7.293.613	\$ 7.638.061	\$ 7.990.882	\$ 8.352.282	\$ 8.722.477	\$ 9.101.685	\$ 9.490.132	\$ 9.888.046
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ (109.500.000)	\$ 12.104.023	\$ 12.432.333	\$ 12.768.613	\$ 13.113.061	\$ 13.465.882	\$ 13.827.282	\$ 14.197.477	\$ 14.576.685	\$ 14.965.132	\$ 15.363.046
<b>VP</b>	\$ (109.500.000)	\$ 10.807.163	\$ 9.910.980	\$ 9.088.447	\$ 8.333.588	\$ 7.640.903	\$ 7.005.331	\$ 6.422.218	\$ 5.887.279	\$ 5.396.576	\$ 4.946.490
<b>VP Acumulado</b>	\$ (109.500.000)	\$ (98.692.837)	\$ (88.781.857)	\$ (79.693.410)	\$ (71.359.823)	\$ (63.718.920)	\$ (56.713.588)	\$ (50.291.371)	\$ (44.404.092)	\$ (39.007.515)	\$ (34.061.026)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 26.775.554	\$ 27.332.307	\$ 27.902.653	\$ 28.486.930	\$ 29.085.485	\$ 29.698.674	\$ 30.326.863	\$ 30.970.425	\$ 31.629.744	\$ 32.305.212
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 21.678.930	\$ 22.220.903	\$ 22.776.426	\$ 23.345.837	\$ 23.929.482	\$ 24.527.719	\$ 25.140.912	\$ 25.769.435	\$ 26.413.671	\$ 27.074.013
Venta cambio tecnológico	\$ 5.096.624	\$ 5.111.404	\$ 5.126.227	\$ 5.141.093	\$ 5.156.002	\$ 5.170.955	\$ 5.185.950	\$ 5.200.990	\$ 5.216.073	\$ 5.231.199
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)
Impulsión	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)
Desalinización	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)
Depreciación	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 13.727.554	\$ 14.284.307	\$ 14.854.653	\$ 15.438.929	\$ 16.037.484	\$ 16.650.674	\$ 17.278.863	\$ 17.922.425	\$ 18.581.743	\$ 19.257.212
Impuesto (25%)	\$ (3.431.888)	\$ (3.571.077)	\$ (3.713.663)	\$ (3.859.732)	\$ (4.009.371)	\$ (4.162.668)	\$ (4.319.716)	\$ (4.480.606)	\$ (4.645.436)	\$ (4.814.303)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 10.295.665	\$ 10.713.230	\$ 11.140.989	\$ 11.579.197	\$ 12.028.113	\$ 12.488.005	\$ 12.959.147	\$ 13.441.819	\$ 13.936.308	\$ 14.442.909
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 15.770.665	\$ 16.188.230	\$ 16.615.989	\$ 17.054.197	\$ 17.503.113	\$ 17.963.005	\$ 18.434.147	\$ 18.916.819	\$ 19.411.308	\$ 19.917.909
<b>VP</b>	\$ 4.533.689	\$ 4.155.115	\$ 3.807.956	\$ 3.489.627	\$ 3.197.753	\$ 2.930.155	\$ 2.684.829	\$ 2.459.935	\$ 2.253.784	\$ 2.064.825
<b>VP Acumulado</b>	\$ (29.527.336)	\$ (25.372.221)	\$ (21.564.265)	\$ (18.074.638)	\$ (14.876.885)	\$ (11.946.730)	\$ (9.261.900)	\$ (6.801.965)	\$ (4.548.181)	\$ (2.483.356)

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.13 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO CON AHORRO TVC - PROYECTO ZALDIVAR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 21.886.698	\$ 22.324.444	\$ 22.772.818	\$ 23.232.082	\$ 23.702.509	\$ 24.184.377	\$ 24.677.970	\$ 25.183.581	\$ 25.701.509	\$ 26.232.062
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 16.935.546	\$ 17.358.934	\$ 17.792.907	\$ 18.237.730	\$ 18.693.673	\$ 19.161.015	\$ 19.640.041	\$ 20.131.042	\$ 20.634.318	\$ 21.150.176
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ 4.951.152	\$ 4.965.510	\$ 4.979.910	\$ 4.994.352	\$ 5.008.836	\$ 5.023.361	\$ 5.037.929	\$ 5.052.539	\$ 5.067.191	\$ 5.081.886
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (109.500.000)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)
Impulsión	\$ -	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)
Desalinización	\$ -	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ -	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ -	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)
Depreciación	\$ -	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$ (109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 8.838.697	\$ 9.276.444	\$ 9.724.818	\$ 10.184.082	\$ 10.654.509	\$ 11.136.376	\$ 11.629.969	\$ 12.135.580	\$ 12.653.509	\$ 13.184.062
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.209.674)	\$ (2.319.111)	\$ (2.431.204)	\$ (2.546.020)	\$ (2.663.627)	\$ (2.784.094)	\$ (2.907.492)	\$ (3.033.895)	\$ (3.163.377)	\$ (3.296.015)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ (109.500.000)	\$ 6.629.023	\$ 6.957.333	\$ 7.293.613	\$ 7.638.061	\$ 7.990.882	\$ 8.352.282	\$ 8.722.477	\$ 9.101.685	\$ 9.490.132	\$ 9.888.046
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ (109.500.000)	\$ 12.104.023	\$ 12.432.333	\$ 12.768.613	\$ 13.113.061	\$ 13.465.882	\$ 13.827.282	\$ 14.197.477	\$ 14.576.685	\$ 14.965.132	\$ 15.363.046
<b>VP</b>	\$ (109.500.000)	\$ 10.807.163	\$ 9.910.980	\$ 9.088.447	\$ 8.333.588	\$ 7.640.903	\$ 7.005.331	\$ 6.422.218	\$ 5.887.279	\$ 5.396.576	\$ 4.946.490
<b>VP Acumulado</b>	\$ (109.500.000)	\$ (98.692.837)	\$ (88.781.857)	\$ (79.693.410)	\$ (71.359.823)	\$ (63.718.920)	\$ (56.713.588)	\$ (50.291.371)	\$ (44.404.092)	\$ (39.007.515)	\$ (34.061.026)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 26.775.554	\$ 27.332.307	\$ 27.902.653	\$ 28.486.930	\$ 29.085.485	\$ 29.698.674	\$ 30.326.863	\$ 30.970.425	\$ 31.629.744	\$ 32.305.212
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 21.678.930	\$ 22.220.903	\$ 22.776.426	\$ 23.345.837	\$ 23.929.482	\$ 24.527.719	\$ 25.140.912	\$ 25.769.435	\$ 26.413.671	\$ 27.074.013
Venta cambio tecnológico	\$ 5.096.624	\$ 5.111.404	\$ 5.126.227	\$ 5.141.093	\$ 5.156.002	\$ 5.170.955	\$ 5.185.950	\$ 5.200.990	\$ 5.216.073	\$ 5.231.199
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)	\$ (10.801.060)
Impulsión	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)	\$ (948.051)
Desalinización	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)	\$ (2.160.216)
Stand by TVC	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)	\$ (150.845)
Potabilización	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)	\$ (175.025)
Depreciación	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 13.727.554	\$ 14.284.307	\$ 14.854.653	\$ 15.438.929	\$ 16.037.484	\$ 16.650.674	\$ 17.278.863	\$ 17.922.425	\$ 18.581.743	\$ 19.257.212
Impuesto (25%)	\$ (3.431.888)	\$ (3.571.077)	\$ (3.713.663)	\$ (3.859.732)	\$ (4.009.371)	\$ (4.162.668)	\$ (4.319.716)	\$ (4.480.606)	\$ (4.645.436)	\$ (4.814.303)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 10.295.665	\$ 10.713.230	\$ 11.140.989	\$ 11.579.197	\$ 12.028.113	\$ 12.488.005	\$ 12.959.147	\$ 13.441.819	\$ 13.936.308	\$ 14.442.909
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 15.770.665	\$ 16.188.230	\$ 16.615.989	\$ 17.054.197	\$ 17.503.113	\$ 17.963.005	\$ 18.434.147	\$ 18.916.819	\$ 19.411.308	\$ 19.917.909
<b>VP</b>	\$ 4.533.689	\$ 4.155.115	\$ 3.807.956	\$ 3.489.627	\$ 3.197.753	\$ 2.930.155	\$ 2.684.829	\$ 2.459.935	\$ 2.253.784	\$ 2.064.825
<b>VP Acumulado</b>	\$ (29.527.336)	\$ (25.372.221)	\$ (21.564.265)	\$ (18.074.638)	\$ (14.876.885)	\$ (11.946.730)	\$ (9.261.900)	\$ (6.801.965)	\$ (4.548.181)	\$ (2.483.356)

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.14 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO MÁXIMA CAPACIDAD - PROYECTO LOMAS BAYAS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 21.343.908	\$ 21.877.507	\$ 22.424.445	\$ 22.985.056	\$ 23.559.682	\$ 24.148.674	\$ 24.752.391	\$ 25.371.201	\$ 26.005.481	\$ 26.655.618
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 21.343.908	\$ 21.877.505	\$ 22.424.443	\$ 22.985.054	\$ 23.559.681	\$ 24.148.673	\$ 24.752.389	\$ 25.371.199	\$ 26.005.479	\$ 26.655.616
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55
<b>Costos Fijos</b>	\$ (109.050.000)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)
Impulsión	\$ -	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)
Desalinización	\$ -	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ -	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)
Depreciación	\$ -	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)
Inversión	\$ (109.050.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ (109.050.000)	\$ 10.022.400	\$ 10.556.000	\$ 11.102.937	\$ 11.663.548	\$ 12.238.175	\$ 12.827.167	\$ 13.430.884	\$ 14.049.693	\$ 14.683.973	\$ 15.334.110
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.505.600)	\$ (2.639.000)	\$ (2.775.734)	\$ (2.915.887)	\$ (3.059.544)	\$ (3.206.792)	\$ (3.357.721)	\$ (3.512.423)	\$ (3.670.993)	\$ (3.833.528)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ (109.050.000)	\$ 7.516.800	\$ 7.917.000	\$ 8.327.203	\$ 8.747.661	\$ 9.178.631	\$ 9.620.375	\$ 10.073.163	\$ 10.537.270	\$ 11.012.980	\$ 11.500.583
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500
<b>Utilidad Neta</b>	\$ (109.050.000)	\$ 12.969.300	\$ 13.369.500	\$ 13.779.703	\$ 14.200.161	\$ 14.631.131	\$ 15.072.875	\$ 15.525.663	\$ 15.989.770	\$ 16.465.480	\$ 16.953.083
<b>VP</b>	\$ (109.050.000)	\$ 11.579.732	\$ 10.658.083	\$ 9.808.120	\$ 9.024.459	\$ 8.302.097	\$ 7.636.388	\$ 7.023.021	\$ 6.458.000	\$ 5.937.617	\$ 5.458.439
<b>VP Acumulado</b>	\$ (109.050.000)	\$ (97.470.268)	\$ (86.812.184)	\$ (77.004.064)	\$ (67.979.604)	\$ (59.677.508)	\$ (52.041.120)	\$ (45.018.099)	\$ (38.560.099)	\$ (32.622.482)	\$ (27.164.043)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 27.322.008	\$ 28.005.058	\$ 28.705.185	\$ 29.422.814	\$ 30.158.384	\$ 30.912.344	\$ 31.685.153	\$ 32.477.281	\$ 33.289.213	\$ 34.121.444
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 27.322.006	\$ 28.005.057	\$ 28.705.183	\$ 29.422.813	\$ 30.158.383	\$ 30.912.342	\$ 31.685.151	\$ 32.477.280	\$ 33.289.212	\$ 34.121.442
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55	\$ 1,55
<b>Costos Fijos</b>	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)	\$ (9.074.567)
Impulsión	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)	\$ (1.460.511)
Desalinización	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)	\$ (993.147)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)
Depreciación	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)	\$ (5.452.500)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 16.000.501	\$ 16.683.551	\$ 17.383.677	\$ 18.101.307	\$ 18.836.877	\$ 19.590.837	\$ 20.363.645	\$ 21.155.774	\$ 21.967.706	\$ 22.799.936
Impuesto (25%)	\$ (4.000.125)	\$ (4.170.888)	\$ (4.345.919)	\$ (4.525.327)	\$ (4.709.219)	\$ (4.897.709)	\$ (5.090.911)	\$ (5.288.944)	\$ (5.491.927)	\$ (5.699.984)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 12.000.376	\$ 12.512.663	\$ 13.037.758	\$ 13.575.980	\$ 14.127.658	\$ 14.693.128	\$ 15.272.734	\$ 15.866.831	\$ 16.475.780	\$ 17.099.952
Depreciaciones	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500	\$ 5.452.500
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 17.452.876	\$ 17.965.163	\$ 18.490.258	\$ 19.028.480	\$ 19.580.158	\$ 20.145.628	\$ 20.725.234	\$ 21.319.331	\$ 21.928.280	\$ 22.552.452
<b>VP</b>	\$ 5.017.285	\$ 4.611.210	\$ 4.237.490	\$ 3.893.604	\$ 3.577.222	\$ 3.286.188	\$ 3.018.513	\$ 2.772.357	\$ 2.546.022	\$ 2.337.940
<b>VP Acumulado</b>	\$ (22.146.758)	\$ (17.535.548)	\$ (13.298.058)	\$ (9.404.454)	\$ (5.827.233)	\$ (2.541.044)	\$ 477.469	\$ 3.249.826	\$ 5.795.847	\$ 8.133.787

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.15 FLUJO DE CAJA SWAP MINERO MÁXIMA CAPACIDAD - PROYECTO ZALDIVAR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 22.197.970	\$ 22.752.919	\$ 23.321.742	\$ 23.904.785	\$ 24.502.405	\$ 25.114.965	\$ 25.742.839	\$ 26.386.410	\$ 27.046.071	\$ 27.722.222
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 22.197.970	\$ 22.752.919	\$ 23.321.742	\$ 23.904.785	\$ 24.502.405	\$ 25.114.965	\$ 25.742.839	\$ 26.386.410	\$ 27.046.071	\$ 27.722.222
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$(109.500.000)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)
Impulsión	\$ -	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)
Desalinización	\$ -	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)
Cargos Fijos	\$ -	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ -	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)
Depreciación	\$ -	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)
Inversión	\$(109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 10.853.962	\$ 11.408.912	\$ 11.977.735	\$ 12.560.778	\$ 13.158.398	\$ 13.770.958	\$ 14.398.832	\$ 15.042.403	\$ 15.702.063	\$ 16.378.215
Impuesto (25%)	\$ -	\$(2.713.491)	\$(2.852.228)	\$(2.994.434)	\$(3.140.195)	\$(3.289.599)	\$(3.442.739)	\$(3.599.708)	\$(3.760.601)	\$(3.925.516)	\$(4.094.554)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 8.140.472	\$ 8.556.684	\$ 8.983.301	\$ 9.420.584	\$ 9.868.798	\$ 10.328.218	\$ 10.799.124	\$ 11.281.802	\$ 11.776.547	\$ 12.283.661
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$(109.500.000)	\$ 13.615.472	\$ 14.031.684	\$ 14.458.301	\$ 14.895.584	\$ 15.343.798	\$ 15.803.218	\$ 16.274.124	\$ 16.756.802	\$ 17.251.547	\$ 17.758.661
<b>VP</b>	\$(109.500.000)	\$ 12.156.671	\$ 11.185.972	\$ 10.291.133	\$ 9.466.413	\$ 8.706.483	\$ 8.006.402	\$ 7.361.587	\$ 6.767.791	\$ 6.221.081	\$ 5.717.814
<b>VP Acumulado</b>	\$(109.500.000)	\$(97.343.329)	\$(86.157.356)	\$(75.866.223)	\$(66.399.811)	\$(57.693.328)	\$(49.686.925)	\$(42.325.338)	\$(35.557.547)	\$(29.336.466)	\$(23.618.652)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 28.415.278	\$ 29.125.660	\$ 29.853.801	\$ 30.600.146	\$ 31.365.150	\$ 32.149.279	\$ 32.953.011	\$ 33.776.836	\$ 34.621.257	\$ 35.486.788
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 28.415.278	\$ 29.125.660	\$ 29.853.801	\$ 30.600.146	\$ 31.365.150	\$ 32.149.279	\$ 32.953.011	\$ 33.776.836	\$ 34.621.257	\$ 35.486.788
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)	\$(9.097.067)
Impulsión	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)	\$(1.460.511)
Desalinización	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)	\$(993.147)
Cargos Fijos	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)
Depreciación	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
Cargos Variables	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 17.071.271	\$ 17.781.653	\$ 18.509.794	\$ 19.256.139	\$ 20.021.143	\$ 20.805.271	\$ 21.609.003	\$ 22.432.829	\$ 23.277.250	\$ 24.142.781
Impuesto (25%)	\$(4.267.818)	\$(4.445.413)	\$(4.627.449)	\$(4.814.035)	\$(5.005.286)	\$(5.201.318)	\$(5.402.251)	\$(5.608.207)	\$(5.819.312)	\$(6.035.695)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 12.803.453	\$ 13.336.239	\$ 13.882.346	\$ 14.442.104	\$ 15.015.857	\$ 15.603.954	\$ 16.206.753	\$ 16.824.622	\$ 17.457.937	\$ 18.107.086
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 18.278.453	\$ 18.811.239	\$ 19.357.346	\$ 19.917.104	\$ 20.490.857	\$ 21.078.954	\$ 21.681.753	\$ 22.299.622	\$ 22.932.937	\$ 23.582.086
<b>VP</b>	\$ 5.254.618	\$ 4.828.377	\$ 4.436.204	\$ 4.075.434	\$ 3.743.603	\$ 3.438.434	\$ 3.157.825	\$ 2.899.834	\$ 2.662.669	\$ 2.444.679
<b>VP Acumulado</b>	\$(18.364.034)	\$(13.535.657)	\$(9.099.453)	\$(5.024.019)	\$(1.280.416)	\$ 2.158.018	\$ 5.315.843	\$ 8.215.676	\$ 10.878.346	\$ 13.323.024

*Fuente: Elaboración propia.*



## 11.16 ANÁLISIS SENSIBILIDAD ESCENARIO 2B

Este escenario refleja ingresos por la comercialización de agua con ADASA y por el ahorro debido al cambio tecnológico desalinizador. Las Tablas 59 y 60, representan como varía el VAN del proyecto según el alza del precio de venta, el ahorro por cambio tecnológico y la tasa de descuento.

VAN		Variación Porcentual anual del Precio de Venta hacia ADASA (2,5% caso base)						
		1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%
Tasa de Descuento	12%	\$ (5.987.976)	\$ (2.505.158)	\$ 1.149.933	\$ 4.987.139	\$ 9.016.885	\$ 13.250.220	\$ 17.698.854
	12,5%	\$ (9.342.389)	\$ (6.036.955)	\$ (2.569.862)	\$ 1.068.058	\$ 4.886.519	\$ 8.895.814	\$ 13.106.845
	13%	\$ (12.521.693)	\$ (9.382.373)	\$ (6.091.262)	\$ (2.639.812)	\$ 981.035	\$ 4.780.868	\$ 8.769.846
	13,5%	\$ (15.537.338)	\$ (12.553.685)	\$ (9.427.418)	\$ (6.150.561)	\$ (2.714.669)	\$ 889.201	\$ 4.670.520
	14%	\$ (18.399.916)	\$ (15.562.237)	\$ (12.590.484)	\$ (9.477.212)	\$ (6.214.539)	\$ (2.794.122)	\$ 792.870

**Tabla 59: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y precio de venta a ADASA – Escenario 2 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

VAN		Variación Porcentual anual del Ahorro TVC, dado aumento precio del carbón (caso base 0,29%)						
		0,0%	0,3%	0,5%	1,0%	3,0%	5,0%	7,0%
Tasa de Descuento	12%	\$ 659.042	\$ 1.167.101	\$ 1.513.859	\$ 2.409.996	\$ 6.456.691	\$ 11.379.001	\$ 17.396.670
	12,5%	\$ (3.036.558)	\$ (2.553.544)	\$ (2.223.968)	\$ (1.372.560)	\$ 2.466.898	\$ 7.127.368	\$ 12.813.442
	13%	\$ (6.535.268)	\$ (6.075.740)	\$ (5.762.274)	\$ (4.952.789)	\$ (1.307.358)	\$ 3.108.367	\$ 8.484.968
	13,5%	\$ (9.850.130)	\$ (9.412.643)	\$ (9.114.291)	\$ (8.344.127)	\$ (4.880.474)	\$ (693.671)	\$ 4.393.916
	14%	\$ (12.993.201)	\$ (12.576.410)	\$ (12.292.248)	\$ (11.558.988)	\$ (8.265.755)	\$ (4.293.212)	\$ 524.291

**Tabla 60: Análisis de sensibilidad del VAN con variación de tasa de descuento y costo TVC en base al precio del carbón – Escenario 2 B.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Se aprecia en las tablas anteriores la sensibilidad del VAN con respecto a la tasa de descuento, donde un pequeño aumento en esta podría implicar que los beneficios asociados no sean suficientes para contrarrestar el alza en costos, implicando la no viabilidad económica del proyecto.

Por otro lado, se observa que el precio de venta en la comercialización del recurso con Aguas de Antofagasta presenta una alta sensibilidad, donde un alza porcentual anual en el precio de venta implica un incremento considerable en el VAN asociado (Tabla 59); correspondiente con la cantidad comercializada, donde esta venta representa un porcentaje mayoritario del flujo generado.

Finalmente, en cuanto al ahorro producto del cambio tecnológico, al recordarse que, para efectos de flujos de caja, el ingreso es considerado el costo productivo TVC y como egreso, el costo de desalinizar agua mediante OI, reflejando esa diferencia como un beneficio económico debido a la reducción de costos productivos. Así al tratarse de un

consumo considerable del flujo producido, pero no tan grande como la comercialización con ADASA, tras un alza porcentual anual en el beneficio asociado, se incurre en un incremento del VAN asociado al proyecto (Tabla 6o), representando sensibilidad media en comparación al precio de venta a ADASA (alta).

Como análisis comparativo, se observa que los flujos asociados al Escenario 2 B son inferiores que los vistos en el 1B, puesto que el consumo interno de la Central Cochrane y la venta de agua spot hace referencia a un mismo tipo de agua (desalinizada), por lo que presenta el mismo costo productivo, donde al destinarse al cliente varían los beneficios asociados, siendo mayor este en el caso de la venta spot. En particular, el ingreso por la venta spot es el más alto por unidad, pero se posee una demanda muy baja, lo que se refleja en los estados resultados de los análisis mostrados.

### 11.17 FLUJO DE CAJA ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PRECIO ENERGÍA

A continuación, se muestran los flujos de caja asociados al análisis de sensibilidad ligados al precio de energía, en particular, se representa el VAN obtenido bajo una tasa de descuento del 12% en los distintos escenarios energéticos.

Donde el escenario energético 0,065 USD/Kwh y una tasa de descuento del 12% corresponde al flujo de caja mostrado en el Escenario 3 B. A continuación, se presentan los flujos asociados a un precio de energía equivalente a 0,075 y 0,085 USD/KWH respectivamente.

#### 11.17.1 PRECIO ENERGÍA 0,075 USD/KWH

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 22.566.171	\$ 23.130.325	\$ 23.708.583	\$ 24.301.298	\$ 24.908.830	\$ 25.531.551	\$ 26.169.840	\$ 26.824.086	\$ 27.494.688	\$ 28.182.055
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 22.566.171	\$ 23.130.325	\$ 23.708.583	\$ 24.301.298	\$ 24.908.830	\$ 25.531.551	\$ 26.169.840	\$ 26.824.086	\$ 27.494.688	\$ 28.182.055
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$(109.500.000)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)
Impulsión	\$ -	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)
Desalinización	\$ -	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)
Cargos Fijos	\$ -	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ -	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)
Depreciación	\$ -	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión	\$(109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 10.844.678	\$ 11.408.832	\$ 11.987.090	\$ 12.579.805	\$ 13.187.337	\$ 13.810.058	\$ 14.448.347	\$ 15.102.593	\$ 15.773.195	\$ 16.460.562
Impuesto (25%)	\$ -	\$ (2.711.169)	\$ (2.852.208)	\$ (2.996.773)	\$ (3.144.951)	\$ (3.296.834)	\$ (3.452.514)	\$ (3.612.087)	\$ (3.775.648)	\$ (3.943.299)	\$ (4.115.141)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 8.133.508	\$ 8.556.624	\$ 8.990.318	\$ 9.434.854	\$ 9.890.503	\$ 10.357.543	\$ 10.836.260	\$ 11.326.945	\$ 11.829.896	\$ 12.345.422
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$(109.500.000)	\$ 13.608.508	\$ 14.031.624	\$ 14.465.318	\$ 14.909.854	\$ 15.365.503	\$ 15.832.543	\$ 16.311.260	\$ 16.801.945	\$ 17.304.896	\$ 17.820.422
<b>VP</b>	\$(109.500.000)	\$ 12.150.454	\$ 11.185.925	\$ 10.296.127	\$ 9.475.481	\$ 8.718.799	\$ 8.021.259	\$ 7.378.386	\$ 6.786.024	\$ 6.240.319	\$ 5.737.699
<b>VP Acumulado</b>	\$(109.500.000)	\$(97.349.546)	\$(86.163.621)	\$(75.867.494)	\$(66.392.013)	\$(57.673.214)	\$(49.651.954)	\$(42.273.569)	\$(35.487.545)	\$(29.247.226)	\$(23.509.527)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 28.886.607	\$ 29.608.772	\$ 30.348.991	\$ 31.107.716	\$ 31.885.409	\$ 32.682.544	\$ 33.499.608	\$ 34.337.098	\$ 35.195.525	\$ 36.075.413
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 28.886.607	\$ 29.608.772	\$ 30.348.991	\$ 31.107.716	\$ 31.885.409	\$ 32.682.544	\$ 33.499.608	\$ 34.337.098	\$ 35.195.525	\$ 36.075.413
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)	\$ (9.474.553)
Impulsión	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)	\$ (1.685.205)
Desalinización	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)	\$ (1.145.939)
Cargos Fijos	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)	\$ (898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)	\$ (269.633)
Depreciación	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)	\$ (5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
Cargos Variables	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)	\$ (2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 17.165.113	\$ 17.887.279	\$ 18.627.498	\$ 19.386.223	\$ 20.163.916	\$ 20.961.051	\$ 21.778.114	\$ 22.615.605	\$ 23.474.032	\$ 24.353.920
Impuesto (25%)	\$ (4.291.278)	\$ (4.471.820)	\$ (4.656.874)	\$ (4.846.556)	\$ (5.040.979)	\$ (5.240.263)	\$ (5.444.529)	\$ (5.653.901)	\$ (5.868.508)	\$ (6.088.480)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 12.873.835	\$ 13.415.459	\$ 13.970.623	\$ 14.539.667	\$ 15.122.937	\$ 15.720.788	\$ 16.333.586	\$ 16.961.703	\$ 17.605.524	\$ 18.265.440
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 18.348.835	\$ 18.890.459	\$ 19.445.623	\$ 20.014.667	\$ 20.597.937	\$ 21.195.788	\$ 21.808.586	\$ 22.436.703	\$ 23.080.524	\$ 23.740.440
<b>VP</b>	\$ 5.274.852	\$ 4.848.710	\$ 4.456.435	\$ 4.095.397	\$ 3.763.166	\$ 3.457.492	\$ 3.176.297	\$ 2.917.660	\$ 2.679.805	\$ 2.461.095
<b>VP Acumulado</b>	\$ (18.234.676)	\$ (13.385.965)	\$ (8.929.530)	\$ (4.834.133)	\$ (1.070.967)	\$ 2.386.525	\$ 5.562.822	\$ 8.480.482	\$ 11.160.287	\$ 13.621.382

**Fuente: Elaboración propia.**

## 11.17.2 PRECIO ENERGÍA 0,085 USD/KWH

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>	\$ -	\$ 22.974.592	\$ 23.548.957	\$ 24.137.681	\$ 24.741.123	\$ 25.359.651	\$ 25.993.643	\$ 26.643.484	\$ 27.309.571	\$ 27.992.310	\$ 28.692.118
Venta Agua Potable a ADASA	\$ -	\$ 22.974.592	\$ 23.548.957	\$ 24.137.681	\$ 24.741.123	\$ 25.359.651	\$ 25.993.643	\$ 26.643.484	\$ 27.309.571	\$ 27.992.310	\$ 28.692.118
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$(109.500.000)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)
Impulsión	\$ -	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)
Desalinización	\$ -	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)
Cargos Fijos	\$ -	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$ -	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)
Depreciación	\$ -	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)
Inversión	\$(109.500.000)										
<b>Costos Variables</b>	\$ -	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
Cargos Variables	\$ -	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 10.875.613	\$ 11.449.978	\$ 12.038.702	\$ 12.642.144	\$ 13.260.672	\$ 13.894.663	\$ 14.544.505	\$ 15.210.592	\$ 15.893.331	\$ 16.593.139
Impuesto (25%)	\$ -	\$(2.718.903)	\$(2.862.495)	\$(3.009.676)	\$(3.160.536)	\$(3.315.168)	\$(3.473.666)	\$(3.636.126)	\$(3.802.648)	\$(3.973.333)	\$(4.148.285)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$(109.500.000)	\$ 8.156.710	\$ 8.587.484	\$ 9.029.027	\$ 9.481.608	\$ 9.945.504	\$ 10.420.998	\$ 10.908.378	\$ 11.407.944	\$ 11.919.998	\$ 12.444.854
Depreciaciones	\$ -	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$(109.500.000)	\$ 13.631.710	\$ 14.062.484	\$ 14.504.027	\$ 14.956.608	\$ 15.420.504	\$ 15.895.998	\$ 16.383.378	\$ 16.882.944	\$ 17.394.998	\$ 17.919.854
<b>VP</b>	\$(109.500.000)	\$ 12.171.170	\$ 11.210.526	\$ 10.323.680	\$ 9.505.195	\$ 8.750.008	\$ 8.053.407	\$ 7.411.008	\$ 6.818.738	\$ 6.272.811	\$ 5.769.713
<b>VP Acumulado</b>	\$(109.500.000)	\$(97.328.830)	\$(86.118.304)	\$(75.794.625)	\$(66.289.430)	\$(57.539.422)	\$(49.486.015)	\$(42.075.006)	\$(35.256.269)	\$(28.983.458)	\$(23.213.744)

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Ingresos</b>	\$ 29.409.421	\$ 30.144.656	\$ 30.898.273	\$ 31.670.729	\$ 32.462.498	\$ 33.274.060	\$ 34.105.912	\$ 34.958.559	\$ 35.832.523	\$ 36.728.337
Venta Agua Potable a ADASA	\$ 29.409.421	\$ 30.144.656	\$ 30.898.273	\$ 31.670.729	\$ 32.462.498	\$ 33.274.060	\$ 34.105.912	\$ 34.958.559	\$ 35.832.523	\$ 36.728.337
Venta cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta Spot	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua No demandada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costos Fijos</b>	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)	\$(9.852.039)
Impulsión	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)	\$(1.909.899)
Desalinización	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)	\$(1.298.731)
Cargos Fijos	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)	\$(898.776)
Costo cambio tecnológico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Stand by TVC	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Potabilización	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)	\$(269.633)
Depreciación	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)	\$(5.475.000)
Inversión										
<b>Costos Variables</b>	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
Cargos Variables	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)	\$(2.246.940)
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	\$ 17.310.442	\$ 18.045.677	\$ 18.799.294	\$ 19.571.750	\$ 20.363.519	\$ 21.175.081	\$ 22.006.933	\$ 22.859.580	\$ 23.733.544	\$ 24.629.357
Impuesto (25%)	\$(4.327.610)	\$(4.511.419)	\$(4.699.823)	\$(4.892.938)	\$(5.090.880)	\$(5.293.770)	\$(5.501.733)	\$(5.714.895)	\$(5.933.386)	\$(6.157.339)
<b>Utilidad Después de Impuestos</b>	\$ 12.982.831	\$ 13.534.258	\$ 14.099.470	\$ 14.678.813	\$ 15.272.639	\$ 15.881.311	\$ 16.505.199	\$ 17.144.685	\$ 17.800.158	\$ 18.472.018
Depreciaciones	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000	\$ 5.475.000
<b>Utilidad Neta</b>	\$ 18.457.831	\$ 19.009.258	\$ 19.574.470	\$ 20.153.813	\$ 20.747.639	\$ 21.356.311	\$ 21.980.199	\$ 22.619.685	\$ 23.275.158	\$ 23.947.018
<b>VP</b>	\$ 5.306.185	\$ 4.879.203	\$ 4.485.963	\$ 4.123.869	\$ 3.790.516	\$ 3.483.677	\$ 3.201.292	\$ 2.941.455	\$ 2.702.404	\$ 2.482.510
<b>VP Acumulado</b>	\$(17.907.559)	\$(13.028.356)	\$(8.542.393)	\$(4.418.523)	\$(628.007)	\$ 2.855.670	\$ 6.056.961	\$ 8.998.416	\$ 11.700.820	\$ 14.183.329

Fuente: Elaboración propia.