
	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	



RESÚMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS

LA SERENA - COQUIMBO



FASE: INFORME FINAL

DOCUMENTO: RESUMEN EJECUTIVO

CATEGORÍA: Informe

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

INTRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	3
1.1.- VARIABLES TÉCNICAS, ECONÓMICAS, MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES	5
1.2.- PUNTO DE ESTUDIO 1	6
1.3.- PUNTO DE ESTUDIO 2	6
1.4.- PUNTO DE ESTUDIO 3	6
1.5.- CONCLUSIONES DE LA VISITA AL TERRENO.....	6
2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL	7
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AGUA.....	8
4. ANÁLISIS DEL INFORME DE INFRAESTRUCTURA MARINA.....	9
4.1.- CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR	9
4.2.- VERTIDO DE SALMUERA.....	10
4.3.- CONCLUSIONES DEL INFORME DE INFRAESTRUCTURA MARINA.....	11
5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	11
6. RESUMEN TÉCNICO DESALADORA.....	11
7. RESUMEN TECNICO PLANTA DE REUTILIZACIÓN	12
8. RESUMEN CAPEX Y OPEX PLANTA DESALADORA	13
9. RESUMEN CAPEX Y OPEX PLANTA DE REUTILIZACIÓN.....	18
10. MODELOS DE CONTRATACIÓN, ESTRUCTURA DE FINANCIACIÓN Y PRECIO DE AGUA	20
MODELO DB (DESIGN & BUILD)	20
MODELO DBO (DESIGN + BUILD + OPERATE)	21
MODELO BOT (BUILD, OPERATE, TRANSFER)	21
11. PROPUESTA DE PLAZOS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	23

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

INTRODUCCIÓN

El “Estudio técnico-económico comparativo entre la instalación de una planta desaladora y una planta de reutilización de aguas depuradas” tiene como objetivo crear las bases técnicas y económicas para determinar la mejor opción para incrementar la disponibilidad de agua en la conurbación de La Serena - Coquimbo, mediante la desalación de agua de mar y/o la reutilización de aguas depuradas, y para diversificar las actuales fuentes de aprovisionamiento. Ambas soluciones no son excluyentes.



1. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

Se ha realizado un estudio de localización que se basa en las conclusiones de cada uno de los informes que componen el Estudio (para más detalle ver Informe Final):

- Análisis de Prefactibilidad Ambiental
- Informe CAPEX/OPEX. Costes de operación y mantenimiento
- Análisis del sistema de impulsión de agua
- Proyecto básico de infraestructura marina

El análisis de cada uno de estos informes permite seleccionar la ubicación idónea para la instalación de la planta desaladora y de la planta de reutilización. El esquema de evaluación de cada una de las alternativas se resume en el diagrama de toma de decisiones incluido a continuación.



	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

Se definen **tres posibles ubicaciones**.

- Punto de estudio **P1**, ubicado junto a la planta de tratamiento primario de La Serena.
- Punto de estudio **P2**, ubicado al norte de La Serena, en Punta Teatinos.
- Punto de estudio **P3**, ubicado junto a la planta de tratamiento primario de Coquimbo.

Las conclusiones del Primer Informe de Avance del Estudio permitieron definir las siguientes alternativas de diseño de la instalación de la planta desaladora y de la planta de reutilización:

- Alternativa de diseño A1 → **1 x 1.000 L/s**
 - o Planta desaladora: 1 planta de 1.000 L/s de producción.
 - o Planta de reutilización: 1 planta de 1.000 L/s de producción.
- Alternativa de diseño A2 → **2 x 500 L/s**
 - o Planta desaladora: 2 plantas de 500 L/s de producción.
 - o Planta de reutilización: 2 plantas de 500 L/s de producción.



A continuación un breve resumen de las tres alternativas de localización (P1, P2 y P3) y las dos alternativas de diseño de las instalaciones de desalación y reutilización (A1 y A2), siguiendo el diagrama de toma de decisiones anterior.

Es importante resaltar como resultado, el interés adicional que supone la opción A2 teniendo en cuenta las actuales plantas de tratamiento primario de La Serena y Coquimbo. Los proyectos de reutilización permitirían utilizar los emisarios existentes para el vertido de salmuera de las plantas desaladoras.

Durante la reunión de lanzamiento del Estudio (días 12 y 13 de marzo de 2014) se visitaron tres posibles emplazamientos para la ubicación de las instalaciones de la planta desaladora o de la planta de reutilización. Se resumen a continuación las características de cada una de las tres ubicaciones, y se indican sus ventajas y sus inconvenientes atendiendo a variables técnicas, económicas, medioambientales y sociales.



Vista general de los puntos de localización preliminares.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	



1.1.- VARIABLES TÉCNICAS, ECONÓMICAS, MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES

Para definir la idoneidad de cada uno de los puntos de estudio definidos en la visita al terreno, se compararon las tres ubicaciones mediante variables técnicas, económicas, medioambientales y sociales.

- Variables técnicas.

- Idoneidad técnica del emplazamiento y justificación de la solución adoptada.
- Impulsión de agua de mar. Estudio de las diferencias de cota, longitud y diámetro, materiales,...
- Superficie requerida.
- Ventajas e inconvenientes de la solución adoptada para garantizar la máxima calidad del agua de alimentación.
- Superficie "footprint".
- Vertido y tratamiento de efluentes



- Variables económicas.

- Infraestructuras ya existentes.
- Coste de ejecución de las obras.
- Consumo energético de la captación de mar, vertido de efluentes e impulsión de agua producto.

- Variables medioambientales y sociales.

Las variables consideradas corresponden a aquellos elementos relevantes que dan cuenta de las condiciones y factores ambientales del área del Proyecto, lo que permite determinar a priori ciertas restricciones, desde el punto de vista ambiental, para el desarrollo de las obras.

En una fase posterior, para llevar a cabo la ejecución del Proyecto, se deberán considerar para su tramitación ambiental las variables pertinentes contempladas en el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S N°40/12). Dichas variables corresponden a aquellas factibles de ser evaluadas por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

1.2.- PUNTO DE ESTUDIO 1

El Punto de estudio 1 es un posible emplazamiento ubicado junto a la planta de tratamiento primario de La Serena a una cota aproximada de 10 msnm. El emisario submarino tiene una longitud de unos 1.710 metros desde la línea de playa. El punto de vertido se encuentra a una profundidad de unos 19 metros aproximadamente. En esta zona la CIA. MINERA SAN GERÓNIMO dispone de una parcela de 15Has. La sanitaria AGUAS DEL VALLE es propietaria de una superficie de 2Has.

1.3.- PUNTO DE ESTUDIO 2

El Punto de estudio 2 (zona norte de la ciudad de La Serena) es un posible emplazamiento ubicado a una cota aproximada a los 15 msnm. Como veremos más adelante, este punto tiene una mayor carga ambiental y peor accesibilidad.



1.4.- PUNTO DE ESTUDIO 3

El Punto de estudio 3 es un posible emplazamiento ubicado junto a la planta de tratamiento primario de Coquimbo a una cota aproximada de 15 msnm. El emisario submarino tiene una longitud de unos 880 metros desde la línea de playa. El punto de vertido se encuentra a una profundidad de unos 87 metros aproximadamente

1.5.- CONCLUSIONES DE LA VISITA AL TERRENO

Mediante la comparación de las variables técnicas, económicas, medioambientales y sociales se llegó a las siguientes conclusiones preliminares, que tendrán que ser contrastadas en una fase posterior de Estudio de Impacto Ambiental e Ingeniería Básica.

	Punto de estudio 1	Punto de estudio 2	Punto de estudio 3
VARIABLES TÉCNICAS			
Localización geográfica	V	V	V
Vertido de efluentes	V	I	V
Carreteras de acceso	V	V	V
Suministro eléctrico	V	V	V
Obra marina para captación de mar	V	V	V
Cercanía a zonas de consumo de agua potable	V	V	V
Cercanía de zonas agrícolas	V	V	V
Cercanía de zonas de uso industrial y minera	I	V	V
VARIABLES ECONÓMICAS			
Infraestructuras ya existentes	V	I	V
Consumo energético impulsión producto	V	V	V
VARIABLES MEDIOAMBIENTALES			
Impacto de las obras	I	V	V
Influencia sobre tramitación del EIA	V	I	V
VARIABLES SOCIALES			
Repercusión en áreas cercanas	V	V	V
Impacto local	V	V	V
Sectores económicos favorecidos	V	V	V

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

Las conclusiones de la visita al terreno durante la reunión de lanzamiento del proyecto, resumidas en las variables técnicas, económicas, medioambientales y sociales que caracterizan cada Punto de Estudio son:



- Localización geométrica:** el punto de estudio 1 es el de mejor localización geométrica, por ser la ubicación más equidistante de los tres puntos de estudio entre La Serena y Coquimbo. En caso de que el Estudio comprendiera la posibilidad de construir dos plantas de 500L/s, la localización geométrica del punto de estudio 1 y 3 sería igual de favorable.
- Vertido de efluentes:** el punto de estudio 1 y el punto de estudio 3 permiten el empleo del emisario de la planta de tratamiento primario de La Serena y de Coquimbo como tubería de vertido de salmuera.
- Disponibilidad legal de terrenos:** se desconoce la disponibilidad de terrenos en los puntos de estudio 2 y 3. En el punto de estudio 1, Aguas del Valle y Minera San Gerónimo disponen de superficie para la ubicación de las instalaciones.
- Cercanía a zonas de consumo de agua potable:** los puntos de estudio 1 y 3 se ubican cerca de las poblaciones de La Serena y de Coquimbo, respectivamente. El punto 2 es el más alejado de los núcleos urbanos.
- Cercanía de zonas agrícolas:** los tres puntos de estudio se ubican cerca de zonas agrícolas de La Serena o de Coquimbo.
- Cercanía de zonas industriales:** los puntos 2 y 3 de estudio se ubican cerca de zonas de desarrollo industrial y minero.
- Infraestructuras ya existentes:** los puntos de estudio 1 y 3 permiten el empleo del emisario de la planta de tratamiento primario de La Serena o el de Coquimbo.
- Consumo energético impulsión producto:** los puntos 1 y 2 de estudio se ubican cerca de la población de la Serena y de zonas agrícolas; el punto 3 de estudio se ubica cerca de la población de Coquimbo y de zonas agrícolas, zona de desarrollo de un parque industrial y de la minera Teck.
- Impacto de las obras:** el inconveniente del punto de estudio 1 es su cercanía a la población de la Serena y a la zona turística. Los otros dos puntos de estudio se consideran suficientemente alejados de la población de la Serena, de la población de Coquimbo y de zonas turísticas.
- Influencia sobre tramitación del EIA:** en el área de los puntos de estudio 1 y 3 ya se han construido las plantas de tratamiento primario de La Serena y de Coquimbo, así como sus respectivos emisarios.

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL

Del análisis de prefactibilidad ambiental se extrae la siguiente tabla, que resume la carga medioambiental de los puntos de estudio 1, 2 y 3.

	Ubicación	Accesibilidad	Acceso a Energía	Carga Ambiental					
				Planificación Territorial		Áreas Protegidas	Concesiones	Riesgo	Turismo
				PRDU	PRC				
Punto 1	Buena	Buena	Buena	Media	Baja	Baja	Baja	Media	Baja
Punto 2	Buena	Buena	Buena	Media	Alta	Alta	Media	Baja	Alta
Punto 3	Buena	Media	Buena	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja

Conclusiones del Informe de Prefactibilidad Ambiental.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

La conclusión principal del informe de prefactibilidad ambiental es que el punto 2 debe descartarse por su elevada carga ambiental, como opción para la localización de la planta desaladora y la planta de reutilización.

El punto de estudio 1 y el punto 3 presentan cargas ambientales similares, y es necesario continuar con el diagrama de toma de decisiones para poder evaluar las dos alternativas.

Debido a que los puntos 1 y 3 se ubican en una zona de desarrollo turístico, será necesario una buena integración de las instalaciones de la planta desaladora y la planta de reutilización con el entorno que las rodea. En el documento de Integración Paisajística - "01PR14-2008-Interacion Paisajistica_rv00.pptx" se muestran casos de éxito de proyectos de plantas desaladoras y plantas de reutilización, donde se ha conseguido integrar las instalaciones con el entorno existente.

3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AGUA



A modo de resumen, el sistema de impulsión de agua parte de las siguientes hipótesis para la toma de decisiones:

- La instalación de plantas de 500 L/s de producción en los puntos seleccionados aportan **seguridad y flexibilidad** en el sistema de gestión de agua.
- Dos plantas más pequeñas, 500 L/s, frente a una instalación única, 1000 L/s, permiten una mayor **cercanía a los puntos de consumo** con el consiguiente **ahorro en distribución**.
- La hipótesis de cálculo elegida es **objeto de optimización** mediante el estudio de la infraestructura actual que permitiese reducir la longitud y cota de la tubería de impulsión hasta su punto final.

a) Instalación **PLANTA DESALADORA**.

CAUDAL(500 l/s)1800	m ³ /h	Punto 1	Punto 3
		LA SERENA	COQUIMBO
Distancia a línea de playa	m	1.600	200
Cota planta desaladora	msnm	9	15
Cota depósito acumulación	msnm	135	105
Altura geométrica+pérdidas	mca	151	120
Longitud de tubería	m	5.660	7.160
Potencia absorbida	kWh	1.003	797
Consumo específico	kW/m ³	0,56	0,44
Coste energético	USD/m ³	0,084	0,066

- El área de influencia marcada en el emplazamiento de La Serena establece una cota de impulsión de 135 msnm frente a los 105 msnm del punto seleccionado en la zona de Coquimbo, que se traduce en mayores costes energéticos.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

- Por otra parte, la ubicación de Coquimbo implica una mayor longitud en la tubería de impulsión hasta alcanzar la cota final del depósito de acumulación, a causa de la situación en el extremo de la península.

b) Instalación **PLANTA DE REUTILIZACIÓN**.

CAUDAL(500 l/s)1.800	m ³ /h	Punto 1 LA SERENA		Punto 3 COQUIMBO
		OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	
Distancia a línea de playa	m	1.600	1.600	200
Cota planta de reutilización	msnm	9	9	15
Cota final de la conducción	msnm	94	201	200
Altura geométrica+pérdidas	mca	125	267	255
Longitud de tubería	m	11.000	22.000	20.500
Potencia absorbida	kWh	830	1.773	1.693
Consumo específico	kW/m ³	0,46	0,99	0,94
Coste energético	USD/m ³	0,069	0,148	0,141

- Dos plantas de reutilización más pequeñas, 500 L/s, frente a una instalación única, 1000 L/s, permiten:
 - Aprovechamiento de las plantas de tratamiento primario existentes.
 - Reutilización de los emisarios existentes para el vertido de salmuera procedente de las posibles plantas desaladoras.



4. ANÁLISIS DEL INFORME DE INFRAESTRUCTURA MARINA

El Informe de Infraestructura Marina de la planta desaladora se divide en el estudio de la captación de agua de mar y en el estudio del vertido de salmuera al mar. Se resumen a continuación los parámetros básicos.

4.1.- CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR

La captación de agua de mar tiene por objeto proporcionar a la entrada de la planta desaladora agua de buena calidad, con el menor contenido posible en materia en suspensión, sustancias orgánicas, metales pesados y elementos poco solubles que puedan condicionar, en el tiempo, el correcto funcionamiento de la planta. Las tomas de captación trabajan a una velocidad de aspiración muy lenta, alrededor de 0,15 m/s, de modo que los efectos de arrastre y el impacto sobre los organismos marinos se puedan reducir al máximo. En el ducto o tubería, las velocidades se mantienen bajas, en torno a 1 m/s.

La instalación se compone de un ducto de inmisario de agua de mar y de una torre de captación o filtros pasivos.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

La longitud de la tubería de captación necesaria para alcanzar una profundidad mayor de 20m será menor en el punto de estudio 3 que en el punto de estudio 1, ya que para conseguir una profundidad de descarga de 19m, la tubería del emisario de La Serena es de 1.710m, mientras que en la planta de Coquimbo, para una longitud de 880m, la profundidad alcanzada es de 87m.

Como diseño previo se propone una tubería de captación con un único colector, cuyo dimensionamiento dependerá de la opción elegida:

OPCIÓN	Diámetro Tubería (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m.c.a.)			
			Longitud Tubería de Captación (m)			
			300	500	700	900
UNA Planta Desaladora 1 x 1000 l/s	1400	2,02	1,17	1,59	2,00	2,43
	1600	1,55	0,48	0,69	0,91	1,12
	1800	1,22	0,23	0,35	0,47	0,59
	2000	0,99	0,13	0,19	0,26	0,33
DOS Plantas Desaladoras 2 x 500 l/s	1000	1,98	1,65	2,26	2,86	3,46
	1200	1,38	0,50	0,74	0,98	1,22
	1400	1,01	0,20	0,31	0,42	0,53
	1600	0,77	0,10	0,15	0,21	0,26

Estudio preliminar de pérdidas de carga para distintos diámetros y longitudes de captación.



4.2.- VERTIDO DE SALMUERA

La producción de agua desalada corresponde aproximadamente al 45% del agua de mar captada. Por lo tanto el 55% de agua restante es agua con casi el doble de concentración de sales de las que tenía inicialmente el agua de mar, que es conocida como salmuera y es devuelta al mar.

La salmuera sufre un proceso de dilución al contacto con el medio marino. Es así como en las cercanías de la descarga, la concentración de sales del agua de mar es mayor y según nos alejamos del punto de descarga, la concentración se va igualando a la del agua de mar.

La zona de dilución dependerá de las condiciones ambientales del sector donde se produzca la descarga, de las características del medio marino, de las características de la salmuera y del diseño de la descarga. El diseño de la descarga contempla incluir difusores que promuevan la dilución de la salmuera lo más rápidamente posible y por tanto con el menor impacto sobre el medio marino.

Dado que la salinidad de la salmuera es mayor que la del agua de mar receptora, su densidad es también mayor por lo que presenta una flotabilidad negativa. Así, cuando la salmuera se descarga en el medio marino receptor con una velocidad determinada, la trayectoria, en un principio, sigue la dirección de esta velocidad, para después descender debido a la flotabilidad negativa. Con los difusores, dirigidos hacia la superficie, conseguimos que la salmuera se diluya tanto en su recorrido ascendente como descendente, evitando la sedimentación en el fondo marino.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

Para verificar el dimensionamiento de las tuberías existentes se realizaron cálculos para comprobar la posible utilización de los emisarios de las plantas de tratamiento primario existentes para el vertido de salmuera con el diámetro actual de 900mm. La alternativa de diseño A1 de una única planta desaladora de 1.000 L/s no permitiría utilizar ninguno de los dos emisarios existentes, pero si con dos plantas de 500 L/s (diseño A2).

4.3.- CONCLUSIONES DEL INFORME DE INFRAESTRUCTURA MARINA

Las principales conclusiones del informe de infraestructura marina son:

- La alternativa de diseño de instalación A2, de dos plantas desaladoras de 500L/s de producción, permite utilizar los emisarios de las plantas de tratamiento existentes para el vertido de salmuera.
- Se prevé que la longitud de la tubería de captación para una desaladora ubicada en el punto de estudio 1 sea mayor que para una planta desaladora ubicada en el punto de estudio 3.
- En fases posteriores a este estudio se deberán verificar las hipótesis realizadas con un estudio detallado del fondo marino.

5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

Una vez analizada la documentación existente, las conclusiones principales del estudio de localización son:



- El punto 2 de localización debe descartarse por su elevada carga ambiental.
- Las localizaciones del punto 1 y del punto 3 presentan características similares que las hacen idóneas para la ubicación de la planta desaladora y la planta de reutilización.
- La mejor alternativa de diseño es la de instalar una planta desaladora de 500L/s y una planta de reutilización de 500L/s en el punto de estudio 1 de la Serena, y una planta desaladora de 500L/s y una planta de reutilización de 500L/s en el punto de estudio 3 de Coquimbo. Esta alternativa de diseño permite utilizar los emisarios existentes para el vertido de salmuera, reduciendo el CAPEX de construcción de las plantas desaladoras.
- Tanto la planta desaladora como la planta de reutilización deben ubicarse en un área adyacente a las plantas de tratamiento primario existente.
- Debido a que el punto 1 y el punto 3 se ubican en zonas de desarrollo turístico, será necesario la integración paisajística de las instalaciones de la planta desaladora y de la planta de reutilización.

En los planos anexos al Estudio completo se detalla el Layout de las instalaciones en el punto 1 y en el punto 3 de localización, para las alternativas de diseño de 500 L/s y de 1.000 L/s.

6. RESUMEN TÉCNICO DESALADORA

La instalación de una planta desaladora está formada por las siguientes unidades de proceso:

- Captación del agua de mar y bombeo de alimentación a la planta desaladora.
- Pretratamiento físico y químico del agua de mar para adecuar las características físico-químicas y biológicas del agua captada a las necesidades del proceso de desalación.
- Proceso de ósmosis inversa, para convertir el agua de mar filtrada en permeado y salmuera.
- Postratamiento para acondicionar el agua permeada a la calidad del agua potable de consumo humano.
- Vertido y tratamiento de efluentes.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	



La descripción detallada de cada etapa del proceso desalación, de las instalaciones y de los equipos principales se incluye en detalle en los distintos apartados del informe final.

El alcance del informe técnico de implantación de la planta desaladora incluye los siguientes puntos, todos desarrollados a nivel de detalle en el informe final:

- a) Descripción del proceso de ósmosis.
- b) Diagrama de bloques.
- c) Descripción de las principales instalaciones que componen el proceso de ósmosis.
- d) Legislación y normativa aplicable.
- e) Informe “trade-off”.
- f) Vertido de salmuera y efluentes.
 - Estudio de los efluentes generados por la planta
 - Requerimientos de calidad para los efluentes de la planta, según la legislación vigente
- g) Almacenamiento de agua producto.
- h) Instalación eléctrica planta desaladora.
 - ratio de consumo de la planta,
 - ratio de consumo de equipos y bombas principales
 - listado de los principales equipos eléctricos
- i) “Lay-out” preliminar de la planta desaladora.



7. RESUMEN TECNICO PLANTA DE REUTILIZACIÓN

Del mismo modo, el estudio contempla la viabilidad técnico-económica en términos de construcción y gestión (explotación y mantenimiento) de un tratamiento secundario y terciario para 1.000 y 500 L/s de agua residual tratada, para su posterior aprovechamiento (reutilización).

Una de las conclusiones más básicas del estudio es que la línea de tratamiento terciario (tratamiento de reutilización) deberá diseñarse en función del uso a que se quiera destinar el agua tratada (minería, agricultura, industria,...) condicionado por los parámetros de calidad exigidos y la legislación aplicable.

Como conclusión de forma general, podemos decir que se descarta el uso del agua reutilizada para el consumo humano, **siempre que haya otras fuentes alternativas**. La reutilización de aguas residuales para consumo humano puede realizarse de forma directa o indirecta. La **reutilización indirecta** consiste en inyectar el caudal de agua depurada en un acuífero, del que transcurrido un tiempo se captará agua para su potabilización.

Sin embargo, se trata de un agua muy válida para riego y para consumo industrial, como la minería. La Norma Chilena Oficial que describe los requisitos de calidad de agua para riego es la norma NCh

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

1333.Of78, modificada en 1987. Esta normativa establece los requisitos de calidad del agua de acuerdo a su uso.

Es necesario considerar que, dado que las ETAR (Estación de Tratamiento de Aguas Residuales) existentes en Coquimbo y La Serena son plantas que cuentan únicamente con tratamientos primarios, sería necesario realizar unas obras de ampliación de estas instalaciones o bien construir unas nuevas plantas de tratamiento secundario para poder trabajar de modo adecuado en las instalaciones diseñadas de tratamiento terciario. Para este tamaño de ETAR se han estudiado dos opciones de línea de tratamiento. Se concluye que el mejor es tratamiento de fangos activos con digestión anaerobia de los fangos.

BREVE RESUMEN DE LA LINEA GENERAL DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACIÓN.

El agua a tratar tendría su origen en Coquimbo y La Serena y suponemos que se trata de un agua residual urbana convencional, con poco componente industrial. La planta tendría un caudal medio de 500 l/s.



La línea general de tratamiento, en una ETAR de este tamaño, puede ser la siguiente:

LINEA DE AGUA

- Obra de llegada, y bypass de emergencia con tamiz de vertedero de 8m y 3 mm de malla
- Pozo de llegada con cuchara bivalva de 300 l
- Pretratamiento
 - Tamizado automático de gruesos de 30 mm
 - Bombeo de agua bruta (2 bombas de 986 m³/h + 3 bombas de 2.000 m³/h, controladas por variadores de velocidad)
 - 2 Tamices de escalera de acero inoxidable de 3 mm de paso
 - 2 Canales aireados de desarenado-desengrasado de 18 m de longitud, con concentrador de grasas y clasificador de arenas
 - Arqueta de reparto y medida de caudal en tubería de DN800
- Decantación primaria; 2 unidades de 31,5 m de diámetro
- Reactor biológico (3 líneas de dimensiones unitarias 58x22 x 6 m de altura útil, divididos en zona anaerobia, anóxica 1 y 2 y óxica, para la eliminación de nitrógeno). Con 2 recirculaciones internas y agitadores sumergidos. Sistema de aireación consistente en 3.168 difusores de alto rendimiento para transferir el oxígeno demandado, por medio de soplantes trilobulares de 5.500 Sm³/h y 160 kW de potencia instalada
- Recirculación externa con 4 bombas de 1000 m³/h
- Dosificación de cloruro férrico para eliminación de fósforo
- Decantación secundaria de succión (2 uds. de 37 m de diámetro)
- Arqueta de salida y vertido
- Línea de fangos
- Línea de Gas
- Desodorización
- Instalación eléctrica

8. RESUMEN CAPEX Y OPEX PLANTA DESALADORA

Es de vital importancia desarrollar una primera aproximación a los costes de construcción y de operación de la planta desaladora. Los costes de la planta desaladora se dividen en los costes de construcción (CAPEX) y los costes por operación (OPEX). CAPEX - *Capital Expenditures* son las inversiones en bienes de

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

capitales utilizados en adquirir un activo fijo, en este caso la planta desaladora. OPEX - *Operating Expense* es el costo debido a la operación de un equipo o una instalación.

El mayor coste de operación de una planta desaladora es el término de energía eléctrica. Debido a esto, una de las bases del diseño de la planta desaladora ha sido el ahorro energético mediante sistemas de recuperación de energía de máxima eficiencia.

La planta desaladora de La Serena - Coquimbo debe ser capaz de proporcionar **una solución económica, fiable y responsable con el medio ambiente**, para satisfacer la demanda de agua de la población.

CAPEX

El estudio CAPEX de la planta desaladora incluye los ratios de inversión para cada uno de los dos casos indicados (una planta de 1000l/s y dos plantas de 500l/s). En el coste de la planta desaladora se incluye el coste de las instalaciones principales que integran el proceso de desalación:

- a) Captación de agua de mar.
- b) Pre-tratamiento físico y químico.
- c) Proceso de ósmosis inversa.
- d) Post-tratamiento.
- e) Unidades auxiliares.
- f) Tratamiento de efluentes.
- g) Emisario de salmuera.
- h) Obra civil.
 - o Captación.
 - o Edificio de bombeo de captación.
 - o Planta desaladora
- i) Instalaciones eléctricas internas (no incluye sub-estación ni línea de transmisión).
- j) Instalaciones de instrumentación y control.

Queda excluido el bombeo de distribución, así como la construcción de las instalaciones y tuberías asociadas.

En la tabla siguiente se muestra los rangos de CAPEX, para los casos de estudio de una planta desaladora de 1.000 L/s y una planta de 500 L/s de producción de agua potable.



	1.000 L/s	500 L/s
Max CAPEX	151.200.000 USD	86.400.000 USD
Min CAPEX	108.000.000 USD	64.800.000 USD
COSTE MEDIO CAPEX	129.600.000 USD	75.600.000 USD

CAPEX Desalación

OPEX

El coste de operación de la planta desaladora se divide en costes FIJOS y en costes VARIABLES.

Para el estudio de los costes de operación, se ha considerado un Factor de Operación de la planta (sobre la producción teórica anual) del **95%**, suponiendo que se producen paradas por mantenimiento, averías, cortes de suministro eléctrico,...

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

Resumen de costes fijos

Concepto	1.000 L/s		500 L/s	
	Total anual (USD/año)	%	Total anual (USD/año)	%
Personal	957.000	39%	872.000	43%
Análisis de laboratorio	79.000	3%	79.000	4%
Seguros	184.000	7%	129.000	6%
Mantenimiento	592.000	24%	415.000	20%
Plan de vigilancia ambiental	405.000	16%	338.000	17%
Administración	143.000	6%	132.000	7%
Varios	97.000	4%	78.000	4%
TOTAL COSTES FIJOS	2.457.000USD/año		2.043.000 USD/año	
Ratio incertidumbre	±10%		± 10%	
RATIO DE COSTES FIJOS	2,21 – 2,70MUSD/año		1,84 - 2,25 MUSD/año	

Resumen de costes fijos

Resumen de costes variables sin término de energía

Una vez analizados cada uno de los costes variables asociados a la explotación de la planta desaladora, se puede apreciar que el coste más representativo es el debido a los productos químicos, con un porcentaje del 61% respecto del resto de costes variables. En la tabla no se ha incluido el coste del término de energía, que se estudia aparte dada su elevada importancia.

Se estima una incertidumbre del 10% para esta fase del Estudio de la planta desaladora.



Finalmente, la tabla indica el ratio del coste variable de explotación para una planta desaladora de 1.000 L/s y una planta de 500 L/s.

Concepto	1.000 L/s		500 L/s	
	USD/año	%	USD/año	%
Productos químicos en operación	2.252.000	61%	1.126.000	61%
Químicos limpieza de membranas	199.000	5%	100.000	5%
Reposición de membranas	615.000	17%	308.000	17%
Recogida de residuos a vertedero	15.000	0,5%	13.000	0,5%
Mantenimiento correctivo	607.000	17%	303.000	17%
TOTAL COSTES VARIABLES	3.688.000USD/año		1.850.000 USD/año	
Ratio incertidumbre	± 10%		± 10%	
RATIO DE COSTES VARIABLES	3,32 - 4,05 MUSD/año		1,67 - 2,04 MUSD/año	

Resumen de costes variables

RESUMEN OPEX – 1.000 L/S

En la tabla adjunta se resumen los costes fijo y los costes variables estimados para la explotación y el mantenimiento de la planta desaladora de 1.000L/s de producción de agua potable.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

PLANTA DESALADORA 1.000 L/s

Concepto	Costes Fijos (USD/año)	Costes Variables (USD/año)	Coste Energía (USD/año)	OPEX (USD/año)	Ratio (USD/m ³)
Hipótesis menor coste	2.210.000	3.320.000	13.500.000	19.030.000	0,634
Hipótesis mayor coste	2.700.000	4.050.000	16.200.000	22.950.000	0,765
COSTE MEDIO OPEX	20.995.000				USD/año



DESGLOSE OPEX PLANTA DESALADORA 1.000 L/s

Producción anual	30,00			Hm ³ /año
Concepto	Coste (USD/año)	anual	Coste específico (USD/m ³)	% Costes
RESUMEN DE COSTES FIJOS				
Personal	957.000		0,0319	4,6%
Análisis en laboratorio	79.000		0,0026	0,4%
Seguros	184.000		0,0061	0,9%
Mantenimiento	592.000		0,0197	2,8%
Plan de vigilancia ambiental	405.000		0,0135	1,9%
Administración	143.000		0,0048	0,7%
Varios	97.000		0,0032	0,5%
TOTAL COSTES FIJOS	2.457.000		0,0819	11,7%
RESUMEN DE COSTES VARIABLES SIN TÉRMINO DE ENERGÍA				
Productos químicos operación	2.252.000		0,0751	10,73%
Productos químicos limpieza	199.000		0,0066	0,9%
Reposiciones	615.000		0,0205	2,9%
Recogida de residuos	15.000		0,0005	0,1%
Mantenimiento correctivo	607.000		0,0202	2,9%
TOTAL COSTES VARIABLES	3.688.000		0,1229	17,6%
COSTE MEDIO DEL TÉRMINO DE ENERGÍA				
Término de Energía	14.850.000		0,4950	70,7%
COSTE TOTAL	20.995.000 USD		0,6998	USD/m³
Gastos generales	5%	1.049.750		
Utilidades	8%	1.679.600		
TOTAL OPEX ANUAL		23.724.350 USD	0,7908	USD/m³

OPEX - Desaladora 1.000 L/s

RESUMEN OPEX – 500 L/S

En la tabla adjunta se resumen los costes fijo y los costes variables estimados para la explotación y el mantenimiento de la planta desaladora de 500 L/s de producción de agua potable.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

PLANTA DESALADORA 500 L/s

Concepto	Costes Fijos (USD/año)	Costes Variables (USD/año)	Coste Energía (USD/año)	OPEX (USD/año)	Ratio (USD/m ³)
Hipótesis menor coste	1.840.000	1.670.000	6.750.000	10.260.000	0,684
Hipótesis mayor coste	2.250.000	2.040.000	8.100.000	12.390.000	0,826
COSTE MEDIO OPEX				11.318.000	USD/año

DESGLOSE OPEX PLANTA DESALADORA 500 L/s



Producción anual	15,00		Hm ³ /año
Concepto	Coste anual (USD/año)	Coste específico (USD/m ³)	% Costes
RESUMEN DE COSTES FIJOS			
Personal	872.000	0,0581	7,7%
Análisis en laboratorio	79.000	0,0053	0,7%
Seguros	129.000	0,0086	1,1%
Mantenimiento	415.000	0,0277	3,7%
Plan de vigilancia ambiental	338.000	0,0225	3,0%
Administración	132.000	0,0088	1,2%
Varios	78.000	0,0052	0,7%
TOTAL COSTES FIJOS	2.043.000	0,1362	18,1%
RESUMEN DE COSTES VARIABLES SIN TÉRMINO DE ENERGÍA			
Productos químicos operación	1.126.000	0,0751	9,95%
Productos químicos limpieza	100.000	0,0067	0,9%
Reposiciones	308.000	0,0205	2,7%
Recogida de residuos	13.000	0,0009	0,1%
Mantenimiento correctivo	303.000	0,0202	2,7%
TOTAL COSTES VARIABLES	1.850.000	0,1233	16,3%
COSTE MEDIO DEL TÉRMINO DE ENERGÍA			
Término de Energía	7.425.000	0,4950	65,6%
COSTE TOTAL	11.318.000 USD	0,7545	USD/m³
Gastos generales	5%	565.900	
Utilidades	8%	905.440	
TOTAL OPEX ANUAL	12.789.340 USD	0,8526	USD/m³

OPEX - Desaladora 500 L/s

A los precios indicados, es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- No se incluyen costes debidos a tasas, impuestos u otros costes locales.
- No se incluye la amortización de las instalaciones CAPEX.

-No se incluye la red de distribución y sus posibles pérdidas.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

9. RESUMEN CAPEX Y OPEX PLANTA DE REUTILIZACIÓN

Las plantas de tratamiento primario de la Serena y de Coquimbo disponen de las siguientes instalaciones:

- Rejas gruesas automáticas, de paso 2,5 cm (2 unidades en paralelo).
- Desarenadores (2 unidades en paralelo).
- Clasificador de arenas.
- Dispositivo separador y triturador de flotantes (2 unidades en paralelo).
- Rejas finas automáticas de paso 6 mm (2 unidades en paralelo) y compactador de sólidos retenidos.
- Medidor de caudal ultrasónico (medición instantánea y totalizador).
- Generador Eléctrico de emergencia, destinado a alimentar la planta en caso de corte de energía.
- Tratamiento de olores: filtros de olores de carbón activado (2 unidades).

Tal y como concluimos anteriormente, es necesario construir una planta de tratamiento secundario previo a la reutilización.

La instalación de una planta de tratamiento **secundario** de aguas residuales de 500 L/s, con la línea de fangos incluida, tendría una inversión aproximada de:

	Total CAPEX (USD)
Planta de tratamiento secundario 500 L/s	29.000.000 USD

CAPEX Planta tratamiento secundario 500 L/s.



- Los costes de operación de la planta de tratamiento secundario de 500 L/s tendrían un coste aproximado de 0,21 USD/m³.

	OPEX (USD/m ³ sin impuestos)
Planta de tratamiento secundario 500 L/s	0,21

OPEX Planta tratamiento secundario 500 L/s

- El consumo específico de energía *kW h/m³* se indica en la tabla siguiente, así como el coste específico *USD/m³*.

	Consumo Específico Energía (kW h/m ³)	Coste Específico Energía (USD/m ³)
Planta de tratamiento secundario 500 L/s	0,400	0,06

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

CAPEX

Descripción	CAPEX 1.000 L/s (USD)	CAPEX 500 L/s (USD)
Planta tipo 1 - Membranas	32.800.000	22.700.000
Planta tipo 2 - Convencional	16.900.000	10.800.000

CAPEX - Planta de Reutilización.

La planta de reutilización **tipo 1** se caracterizaba por la necesidad de **ausencia de E. Coli** en el agua tratada. La planta de reutilización **tipo 2** se caracterizaba por un uso del agua reutilizada que requiere valores máximos de **E.coli de ≤ 100 UFC/100 ml**.

OPEX

Respecto a los costes de operación y mantenimiento de las instalaciones, se describen en la siguiente tabla:

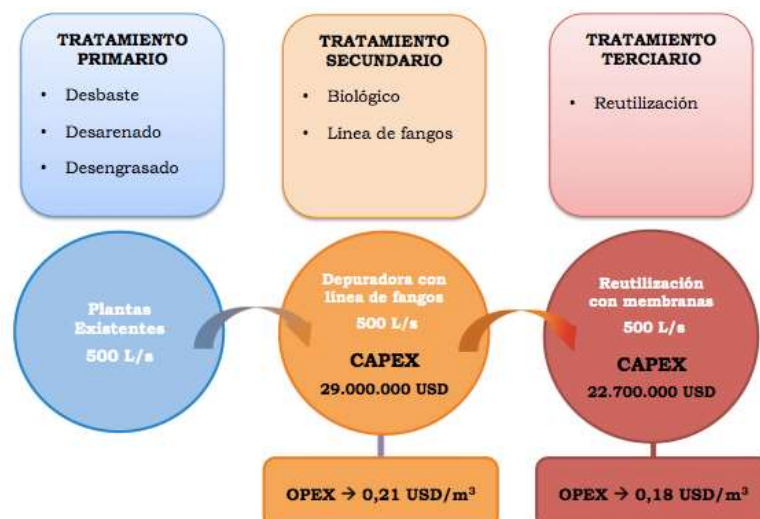
	OPEX (USD/m ³ tratado, sin impuestos)
Planta 500-1000 L/s tipo 1 (membranas)	0.18
Planta 500-1000 L/s tipo 2 (convencional)	0.11



OPEX Planta de Reutilización.

En este caso, el consumo energético es un componente importante, aunque mucho menor que en desalación. En la siguiente tabla se indica el consumo específico de energía $kW h/m^3$ y el coste específico USD/m^3 , para los dos tipos de instalación:

	Consumo Específico Energía (kW h/m ³)	Coste Específico Energía (USD/m ³)
Planta 500-1000 L/s tipo 1 (membranas)	0,100	0,015
Planta 500-1000 L/s tipo 2 (convencional)	0,095	0,014

Consumo específico energía planta de Reutilización

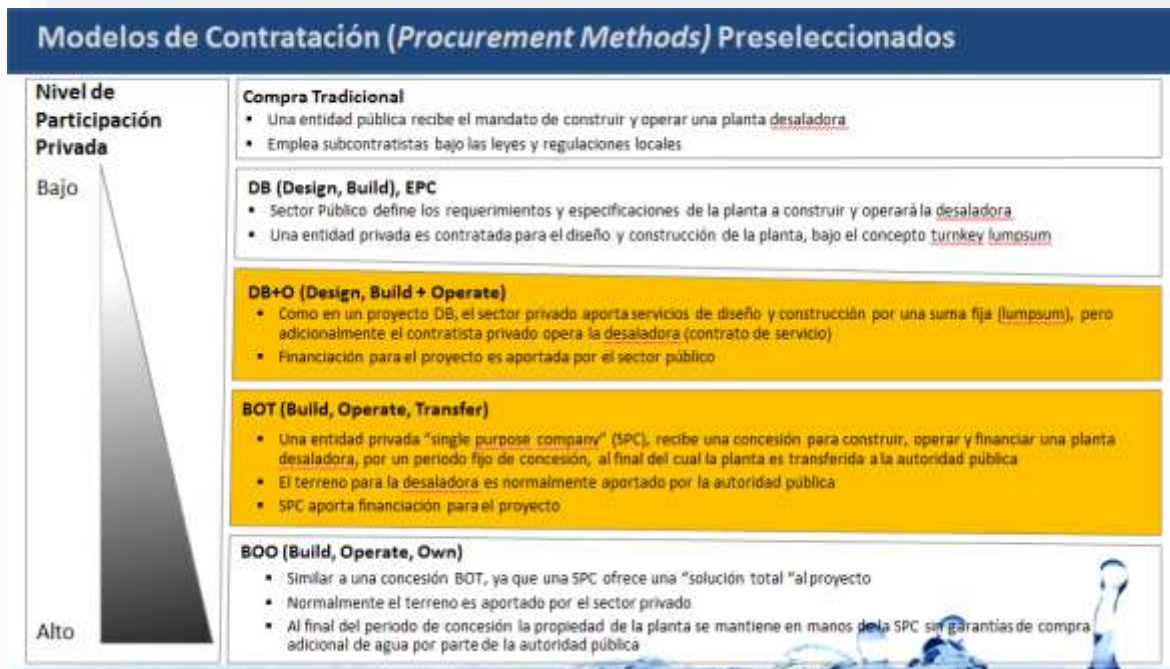


	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

10. MODELOS DE CONTRATACIÓN Y ESTRUCTURA DE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

La conveniencia de uno u otro método de contratación dependerá del análisis de una serie de factores como son la capacidad financiera de la Municipalidad/Región/Gobierno, el marco legal local, el deseo de asumir riesgo de proyecto, así como de los objetivos a largo plazo de las autoridades.

Así, en función del nivel de implicación y participación (y por lo tanto de asunción de riesgos) del sector Privado, encontraremos los siguientes Modelos de Contratación:





Este estudio analiza en detalle los dos modelos que tienen una componente equilibrada de participación pública y privada, es decir **DBO** y **BOT**, evitando los extremos.

MODELO DB (DESIGN & BUILD)

En este caso la Entidad Pública será la encargada de definir los requerimientos y especificaciones de la planta a construir, así como de operar y mantener la planta una vez construida. Sin embargo será una entidad privada la encargada de diseñar y construir esta planta bajo el concepto de 'Turnkey Lumpsum' (suma fija) de acuerdo a los requerimientos exigidos por la Entidad Pública.

De este modo la Entidad Pública deberá detallar los requerimientos del proyecto mientras que las entidades privadas ofertarán soluciones técnicas dentro de estos parámetros. Todo el riesgo de la construcción quedará transferido a la entidad privada, quien recibirá el pago de la construcción de la entidad Pública según unos pagos progresivos (milestones) y finales (dependientes de la aprobación de ciertos 'acceptance tests') previamente acordados.

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

- ❑ **Ventajas:** Permite la participación de la entidad privada aportando su experiencia en el diseño y construcción de proyectos semejantes, estando el coste del Proyecto optimizado según un proceso de licitación competitivo. El sector privado garantiza la producción de la planta por un periodo limitado después de la finalización de la planta (periodo de prueba)
- ❑ **Inconvenientes:** El proyecto sigue siendo íntegramente financiado por el Sector Público, manteniendo además el riesgo de operación de la planta a largo plazo, así como el de demanda. El contratista no está incentivado para optimizar el coste total del ciclo de vida de la planta ('life cycle cost'), si no a ofertar la solución más económica.

MODELO DBO (DESIGN + BUILD + OPERATE)

Se trata de una variante del contrato DB puro, en el cuál el contratista además se responsabiliza de la operación de la planta bajo un contrato de servicios. De nuevo, la financiación íntegra del Proyecto proviene del Sector Público.



Efectivamente la entidad privada, además del diseño y construcción propios del contrato DB puro, debe ofertar una solución de operación a largo plazo. Sin embargo esta oferta será en base a la capacidad de producción total de la planta, por lo que los riesgos asociados a la variación de la demanda seguirán siendo responsabilidad del Sector Público; la Entidad Privada, según el diseño del contrato, podrá asumir ciertos riesgos de costos de producción, pero sólo proporcionando garantías limitadas. La fase de diseño y construcción de la planta queda pagada a la finalización de la construcción en base a un monto fijo o "lumpsum", al igual que en el contrato DB.

- ❑ **Ventajas:** Las ventajas serán las mismas del DB (experiencia de la entidad privada, coste del Proyecto optimizado, periodo de prueba) y además se incrementan los incentivos para optimizar el ciclo de vida de la planta y se transfiere parte del riesgo de producción a la entidad privada, que además cuenta con una mayor experiencia en estos servicios.
- ❑ **Inconvenientes:** Adicionalmente a los inconvenientes del DB (Financiación Pública, riesgos de operación y demanda a largo plazo, contratista no incentivado a optimizar el 'life cycle cost' de la planta) se suman los riesgos en el precio adicionales al tener que ofrecer el contratista las actividades de operación a largo plazo durante el proceso de oferta.

MODELO BOT (BUILD, OPERATE, TRANSFER)

Con este modelo una entidad Privada 'Single Purpose Company' (SPC) recibe de la Entidad Pública una concesión para construir, operar y financiar el Proyecto, por un periodo fijo de concesión, al término del cual la planta es transferida a la Entidad Pública. En este caso será la SPC la encargada de financiar el proyecto. Generalmente el terreno requerido para desarrollar el proyecto será aportado por la Entidad Pública.

De esta manera el sector privado se encarga de todos los aspectos del proyecto, incluyendo la financiación a largo plazo, la cual además puede ser facilitada por el sector público ofreciendo créditos de construcción o subvención de capital durante el periodo de construcción del proyecto. Los diferentes

	RESUMEN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA Y UNA PLANTA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS	01PR14-2004		
		12/12/2014		
	RESUMEN INFORME	Revisión	01	

mecanismos contractuales definirán el nivel de riesgo compartido. Los pagos al sector privado pueden ser basados en un pago por capacidad (en función de la disponibilidad de la planta) más pago por cantidad (en función de la cantidad de agua producida) o un mecanismo take-or-pay. Finalmente, al terminar el periodo de concesión la planta será transferida al sector público.

- **Ventajas:** La financiación del proyecto proviene del sector privado, superando así posibles limitaciones de presupuesto del sector público. Además, las Autoridades Públicas sólo habrán de tratar con una entidad privada, ahorrando en gestión, conflictos y burocracia. Se consigue la total implicación de la entidad privada con su experiencia y especialización, lo que además logra una optimización del 'life cycle cost' de la planta.
- **Inconvenientes:** Se depende del sector privado para la financiación, que además reflejará un parte significativa del riesgo de proyecto en el precio. El proceso de licitación será complejo y puede requerir un plazo más largo antes de comenzar la construcción. Dependencia de la experiencia del sector público en proyectos BOT.

PRECIOS DE AGUA

Los precios por m³ de agua producida, a nivel de planta, en los distintos modelos de contratación y con las distintas tecnologías, se resumen en la siguiente tabla:

Precio Agua por m ³	BOT	DBO-M
Desalación 1.000 LPS	US\$ 1.48	US\$ 1.24
Desalación 500 LPS	US\$ 1.66	US\$ 1.41
Depuración + Reutilización por membranas (500 LPS)	US\$ 1.08	US\$ 0.93
Depuración + Reutilización convencional (500 LPS)	US\$ 0.87	US\$ 0.67

El informe completo incluye detalles sobre supuestos financieros, metodología, análisis de sensibilidad de las principales variables, y copia de los distintos modelos financieros que soportan los precios calculados.

11. PROPUESTA DE PLAZOS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO

		PROYECTO DESALADORA / REUTILIZACION COQUIMBO - PROGRAMA DE DESARROLLO																											
ACTIVIDAD		2014				2015				2016				2017				2018				2019							
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1.- Definición Proyecto																													
2.- Estudio Pre Factibilidad Técnico, Ambiental y Económico																													
- Definir localización, diseño preliminar																													
- Estudio tarifario y de sensibilidad																													
3.- Decisión GO / NO GO																													
- Definición de modelo de contratación (DBOM o BOT)																													
4.- Estudio Factibilidad / EIA																													
- Confección bases, licitación y contratación																													
- Planeamiento general																													
- Ingeniería Básica Desaladora																													
- Ingeniería Básica Tubería, Red de Distribución																													
- EIA: Desaladora, Conducción, línea Eléctrica																													
- Estudios y modelos económico-financieros																													
- Concesión Marítima																													
- Análisis de Servidumbres																													
- Permisos Sectoriales y Otros																													
- Preparación Bases de Licitación																													
5.- Licitación y Adjudicación																													
- Invitación y Precalificación																													
- Elaboración de Ofertas																													
- Estudio y Adjudicación																													
6.- Financiamiento																													
- Cierre Financiero (caso BOT)																													
7.- Ejecución del Proyecto																													
- Ingeniería de Detalle																													
- Ejecución Obra Desaladora																													
- Ejecución Obra Marina																													
- Ejecución Obra Conducción e Impulsión																													
8.- FIRST WATER																													