



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

A mi mujer Carmen María y a mis tres hijas Carmen, Raquel y María.

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRANEA**

MEMORIA

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRANEA**

MEMORIA

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

0	RESUMEN.....	5
1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	SITUACIÓN ACTUAL EN LA CUENCA DEL SEGURA	7
1.2	SOLUCIÓN PLANTEADA.	8
1.3	ESTADO DEL ARTE Y RESEÑA HISTÓRICA DE LA DESALACIÓN MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA	9
1.3.1	<i>Estado del arte de la desalación.</i>	<i>9</i>
1.3.2	<i>Reseña Histórica.</i>	<i>9</i>
1.4	DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE DESALACIÓN.	11
1.5	DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO.....	15
1.6	PRINCIPIOS DE LA ÓSMOSIS INVERSA.....	17
1.6.1	<i>Definiciones y nomenclatura</i>	<i>19</i>
1.7	RELACIONES ENTRE LOS DISTINTOS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA ÓSMOSIS	23
1.8	FACTORES QUE AFECTAN AL FUNCIONAMIENTO DE LAS MEMBRANAS DE ÓSMOSIS INVERSA	24
1.9	MODELO MATEMÁTICO QUE RIGE LA ÓSMOSIS INVERSA	27
1.10	ECUACIONES BÁSICAS DEL PROCESO.....	27
1.11	MEMBRANAS DE ÓSMOSIS INVERSA	31
1.12	MEMBRANA DE ARROLLAMIENTO EN ESPIRAL.....	34
1.13	INSTALACIÓN DE MEMBRANAS	36
1.14	TIPOS DE CONFIGURACIONES DE SISTEMAS DE MEMBRANAS DE OSMOSIS INVERSA	39
1.14.1	<i>Agrupación de los módulos de ósmosis inversa en paralelo:</i>	<i>40</i>
1.14.2	<i>Agrupación de los módulos de ósmosis inversa en serie:</i>	<i>40</i>
1.14.3	<i>Agrupación de tubos de tubos de presión en paralelo:</i>	<i>41</i>
1.14.4	<i>Definición de etapa:</i>	<i>41</i>
1.14.5	<i>Definición de paso:</i>	<i>42</i>
1.15	FUNDAMENTOS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LOS PROGRAMAS DE CÁLCULO DE SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA.	44
2	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA.	45
2.1	CALIDAD DEL AGUA DE MAR.....	46
2.2	DEFINICIÓN DEL TAMAÑO Y NÚMERO DE BASTIDORES DE ÓSMOSIS INVERSA A DISEÑAR.	46
2.3	PROCESO DE DISEÑO DEL BASTIDOR DE O.I.....	48
2.4	SELECCIÓN DEL RANGO DE TEMPERATURAS DE DISEÑO.	49
2.5	SELECCIÓN DEL TIPO DE MEMBRANA.	50
2.6	SELECCIÓN DE LA EDAD MEDIA DE LA MEMBRANA.	50

2.7	SELECCIÓN DE NÚMERO DE MEMBRANAS POR TUBO DE PRESIÓN Y NÚMERO DE TUBOS DE PRESIÓN.....	51
2.8	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO COMPARATIVO	61
3	BASES DE DISEÑO.....	62
3.1	CÓDIGOS Y NORMATIVAS APLICABLES	65
3.2	ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA PLANTA	65
3.2.1	Configuración.....	65
3.2.2	Tuberías.....	65
3.2.3	Ventajas del material seleccionado para la construcción de equipos mecánicos y tuberías.....	66
3.2.4	Suportación de tuberías	68
3.2.5	Valvulería.....	69
4	LISTADO DE EQUIPOS DE LA PLANTA	70
5	ESTACIÓN DE BOMBEO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR	76
6	PRETRATAMIENTO: FILTRACIÓN	77
6.1	FILTROS DE GRAVEDAD.....	77
6.2	BOMBEO DE BAJA PRESIÓN.....	79
6.3	CONTRALAVADO DE LOS FILTROS MULTICAPA.....	80
6.4	FILTROS DE CARTUCHOS	80
6.5	DOSIFICACIÓN QUÍMICA.....	81
6.5.1	Hipoclorito de sodio.....	82
6.5.2	Coagulante.....	83
6.5.3	Metabisulfito de sodio.....	84
6.5.4	Anti incrustante	86
6.5.5	Hidróxido de sodio	86
7	SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA.....	88
7.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA.....	88
7.2	INSTRUMENTACIÓN DE ENTRADA AL PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA	89
7.3	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA ÓSMOSIS INVERSA	89
7.4	VENTAJAS DEL DISEÑO PROPUESTO	91
7.5	PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: BOMBAS BOOSTER (HPBP).....	92
7.6	PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: BOMBAS DE ALTA PRESIÓN (HPP).....	93
7.7	PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: DISPOSITIVOS DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA	94
7.8	PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: BOMBAS DE RECIRCULACIÓN PARA ERD	97
7.9	DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DEL PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA.....	98
7.9.1	Elección del Rendimiento.....	98
7.9.2	Elección del tipo de configuración y de las membranas	99

7.9.3	Diseño Split de OI	99
7.10	ELECCIÓN DEL FLUX DEL PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA.....	100
7.11	PRIMER PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: BASTIDORES.....	101
7.11.1	Configuración	101
7.11.2	Tubos de Presión para OI.....	103
7.11.3	Membranas de OI.....	106
7.12	TANQUE DE PERMEADO DEL 1 ^{ER} PASO Y BOMBAS DE ALIMENTACIÓN AL 2 ^º PASO	107
7.13	SEGUNDO PASO DE ÓSMOSIS INVERSA: BASTIDORES.....	107
8	LIMPIEZA IN SITU DE LA ÓSMOSIS INVERSA (CIP)	108
9	SISTEMA FLUSHING DE LA OI	110
10	REMINERALIZACIÓN Y DESINFECCIÓN.....	110
10.1	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CO ₂	111
10.2	SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL	113
10.3	DESINFECCIÓN	113
11	TRATAMIENTO DE EFLUENTES.	114
12	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: ELECTRICIDAD	115
13	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.....	117
14	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: OBRAS CIVILES	118
14.1	ADECUACIÓN DE LA PARCELA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	119
14.2	VIALES INTERIORES	119
14.3	SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	120
14.4	EDIFICIOS (GENERALIDADES)	120
14.5	EDIFICIOS DE PROCESO.....	121
14.6	EDIFICIO DE CONTROL, LABORATORIO, TALLERES Y ALMACENES.....	121
14.7	EDIFICIO DE SERVICIOS ELÉCTRICOS Y ESTACIÓN TRANSFORMADORA.....	121
14.8	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	122
14.9	URBANIZACIÓN.	122
14.9.1	Urbanización Exterior	122
14.9.2	Urbanización Interior.....	122
15	ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN NECESARIA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	123
16	CALCULO DE EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES	124
17	CONCLUSIONES	126
18	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Agua de mar.

Anexo 2. Tabla de casos estudiados.

Anexo 3. Proyecciones de membranas de los diferentes casos estudiados.

Anexo 4. Diagrama de Bloques del proceso.

Anexo 5. Dimensionamiento del proceso para una concentración máxima de boro en el permeado de 1 ppm.

Anexo 6. Dimensionamiento del proceso para una concentración máxima de boro en el permeado de 0.5 ppm.

Anexo 7. Simulaciones de sistema de remineralización mediante Water!Pro™

Anexo 8. Dimensionamiento del proceso de tratamiento de efluentes.

Anexo 9. Implantación de la desaladora.

Anexo 10. Estimación costes de inversión de la desaladora.

Anexo 11. Calculo de costes de operación y mantenimiento de la desaladora.

Anexo 12. Calculo de consumos específicos.

0 RESUMEN

El sureste español sufre desde hace años un claro déficit hídrico. La fertilidad de sus tierras y las condiciones meteorológicas lo hacen un paraje único para el cultivo de ciertas especies de hortalizas, frutales y cítricos.

Debido al déficit hídrico la industria agroalimentaria de la zona se está viendo amenazada, incluso en determinadas épocas del año hay riesgo de falta de suministro de agua potable a la población debido al aumento de la demografía de la zona.

Los avances tecnológicos en el mundo de la desalación desarrollados a lo largo de los últimos años hacen que esta tecnología sea una alternativa de demostrada solvencia para paliar el déficit hídrico de esta zona, así como de otras en todo el mundo, a un coste económico notablemente inferior al de hace unos años, siendo perfectamente asumible por los agricultores y minimizando el impacto medioambiental de las instalaciones y su operación y mantenimiento. Los avances tecnológicos sobre todo se centran en nuevas tipologías de membranas, novedosas configuraciones de membranas y más eficientes sistemas de recuperación de energía.

El presente TFG intenta realizar una revisión del estado del arte en el mundo de la desalación actual, así como desarrollar una metodología de diseño y optimización del proceso de desalación para posteriormente proceder al desarrollo del diseño del resto de la planta desaladora.

Para ello se ha desarrollado un primer capítulo de introducción en el que se expone la problemática de la zona, se realiza una breve reseña histórica de la desalación, se hace una revisión del estado del arte de la desalación actualmente. A continuación, también en el primer capítulo se hace una introducción teórica de las leyes y relaciones que rigen el fenómeno de la desalación para posteriormente explicar los diferentes tipos de membranas de ósmosis inversa que hay disponibles en el mercado y cuáles son sus configuraciones y agrupaciones industrialmente más utilizadas.

En el capítulo 2 se establecen las bases de diseño que servirán para posteriormente soportar el desarrollo de los diferentes casos estudiados. Estos casos se desarrollan de forma secuencial y ordenada, estableciendo una metodología a seguir aplicable a cualquier

1 INTRODUCCIÓN.

De todos es sabido que el planeta en el que habitamos es comúnmente denominado como el “Planeta Azul”. Esta denominación se debe al intenso color azul que le transfieren las grandes masas de agua acumuladas en mares y océanos.

Se estima que aproximadamente el 97.5% del agua de nuestro planeta se localiza en esos inmensos mares y océanos y por tanto es clasificada como agua de origen marino y

por tanto agua salada. Del 2.5% de agua que podría denominarse como agua dulce o salobre el 70% se encuentra ubicada en forma de hielo polar y nieve en los polos y solo el 30% restante es la denominada agua continental y se encuentra ubicada en el subsuelo, ríos y lagos del planeta. Un balance tan general de la distribución del agua del planeta muestra claramente que el agua continental en su forma salobre o dulce es un bien escasísimo y por otra parte cada vez más necesario debido al incremento demográfico del planeta, el desarrollo exponencial de la industria, sobre todo en determinadas zonas y el cambio climático provocando escasez de lluvias en zonas en las que hace años éstas eran habituales.

Desde tiempos inmemoriales el hombre, en condiciones de escasez de agua dulce, ha procurado utilizar el agua de mar como fuente de generación de agua dulce mediante diferentes métodos. Los avances tecnológicos han permitido que estos métodos varíen desde la simple evaporación del agua de mar y posterior condensación y recogida para su uso como agua dulce hasta las más avanzadas tecnologías de desalación mediante membranas de ósmosis Inversa, pasando por todo un abanico de posibilidades técnicas de desalación principalmente basadas en métodos térmicos.

La desalación, a día de hoy, se encuentra presente en más de 120 países proporcionando solamente el 1.5% del agua dulce suministrada a nivel mundial. Aproximadamente el 50% de la población mundial se encuentra ubicada en ciudades y núcleos urbanos localizados en las costas de los diferentes países y se estima que para el año 2030 la población mundial alcance los 8.1 miles de millones de los cuales 5 estarán concentrados en grandes núcleos urbanos. Esta tendencia de crecimiento está obligando a los diferentes países a reforzar y crear nuevas infraestructuras para abastecer de agua a la población, compatibilizando este crecimiento con un desarrollo sostenible, con el crecimiento económico y con la amenaza incesante del cambio climático.

Por otra parte, la demanda per cápita de agua es un valor en constante crecimiento ya que cada vez son más los países que aceleran su desarrollo en los diferentes ámbitos económicos (industrial, turístico, agroalimentario...) y éste va ligado a un mayor desarrollo poblacional y mejora del nivel de vida de sus habitantes, lo cual está asociado inseparablemente a un incremento del consumo de agua. Obviamente sin una planificación hidrológica este desarrollo sería del todo imposible, por tanto, las autoridades son las encargadas de utilizar la planificación hidrológica como un instrumento de gestión sostenible del agua, que permita el incremento de disponibilidad de la misma y que garantice una calidad aceptable y dentro de las normativas y recomendaciones vigentes. Pero también son las autoridades las responsables de fomentar su empleo de forma racionalizada, y respetando el medio ambiente.

Todo lo anterior proporciona todavía más sentido al uso de la desalación como método de obtención de agua dulce, generando una solución sostenible a largo plazo y medioambientalmente respetuosa a la creciente demanda de agua en estos núcleos urbanos y sus industrias asociadas. Por tanto, la desalación, a día de hoy es una solución competitiva y complementaria a otras soluciones más tradicionales y por tanto ha de ser considerada como una tecnología cuya viabilidad técnico-económica ha de ser incluida en cualquier plan hidrológico.

1.1 Situación actual en la cuenca del Segura

Dentro de la cuenca del Segura se encuentran una serie de Unidades de Demanda Agraria repartidas por todo el territorio, correspondientes a zonas que reciben los recursos del trasvase Tajo Segura para el riego, denominadas Zona Regables del Trasvase Tajo, siendo estas zonas una fuente de actividad económica muy importante (por su agricultura) de la región de Murcia, así como de amplias zonas de las provincias de Alicante y Almería. Con objeto de realizar un análisis de la demanda de agua en la zona se van a considerar cinco grandes grupos de consumos:

- Zona de Cartagena: Los asociados al Canal del Campo de Cartagena, que se inicia en el embalse de la Pedrera y que requiere un total de 142 hm³/año.
- Zona de Alicante: Los asociados al Canal principal de la Margen Izquierda aguas debajo de Fortuna, que requieren un total de 130 hm³/año.
- Zona de Lorca: Los asociados al Canal principal de la Margen Derecha aguas debajo de Alhama de Murcia, que requieren un total de 80 hm³/año.
- Zona Azud de Ojós: Aguas abajo del Azud de Ojós (pero aguas arriba de Alhama de Murcia y Fortuna), que requieren un total de 26.5 hm³/año.
- Zona Río Segura: Aguas arriba del Azud de Ojós, que requieren un total de 17.5 hm³/año.
- El volumen total de agua consumida de todas las zonas redotadas por el Trasvase Tajo Segura está en torno a los 396 hm³/año.

Las zonas de Alicante, Cartagena y Lorca suponen un volumen total de 352 hm³/año, estas zonas se caracterizan por el hecho de que sus consumos están claramente asociados a las infraestructuras del postrasvase, son las más cercanas a la costa y totalizan en torno a un 90% de los volúmenes asignados del Trasvase.

El trasvase Tajo Segura sufre en los últimos años un paulatino descenso de los recursos transportados derivado de las condiciones climáticas y a los nuevos requerimientos para régimen de explotación, que aumentan los volúmenes de reserva a mantener en la cuenca cedente.

Esta situación puede poner en riesgo las explotaciones que tienen como fuente fundamental de sus recursos hídricos el trasvase del Tajo, que de por sí ya presentan déficits estructurales, con lo que es necesario reflexionar sobre las posibilidades de cubrir dichas redotaciones total o parcialmente mediante la generación de otros recursos.

1.2 Solución planteada.

Tras realizar un análisis grosero de la situación se puede concluir que es necesario generar más recursos para asegurar el suministro de agua requerido por la cuenca de forma que no se pongan en riesgo los cultivos de la zona y por tanto su actividad económica principal. Estos recursos tratarían de cubrir las reducciones de los aportes desde el trasvase Tajo Segura en caso de producirse las mismas.

En el presente proyecto se pretenden definir las obras necesarias para la construcción de una desaladora de agua de mar con capacidad entre 1.000.000 o 1.500.000 m³/d en la Región de Murcia situada en la zona de Escombreras con el fin de paliar el déficit hídrico actual y el previsiblemente peor futuro cuando se vayan reduciendo los aportes del trasvase.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el estado de la tecnología actual en el ámbito de la desalación permite que ésta sea una alternativa viable tanto en coste como en calidad de agua producida y por supuesto de una forma sostenible medioambientalmente. Respecto de las calidades de agua producida, ésta se ve afectada por los dos grupos de consumo principales, suministro a la población como agua potable y agua para riego. Debido a la irrigación de ciertos cultivos con aguas desaladas, como por ejemplo los cítricos (limón, naranja, mandarina...) uno de los requerimientos más restrictivos es la concentración de Boro, no pudiendo pasar de 1ppm según la legislación actual para consumo humano (RD 902/2018 de 20 de julio "Criterios sanitarios de la calidad del agua" que modifica el RD 140/2003 de 7 de febrero "Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano". En el caso de agua para riego, si está previsto regar cultivos sensibles al boro no se recomienda regar dichos cultivos con aguas con una concentración de boro superior a 0.5 ppm.

Medioambientalmente, las mayores problemáticas que presenta la instalación de una desaladora son la forma de evacuar la salmuera minimizando la afección al medio receptor de la misma y por otra parte la generación de la gran cantidad de energía requerida para producir la desalación de agua de mar.

Con todo lo anterior la solución planteada es la realización de un estudio de alternativas técnicas de sirvan de base para el diseño de una Instalación Desaladora de Agua de Mar (IDAM) en la costa murciana, minimizando el impacto medioambiental, minimizando el consumo energético, asegurando la producción requerida por los

consumidores y todo ello de una forma socialmente, económicamente y medioambientalmente sostenible.

1.3 Estado del arte y reseña histórica de la desalación mediante ósmosis inversa

1.3.1 Estado del arte de la desalación.

La desalación es un proceso de separación de sales de una disolución acuosa. Los recursos hídricos susceptibles de desalación pueden tener básicamente dos orígenes: agua de mar o agua subterránea salinizada; estas últimas pueden proceder de acuíferos costeros en contacto directo con el mar y de acuíferos aislados del mismo.

La definición de los diferentes tipos de agua dada por la Internacional Desalination Association (IDA) se encuentra en la tabla 1.1:

Agua pura	TDS < 500 mg/l
Agua de río de baja concentración	500 mg/l <TDS< 3000 mg/l
Agua salobre	3000 mg/l <TDS< 20000 mg/l
Agua marina	20000 mg/l<TDS<50000 mg/l
Salmuera	TDS > 50000 mg/l
Agua residual	Agua de procedencia urbana o industrial.

Tabla 1.1 Definición de aguas en función de su salinidad.

Dependiendo del tipo de agua, es decir, de su concentración en sales, hay tecnologías de desalación que son susceptibles de ser utilizadas o no, encontrándose así concentraciones de sales desde 35.000 mg/l en las Islas Canarias hasta 47.000 mg/l en las aguas del Golfo Pérsico. Un factor también determinante en la solución técnica a adoptar para la desalación es la temperatura del agua a ser desalada, llegando ésta a variar desde los 10°C hasta los 43°C.

1.3.2 Reseña Histórica.

Desde tiempos inmemoriales se viene utilizando la desalación como medio de obtención de agua, así lo manifiestan grabados y ciertos restos arqueológicos de las antiguas Roma y Egipto.

Científicamente, la ósmosis fue descubierta por el francés J. A. Nollet, cuyos trabajos sobre la difusión a través de membranas animales fueron publicados en 1748. Tuvieron que transcurrir más de cien años para que en 1855 A. Fick diese a conocer las leyes que regían la difusión de agua a través de membranas. Fue J. A. Van't Hoff quién

aportó a la comunidad científica las primeras teorías sobre el fenómeno de la ósmosis alrededor de 1887.

Los primeros intentos de desalar agua mediante la tecnología de ósmosis inversa fueron realizados por C. E. Reid y J. E. Breton entre 1953 y 1959 en la Universidad de Florida. Las membranas que allí desarrollaron eran capaces de rechazar un alto porcentaje de sales, pero el proyecto fue abandonado debido a que los caudales de producción obtenidos eran ínfimos respecto de la cantidad de agua aportada.

Fue en 1960 cuando se dio el primer gran avance tecnológico con el descubrimiento y optimización de las membranas semipermeables de acetato de celulosa. Este gran avance fue obra de S. Loeb y S. Sourirajan.

A partir de este momento fueron varias las Universidades, sobre todo americanas, las que continuaron las investigaciones, realizando numerosas plantas piloto, llegando en 1965 a incorporarse por primera vez en el mundo a la red de distribución de agua potable de la Ciudad de Coalinga (California) agua desalada.

Las membranas en aquellos entonces eran de fibra hueca hasta que en 1968 J. Westmoreland inventó y patentó la configuración en espiral para los módulos de membranas de ósmosis que es la configuración más comúnmente extendida y estandarizada hasta nuestros días.

En 1971 H. H. Hoehn y J. E. Richter patentaron la membrana de fibra hueca, pero esta fue fabricada con una poliamida aromática en lugar de acetato de celulosa.

En 1981 tuvo lugar otro gran acontecimiento, optimizándose la tecnología mediante la técnica de policondensación interfacial de las membranas compuestas de capa fina, totalmente fabricadas con poliamida aromática.

Desde entonces hasta hoy el 99% de la fabricación de membranas a nivel mundial se rige por estos dos principios desarrollados años antes: membranas de poliamida aromática y con configuración en espiral.

Por supuesto que las membranas han sufrido constantes innovaciones, modificaciones, mejoras y desarrollos. Algunos de ellos encaminados a aumentar el área activa en cada módulo de desalación, llegando a incrementarse el área activa hasta los 400 e incluso 440 pies cuadrados por módulo.

Otro camino de innovación seguido por los fabricantes es el dotar a las membranas de características antiensuciamiento. Dopando la superficie de las membranas con determinados compuestos que le confieran una carga eléctrica determinada que retrase o minimice la deposición de materia orgánica sobre la superficie de la membrana.

El último gran grupo de caminos de investigación es el que intenta minimizar la presión a aportar para que las membranas permeen, aumentar la calidad del agua

desalada, es decir, aumentar el rechazo de sales y por supuesto optimizar económicamente la fabricación de las membranas.

Todos estos avances son los que han dado lugar a que hoy en día ninguna otra tecnología de desalación que no sea la ósmosis inversa se plantee como alternativa para una planta moderna, excepto en contadas ocasiones en las que los requerimientos de los fluidos a los cuales es necesario eliminarle las sales no permitan el uso de membranas de configuración en espiral y de poliamida aromática.

1.4 Diferentes tecnologías de desalación.

Son muchas las diferentes tecnologías desarrolladas industrialmente para desalar pero entre ellas destacan las indicadas en la tabla 1.2:

Energía aplicada	Operación de separación	Tecnología
Térmica	evaporación	Destilación Flash (MSF)
		Destilación multiefecto (MED)
		Termocompresión de vapor
		Destilación solar
Mecánica	Filtración y evaporación	Destilación por membranas
	Evaporación	Compresión mecánica de vapor
	Filtración	Ósmosis Inversa
Eléctrica	Filtración selectiva	Electrodialisis (ED)
Química	Filtración	Ósmosis Directa (FO)

Tabla 1.2 Principales tecnologías de desalación.

La estimación de uso de las anteriores tecnologías a día de hoy, tanto a nivel mundial como en España, es la mostrada en las figuras 1.1 y 1.2:

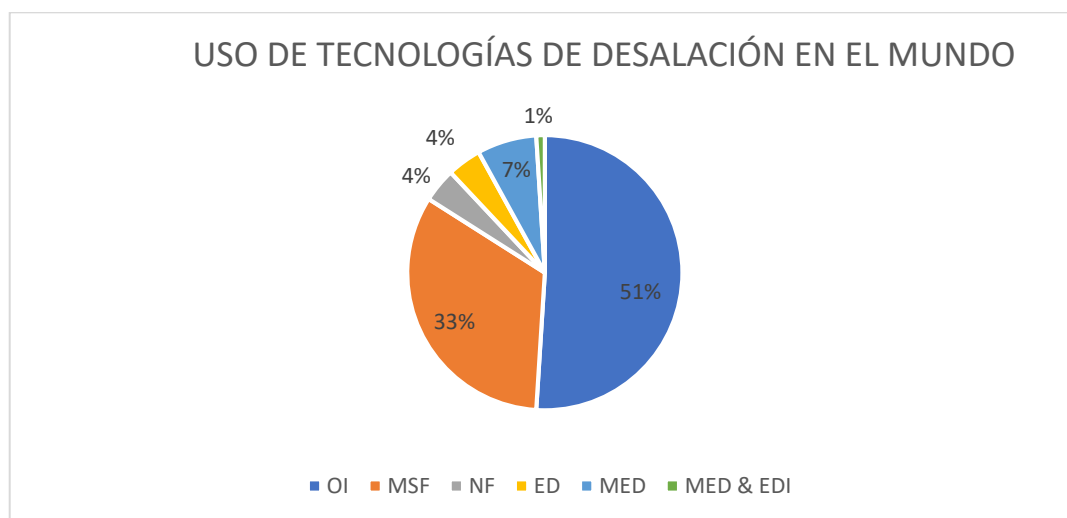


Figura 1.1. Uso de las tecnologías de desalación en el mundo.

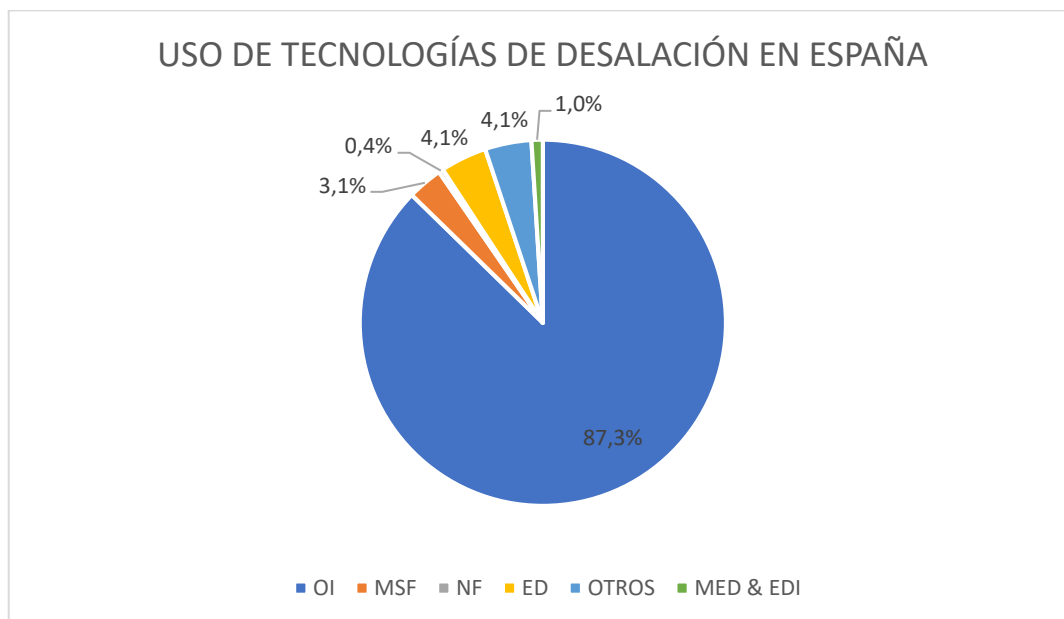


Figura 1.2. Uso de las tecnologías de desalación en España.

De todas ellas solamente las tecnologías de destilación y las de ósmosis inversa son técnicamente válidas para desalar agua de mar debido a las limitaciones técnicas del resto de tecnologías. En la tabla 1.3 se indica el rango de salinidad en el cual puede trabajar cada una d las principales tecnologías mencionadas.

Tecnología	Rango de Salinidad (mg/l)
MSF	20.000-100.000
OI	50.000-200
NF	2.500-500
ED	200-3.000
MED & EDI	<200

Tabla 1.3 Rango de Salinidades para cada tecnología.

Las tecnologías térmicas de desalación (MSF Y MED) eran las que mayor capacidad de producción instalada tenían hasta hace pocos años. Su tecnología se basa en evaporar agua de mar para posteriormente condensarla y obtener así agua dulce. En ellas, la evaporación se produce gracias al calentamiento del agua de mar a través de una fuente de calor externa, generalmente una central de generación de energía la cual normalmente tiene un excedente de calor en forma de vapor. Son tecnologías adecuadas para desalar aguas con un alto contenido en sales, son muy robustas en construcción y operación y una de sus mayores ventajas es que se pueden ligar fácilmente a plantas de

cogeneración de energía. Su mayor inconveniente es el consumo específico de energía que suponen, llegando a alcanzar valores de hasta 20 kWh/m³.

Es por esto que históricamente estas tecnologías han sido instaladas principalmente en aquellos países con grandes fuentes de calor barato como por ejemplo los países del Golfo Pérsico donde el petróleo y el gas natural son abundantes. En cambio, en países en los que la producción de energía en forma de calor es cara su instalación ha sido mucho inferior históricamente. En la actualidad tanto a nivel mundial como a nivel España, la tendencia es ir aumentando el número de instalaciones de desalación basadas en la tecnología de ósmosis inversa en detrimento del resto de tecnologías, más en desuso e incluso algunas de ellas en completa obsolescencia.

En la figura 1.3 se puede observar la evolución anual de la capacidad instalada mundial de desalación tanto mediante la aplicación de tecnologías de membranas como térmicas. En ella se observa que desde el año 2000 la capacidad mundial de desalación mediante tecnología de membranas superó a las de tecnologías térmicas, siguiendo así hasta hoy en día. En la gráfica también se puede observar los dos periodos por los que ha pasado la desalación a nivel industrial. El primero comprendido entre principios de los años 70 y el año 1995 en el que se observa un crecimiento moderado de la capacidad mundial instalada. El segundo periodo comprende desde el año 1995 hasta nuestros días y en éste se observe un crecimiento realmente exponencial en la capacidad mundial instalada para ambas tecnologías.

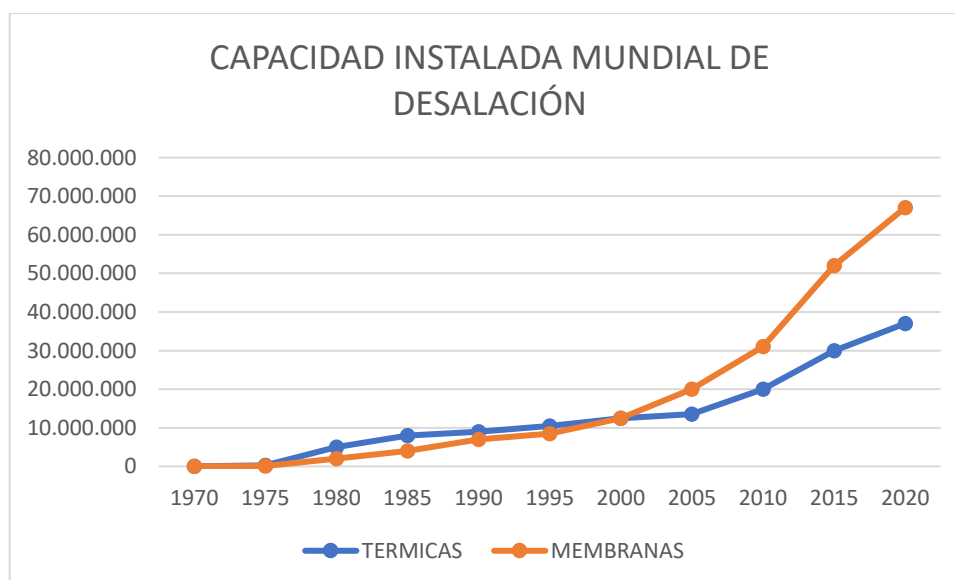


Figura 1.3. Capacidad instalada mundial de desalación.

Este incremento exponencial en la producción de ambas tecnologías ha venido íntimamente ligada al diseño y construcción de IDAM's cada vez más grandes para intentar

optimizar los costes de inversión y minimizar los costes de operación y mantenimiento de las mismas.

El hecho de que la destilación exija estar acoplada a una central térmica que genere el calor necesario para destilar el agua, ha conducido a una situación de desequilibrio en la oferta de energía eléctrica y de demanda de la misma, habiendo una sobrecapacidad en la potencia instalada frente a la demanda. Esto conduce a que las plantas desaladoras de destilación no puedan ponerse al 100% de producción cuando la potencia de la turbina baja de determinado tanto por ciento.

La solución la proporciona las plantas de ósmosis inversa. Por una parte, producen agua a menores costos y por otra al ser consumidoras de energía eléctrica equilibran la oferta y la demanda, mejorando el factor de producción de las centrales ya existentes.

Como se ha comentado anteriormente, las plantas desaladoras mediante Ósmosis Inversa tienen un menor coste energético, para llegar a esto fue de vital importancia la incorporación de los recuperadores de energía en los circuitos de alta presión. Inicialmente se comenzó a instalar turbinas Francis, pasando muy pronto a turbinas Pelton, pero el gran salto cuantitativo real en cuanto a disminución de costes energéticos de producción se dio gracias a la invención de los recuperadores de energía del tipo cámaras isobáricas, los cuales han ido sustituyendo a las turbinas Pelton en cuanto a diseño y construcción de nuevas plantas. En muchos casos estas nuevas tecnologías aparecidas en el mercado en los primeros años del nuevo siglo han permitido la actualización y optimización de instalaciones existentes haciendo un retrofit de las mismas, prolongando de esta forma su vida útil de una forma mucho más eficiente que cuando fueron concebidas. En la tabla 1.4 se muestra de forma cuantitativa los rangos de consumo específico de energía asociados a cada una de las dos tecnologías, incluyendo en el caso de la ósmosis inversa la opción de turbina Pelton o cámaras isobáricas.

Tecnología	Rango de Consumo específico kWh/m³
MSF	12,7-15
OI + Turbina Pelton	4,5-7
OI + Cámaras Isobáricas	2,5-4,5

Tabla 1.4 Rango de consumos específicos.

En cuanto a posibles cambios tecnológicos a futuro que puedan abaratar la producción de agua se prevé que se mejoren sistemas de recuperación de energía mediante las Cámaras de intercambio de presión (nos encontramos en el mercado diversos modelos que permiten reducir el consumo de energía hasta valores de 2.5 kWh/m³ referidos a Ósmosis).

También alguna mejora en las membranas permite la reducción de la presión de alimentación y finalmente mejoras en el pretratamiento del agua bruta que permita abaratar los costes de explotación.

Mencionar que los nuevos procesos que supongan una revolución en el campo de la desalación pasan por procesos biológicos (dado que son los más eficientes) como sucede en muchos otros ámbitos, pero a día de hoy estos procesos de bio-ingiería no son viables y se prevé una aplicación a largo plazo, sin embargo, todo apunta a que el desarrollo de otras tecnologías pasa por este tipo de procesos.

Por último, mencionar que en la tabla 1.5 se muestran ratios de costes de instalación y operación de plantas desaladoras con las principales tecnologías mencionadas anteriormente nivel mundial:

Tecnología	Coste Instalación (€/m³/día)	Coste operación (Cént. €/m³/día)
MSF	1.200-1.500	110-125
OI	700-900	45-92

Tabla 1.5 Rango de costes.

1.5 Diferentes tecnologías de separación sólido-líquido

Existen diferentes tecnologías de filtración las cuales pueden ser categorizadas dentro del marco de tamaño de partículas que son capaces de retener. La filtración de aguas cargadas en sólidos suspendidos mediante el uso de un lecho filtrante se realiza con el flujo de agua a filtrar en dirección perpendicular a la superficie del lecho filtrante. Todo el líquido a ser filtrado pasará a través del lecho filtrante. Ejemplos de estos filtros son los filtros de cartuchos, filtros de arena, filtros de anillas, filtros de cesta o filtros multimedia entre otros.

Para la eliminación de pequeñas partículas que un filtro convencional es incapaz de retener, o sales disueltas, el tipo de filtración a utilizar es la denominada de flujo cruzado (Crossflow) a través de una membrana. La filtración cruzada a través de una membrana usa la presión de una determinada corriente que fluye en paralelo a la superficie de la membrana. Una pequeña porción de dicha corriente pasa a través de la membrana, dejando atrás todas las partículas rechazadas formando lo que se llama corriente de concentrado. Al haber un flujo continuo en paralelo a la superficie de la membrana, las partículas retenidas no se acumulan en la superficie de la membrana, sino que al contrario, éstas son arrastradas por la corriente de concentrado. Es decir, con esta tecnología una sola corriente de alimentación se convierte en dos corrientes diferentes, por un lado, la corriente de agua que logra permear a través de la membrana y pasa a la corriente de

permeado y por otro lado está la corriente de concentrado que contiene y arrastra con ella la suciedad acumulada en la superficie de la membrana.

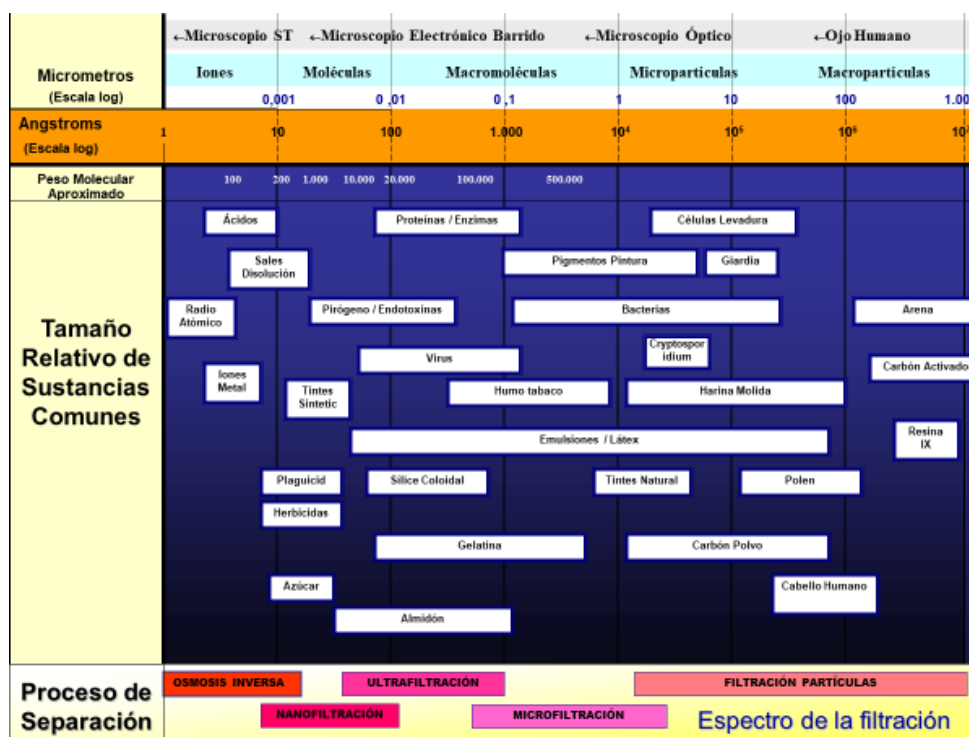


Figura 1.4. Espectro de filtración de las diferentes tecnologías.

Dentro de este tipo de tecnología de flujo cruzado hay cuatro (4) grandes grupos: Microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa.

- **Microfiltración:** Retiene partículas de un rango entre 0.1 y 1micra. En general se trata de partículas en suspensión y coloides de gran tamaño. Macromoléculas y solidos disueltos (sales) pasan a través de la membrana de microfiltración
- **Ultrafiltración:** Proporciona un rango de separación d partículas de un tamaño bastante menor, de 20 a 1000 Angstrom (0.1 micron). Todas las sales disueltas y también pequeñas moléculas orgánicas son capaces de atravesar la membrana de ultrafiltración. Dentro de los compuestos que es capaz de eliminar se encuentran coloides, proteínas, contaminantes microbiológicos y moléculas orgánicas de gran tamaño.
- **Nanofiltración:** Su nombre se lo debe a que esta tipología de membranas es capaz de retener partículas del tamaño de un (1) nanómetro (10 Angstroms). Según esto, la nanofiltración es una tecnología cuyo rango de aplicación está a caballo entre la ultrafiltración y la ósmosis inversa. Con esta tecnología se es capaz de eliminar de la corriente de alimentación moléculas orgánicas de pesos moleculares superiores a 200-400. También están dentro de este rango de tamaño sales disueltas,

principalmente aniones y cationes divalentes, teniendo unos porcentajes de eliminación de entre el 90-98%. Una aplicación típica de la nanofiltración es la eliminación de color y carbono orgánico total (COT) de aguas continentales, reducción de la dureza del agua y eliminación del radio de agua de pozos.

- **Ósmosis Inversa:** Este es el nivel de separación sólido líquido más fino de que se dispone tecnológicamente hablando. Las membranas de ósmosis actúan como barrera a todas las sales disueltas, moléculas inorgánicas, así como a moléculas orgánicas de peso molecular mayor de 100. Por el contrario, las moléculas de agua pasan libremente a través de estas membranas, generando así una corriente de agua de elevada pureza. El rechazo de sales típico de las membranas de ósmosis se encuentra entre el 95% y el 99%.

Las aplicaciones de las membranas de ósmosis son muy numerosas y variadas y entre ellas destacan la producción de agua para consumo humano, para riego, para fabricación de productos alimenticios, para uso tecnológico en fábricas de componentes electrónicos, separación biomedicina y procesos industriales en general. En la figura 1.4 se muestra el rango de trabajo de cada una de las tecnologías de membranas mencionadas anteriormente.

1.6 Principios de la ósmosis inversa

La ósmosis es un proceso natural que ocurre en plantas y animales. Imaginemos un recipiente con dos zonas en las que existan dos soluciones con los mismos solutos, pero a concentraciones diferentes. Cuando estas soluciones se ponen en contacto ocurre el fenómeno denominado difusión que tiende a igualar la concentración de ambas soluciones. Si estas dos mismas soluciones ahora se separan con una membrana semipermeable, que solo permita el paso del disolvente, en este caso el agua, impidiendo que el soluto cruce la membrana, el agua se difundiría del compartimento de menor concentración de soluto hacia el de mayor concentración para, al igual que en el caso anterior tender a igualar la concentración de las mismas. La difusión del agua se pararía cuando la presión generada por el aumento de nivel de solución en el compartimento que inicialmente estaba más concentrado en sales contrarrestase la que tiende a hacer que el agua se difunda a través de la membrana. A este fenómeno se le denomina ósmosis.

De forma esquemática se puede decir que cuando dos soluciones con diferentes concentraciones se unen a través de una membrana semipermeable, como una ley fundamental de la naturaleza, existe una circulación natural de agua de la solución menos concentrada hacia la más concentrada para igualar las concentraciones finales. Si esta experiencia la hiciéramos en un piezómetro introduciendo una misma cantidad de solución en ambos lados de la membrana semipermeable, de forma que la altura de líquido sea en

ambos lados igual, transcurrido un tiempo se observaría que el nivel de disolución ha bajado en la cámara menos concentrada y ha subido en la más concentrada. La diferencia de altura obtenida entre ambas disoluciones en el piezómetro se traduce en una diferencia de presión, llamada presión osmótica.

Si se considera el mismo sistema anterior, pero en el compartimento de mayor concentración de sales se aplica una presión superior a la presión osmótica (diferencia de alturas de ambas soluciones) se observaría que el fenómeno de difusión ocurriría en sentido inverso, es decir, el disolvente (agua) cruzaría la membrana semipermeable desde el compartimento más concentrado hasta el menos concentrado, provocando un incremento aún mayor de concentración de soluto en éste último. A este fenómeno se le denomina ósmosis inversa.

Según lo anterior, si por el contrario se aplica una presión externa que sea mayor a la presión osmótica de una disolución respecto de otra, el proceso se puede invertir, haciendo circular agua de la disolución más concentrada y purificando la zona con menor concentración, obteniendo finalmente un agua de pureza admisible, aunque no comparable a la de procesos de destilación.

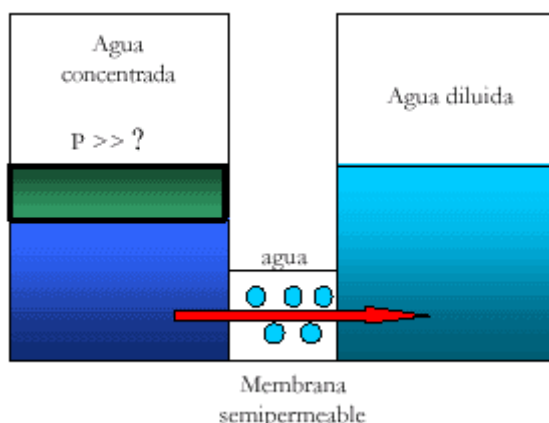


Figura 1.5. Representación de la ósmosis.

Desde el punto de vista industrial, el proceso se desarrolla utilizando una bomba que envía la solución a tratar hacia una membrana semipermeable manteniendo permanentemente una elevada presión en uno de sus lados, con lo que una parte del disolvente y una cantidad muy pequeña de soluto atraviesan la membrana. Tanto la solución que atraviesa la membrana como la que es rechazada por esta se evacúan en continuo de ambos compartimentos de la membrana. Mediante la instalación de una válvula de regulación situada en la tubería de rechazo o concentrado se controla el porcentaje de solución que se convierte en producto.

En la práctica, la ósmosis inversa es aplicada como tecnología de filtración de flujo cruzado (crossflow), cuyo proceso se representa en la figura 1.6:

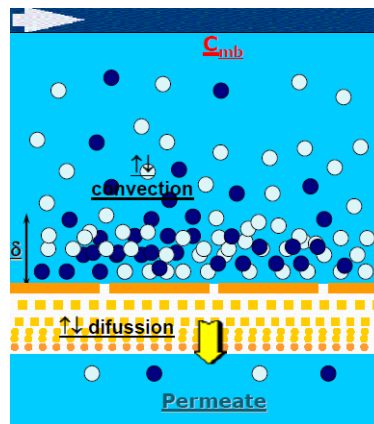


Figura 1.6. Representación gráfica del Crossflow.

Mediante el uso de una bomba de alta presión, el agua de alimentación es bombeada de forma continua hacia la membrana. En ella el agua se divide en dos corrientes, una de baja salinidad o producto purificado llamada permeado y otra de alta salinidad llamada concentrado o rechazo. La instalación de una válvula denominada válvula de rechazo se puede controlar el porcentaje de agua de alimentación que se pasa a la corriente de permeado y cual no.

1.6.1 Definiciones y nomenclatura

Llegados a este punto es necesario introducir ciertos términos de uso común en los sistemas de Ósmosis Inversa. Si se representa el proceso industrial de desalación mediante ósmosis inversa en un esquema, sobre el se establece un balance de masas y energía, el resultado es el mostrado en la figura 1.7:

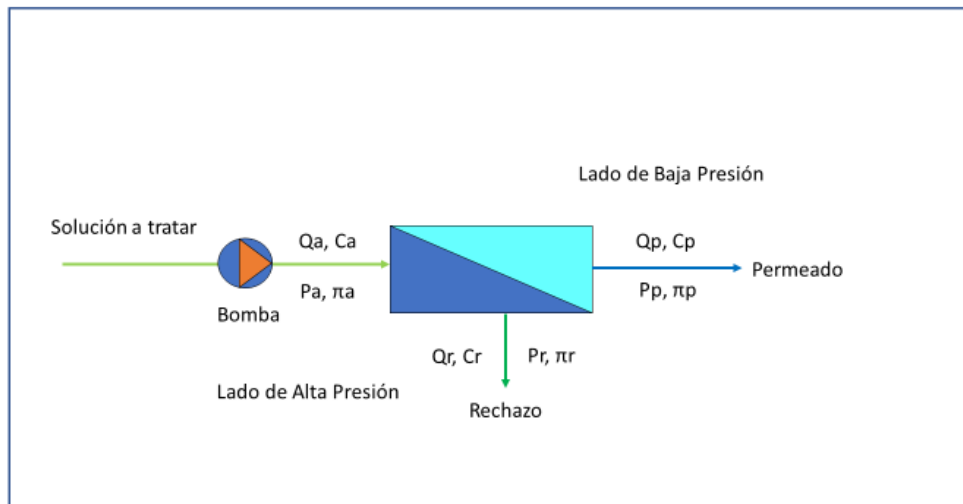


Figura 1.7. Nomenclatura de flujos de ósmosis inversa.

En base al anterior esquema se van a establecer las siguientes definiciones y relaciones:

- **Aporte:** Es la solución que llega a las membranas de ósmosis inversa. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

Caudal: Q_a

Concentración: C_a

Presión Hidráulica: P_a

Presión Osmótica π_a

Como se puede observar en la figura el aporte a la membrana está en el lado de alta presión y para ello, previamente ha sido bombeada.

- **Permeado:** Es la solución que se obtiene al otro lado de la membrana, después de atravesarla. También se le suele llamar producto. La nomenclatura utilizada es:

- *Caudal: Q_p*

- *Concentración: C_p*

- *Presión Hidráulica: P_p*

- *Presión Osmótica π_p*

El permeado se consigue una vez el agua de aporte ha logrado permear a través de la membrana, de ahí que se encuentre en el lado de baja presión.

- **Rechazo:** Es la solución más concentrada que el aporte, que no puede atravesar la membrana. También se le suele llamar concentrado o salmuera.

- *Caudal: Q_r*

- *Concentración: Cr*
- *Presión Hidráulica: Pr*
- *Presión Osmótica πr*

Este es el caudal alimentado que no ha logrado permear a través de la membrana, de ahí que también se encuentre en el lado de alta presión.

- **Conversión y Porcentaje de Recuperación:** Es el cociente entre el caudal de permeado y el caudal de aporte que llega a las membranas. En otras palabras, es el agua de alimentación al sistema de membranas que es capaz de pasar a la corriente de permeado, expresada en porcentaje. Cuando el cociente es expresado en tanto por uno, este es llamado Conversión y cuando este es expresado en tanto por ciento se le conoce como Porcentaje de Recuperación.

$$\text{Porcentaje de Recuperación } Y = 100 \times \frac{\text{Caudal de permeado}}{\text{Caudal de aporte}} = 100 \times \frac{Q_p}{Q_a} \quad (1.1)$$

$$\text{Conversión } y = \frac{\text{Caudal de permeado}}{\text{Caudal de aporte}} = \frac{Q_p}{Q_a} \quad (1.2)$$

El diseño de un sistema de Ósmosis Inversa está basado en una determinada calidad de agua de alimentación, y una conversión definida la cual se puede ajustar mediante el uso de las válvulas de regulación de rechazo mencionadas en el párrafo anterior. La conversión siempre se ajusta al máximo que el sistema permite, pero evitando que se produzcan precipitaciones de sales super saturadas en la superficie de la membrana.

- **Coeficiente de permeabilidad:** Es el volumen de solvente (agua) que atraviesa la membrana por unidad de superficie, unidad de tiempo y unidad de presión a temperatura y salinidad determinadas y constantes. Suele medirse en $\text{m}^3/\text{m}^2\text{día.bar}$. Se representa por A
- **Porcentaje de rechazo de sales o rechazo de sales:** Es el cociente, expresado en tanto por ciento, o en tanto por uno, respectivamente, entre la concentración de

la solución de aporte menos la del permeado y la concentración de la solución de aporte.

$$R = 100x \frac{Ca - Cp}{Ca} \quad (1.3)$$

$$r = \frac{Ca - Cp}{Ca} = 1 - \frac{Cp}{Ca} \quad (1.4)$$

De donde se deduce que:

$$Cp = (1 - r)Ca \quad (1.5)$$

- **Porcentaje de paso de sales y paso de sales:** Es el cociente, en tanto por ciento, o en tanto por uno, respectivamente, entre la concentración de sales en el permeado y en la solución de aporte.

$$Ps = 100x \frac{Cp}{Ca} \quad (1.6)$$

El paso de sales por tanto es

$$Ps = 100x \frac{Cp}{Ca} \quad (1.7)$$

Sustituyendo en la ecuación (1.4)

$$r = 1 - p \quad (1.8)$$

Con lo que la ecuación (1.5) quedaría:

$$C_p = p \cdot C_a \quad (1.9)$$

- **Factor de Concentración:** Es el número de veces que se concentran las sales en el rechazo de la ósmosis inversa. Su valor es igual al cociente entre las concentraciones de sales en el rechazo y en la solución de aporte.

$$F_c = \frac{C_r}{C_a} \quad (1.10)$$

1.7 Relaciones entre los distintos parámetros que intervienen en la ósmosis

Considerando constante la densidad de las distintas soluciones, a partir de la figura 1.7 se pueden establecer las siguientes relaciones:

$$\text{Conservación del Solvente: } Q_a = Q_p + Q_r \quad (1.11)$$

$$\text{Conservación del Solute: } Q_a \cdot C_a = Q_p \cdot C_p + Q_r \cdot C_r \quad (1.12)$$

de la ecuación (1.2) se deduce que:

$$Q_p = y \cdot Q_a \quad (1.13)$$

Partiendo de las ecuaciones (1.5) y (1.13), sustituyendo valores en las ecuaciones (1.11) y (1.12), se obtiene:

$$Qr = (1 - y)Qa \quad (1.14)$$

$$Cr = \frac{1-(1-r)y}{1-y} xCa \quad (1.15)$$

Sustituyendo (1.15) en (1.10) se obtendría:

$$Fc = \frac{1-(1-r)y}{1-y} \quad (1.16)$$

1.8 Factores que afectan al funcionamiento de las membranas de ósmosis inversa

El flujo de permeado y el rechazo de sales son los parámetros clave en el funcionamiento de una instalación de ósmosis inversa. Bajo ciertas condiciones, el flujo y el rechazo de sales son propiedades intrínsecas del funcionamiento de las membranas. El flujo y el rechazo de sales de una membrana se ven influenciados principalmente por los siguientes parámetros:

- Presión.
- Temperatura.
- Conversión.
- Concentración de sales de alimentación.

A continuación, se van a presentar una serie de gráficas en las que se observa el impacto de cada uno de dichos parámetros cuando los otros tres permanecen constantes. En la práctica, normalmente hay una superposición de varios de estos efectos dificultando así la deducción de los posibles problemas a los que se está enfrentando el sistema de ósmosis y por el cual varían sus condiciones de funcionamiento normal. Es importante mencionar que las funciones:

- **Presión:** el incremento de la presión de alimentación provoca un aumento del flujo de solvente de forma casi lineal, así como un aumento del rechazo de sales que tiende a un límite cuando el flujo es elevado.

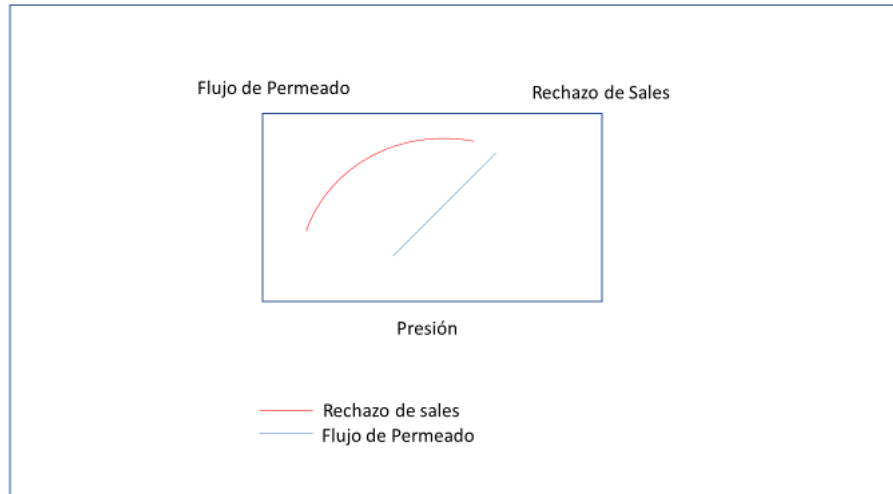


Figura 1.8. Capacidad instalada mundial de desalación.

- **Temperatura:** El incremento de temperatura provoca un incremento en el paso de sales, es decir, un descenso en el rechazo de soluto, debido al aumento de la solubilidad del soluto en la membrana y al hinchamiento de la misma. También un incremento de flujo de permeado debido al descenso de su viscosidad y al aumento de la velocidad de difusión a través de la membrana.

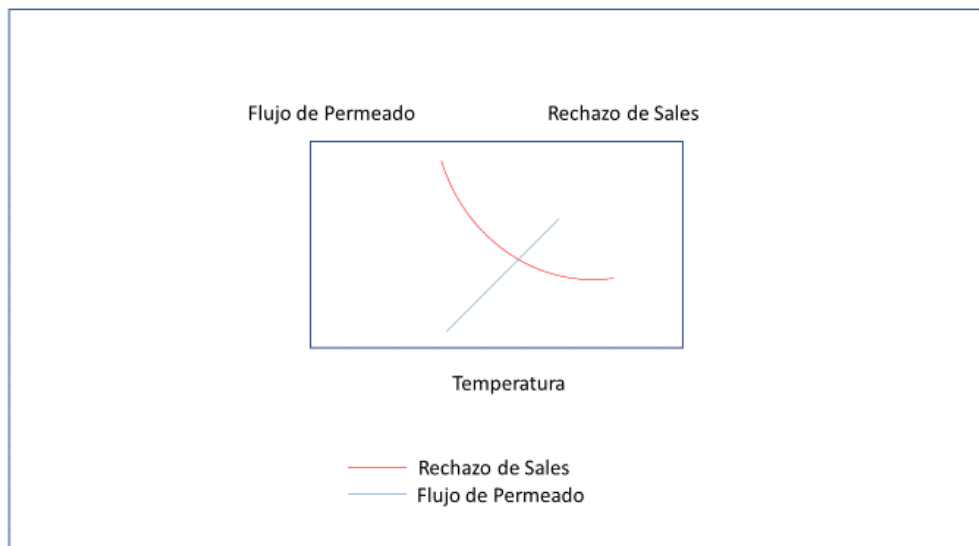


Figura 1.9. Flujo de permeado y rechazo de sales frente a temperatura.

- **Conversión:** La conversión del sistema es la ratio entre el flujo de permeado y el flujo de alimentación. Si se incrementa la conversión, el flujo de permeado decrecerá y de hecho llegará un punto en el que dejará de producirse permeado si la concentración de sales alcanza un valor en el que la presión osmótica del

concentrado o rechazo es tan alta como la presión de alimentación. Respecto del rechazo de sales, este decrecerá cuando se incrementa la conversión, es decir, la calidad del agua será peor.

-



Figura 1.10. Flujo de permeado y rechazo de sales frente a conversión.

- **Concentración de Solución de aporte:** A medida que la concentración de la solución de aporte aumenta, el flujo de solvente disminuye ya que aumenta la presión osmótica de la solución. El rechazo de sales disminuye igualmente debido al descenso del flujo de solvente.

-

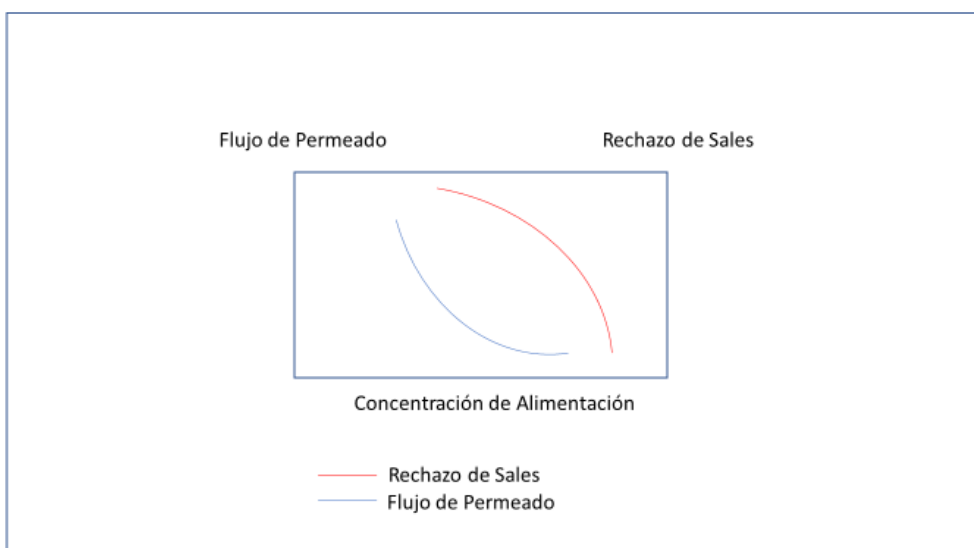


Figura 1.11. Flujo de permeado y rechado de sales frente a Salinidad de alimentación.

- **Aumento del pH de la solución de aporte:** El flujo de solvente varía muy poco con el pH de la solución de aporte. El rechazo de soluto por el contrario es máximo a un pH próximo a 8.5.

-

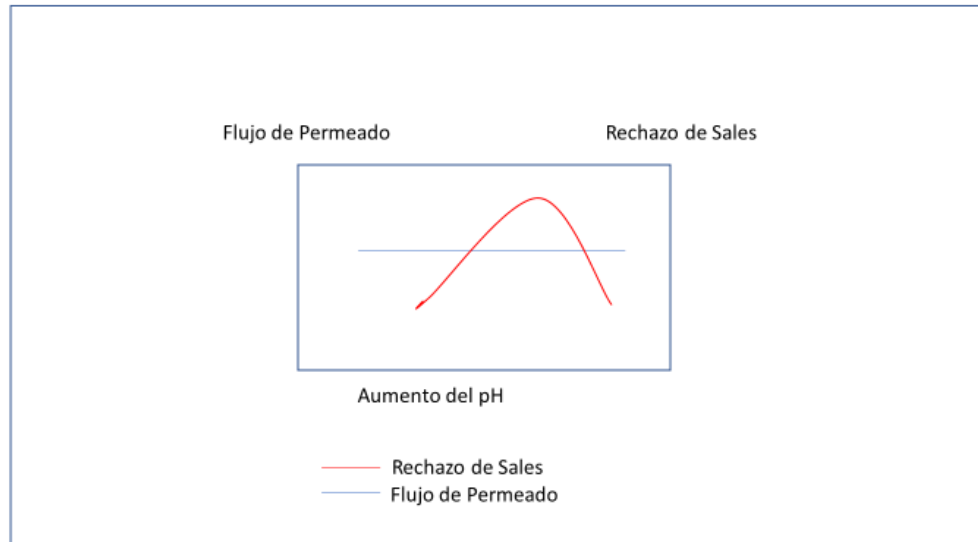


Figura 1.12. Flujo de permeado y rechazo de sales frente a pH.

1.9 Modelo matemático que rige la ósmosis inversa

Para explicar el fenómeno de la ósmosis inversa en las membranas semipermeables, el modelo utilizado habitualmente es el de la Solución-difusión. Según dicho modelo, cada componente de la solución a osmotizar se disuelve en la membrana según las leyes de distribución y equilibrio, difundiéndose a continuación a su través debido a las diferencias de concentración y de presión existentes a ambos lados de la membrana.

La difusión del agua y de las moléculas polares a través de la membrana sería el resultado de un mecanismo de formación y destrucción de puentes de hidrógeno entre el agua o las moléculas polares por una parte y los grupos hidrófilos de la membrana por otra, por la acción de un gradiente de energía libre, también llamado potencial químico, producido por la diferencia de presión.

Este modelo se simplifica habitualmente diciendo que el soluto (sales) es mayoritariamente rechazado por la membrana mientras que el solvente puede atravesarla.

1.10 Ecuaciones básicas del proceso

Las fuerzas que intervienen en el paso del solvente y del soluto a través de la membrana son:

- Solvente: Gradiente de presiones.
- Solute: Gradiente de concentraciones.

- Respecto del transporte del solvente, experimentalmente se puede comprobar que el flujo de solvente es proporcional al gradiente de la presión efectiva a través de la membrana, es decir, a la diferencia entre la variación de la presión externa aplicada y la variación de la presión osmótica.

$$J_a = A(\Delta P - \Delta \pi) \quad (1.17)$$

J_a : Flujo de solvente en $\text{m}^3/\text{d}.\text{m}^2$

A : Coeficiente de permeabilidad del solvente en $\text{m}^3/\text{d}.\text{m}^2.\text{bar}$

$\Delta P = P_a - P_p$: Diferencia de presión hidráulica entre ambos lados de la membrana en bares.

$\Delta \pi = \pi_a - \pi_p$: Diferencia de presiones osmóticas entre ambos lados de la membrana en bares.

$(\Delta P - \Delta \pi)$: Gradiente de presión efectiva a través de la membrana en bares.

Respecto del transporte de soluto, el flujo del soluto a través de la membrana de ósmosis inversa viene dado por la siguiente expresión:

$$J_s = J_a \cdot C_p = B(C_m - C_p) + M \cdot J_a \cdot C_m = B \cdot \Delta C + M \cdot J_a \cdot C_m \quad (1.18)$$

Basado en las ecuaciones (1.17) y (1.18) se deducen las en las que se muestra la evolución del flujo de solvente y rechazo de sales frente a la variación de uno de los parámetros de presión, temperatura, concentración de soluto, conversión y pH de alimentación.

Coeficiente de permeabilidad al solvente:

El coeficiente de permeabilidad de la membrana al solvente depende de la presión de operación, de la temperatura, del estado de compactación de la membrana, de su factor de polarización y del grado de ensuciamiento. Su valor puede expresarse según la siguiente ecuación:

$$A = A_0 \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_e \quad (1.19)$$

A_0 : Coeficiente de permeabilidad de la membrana al solvente en las condiciones de prueba.

K_t : Coeficiente de corrección que depende de la temperatura y de la viscosidad del solvente.

K_c : Factor de compactación de la membrana.

K_e : factor de ensuciamiento de la membrana.

Polarización de la membrana:

En una membrana de ósmosis inversa, el solvente fluye en dos direcciones. Una de ellas sobre la superficie de la membrana constituyendo inicialmente la corriente de aporte y posteriormente la de rechazo. La otra, a través de la membrana, dando lugar al flujo de permeado.

A medida que el permeado atraviesa la membrana, las sales disueltas que contenía se quedan en las proximidades de su superficie. El soluto, que no puede atravesar la membrana, debe ser arrastrado por la corriente de rechazo. Ahora bien, al igual que ocurre en las paredes de un canal, la velocidad del solvente en las proximidades de la superficie de la membrana es prácticamente nula, por lo que las sales sólo pueden pasar de esta región a la corriente rápida del rechazo por difusión, dando lugar a una zona en la que la concentración de sales es mayor a la del resto de la solución. A esta zona se le llama capa límite.

Esta situación se conoce con el nombre de polarización de la membrana y al aumento de la concentración que sufre la solución en contacto con la membrana, se le llama concentración por polarización.

Las distintas sales que se difunden desde la superficie de la membrana hacia la corriente principal lo hacen a diferentes velocidades. La velocidad de difusión depende del tamaño del ion, de su carga y de su concentración. Los iones monovalentes se difunden mucho más rápidamente que los iones multivalentes.

En la figura 1.13 se explica de forma gráfica este concepto.

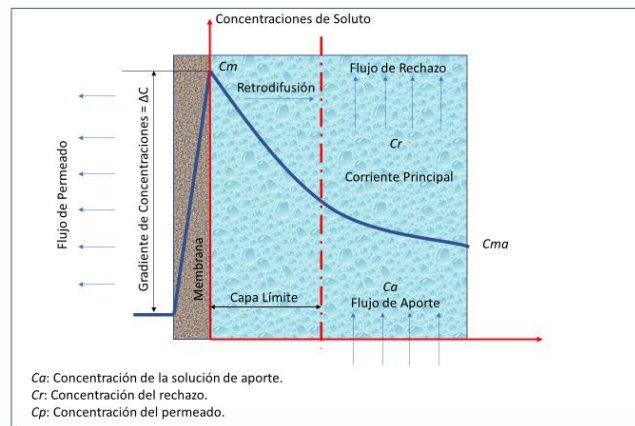


Figura 1.13. Concepto de Capa límite.

Según lo anterior, se define el factor de polarización por la expresión siguiente:

$$\beta = C_m / C_{ma} \quad (1.20)$$

Ca: Concentración de la solución de aporte.

Cr: Concentración del rechazo.

Cp: Concentración del permeado.

Cm: Concentración máxima de soluto en la superficie de la membrana.

Cma: Concentración media de la solución de aporte en la corriente principal.

De acuerdo con lo anterior, la polarización de la membrana produce los siguientes efectos:

- Reduce a presión constante, el flujo del solvente y, por tanto, el caudal de permeado ya que al aumentar la concentración en la superficie aumenta la presión osmótica disminuyendo la presión efectiva a través de la membrana.
- Aumenta el flujo de soluto a través de la membrana y la concentración del permeado al aumentar el gradiente de concentraciones.
- Aumenta el riesgo de precipitación de las sales poco solubles, así como de los coloides (materias en suspensión) sobre la superficie de la membrana.
- Por tanto, conviene limitar la concentración en la capa límite de forma que el valor β no supere el valor 1.15.
- Se ha observado experimentalmente que el factor de polarización depende de varios parámetros, entre los que se encuentran:

- Permeabilidad de la membrana.
- Tipo de flujo (laminar o turbulento).
- Disposición geométrica de las membranas.
- Porcentaje de rechazo de sales de la membrana.
- Naturaleza de las sales rechazadas.
- Morfología de la membrana.
- Etc.

Es por esto que los diferentes fabricantes de membranas invierten grandes cantidades de dinero en investigación para actuar sobre estos factores e intentar reducir el valor de β al máximo.

1.11 Membranas de ósmosis inversa

Desde su invención hasta hoy en día las membranas de ósmosis inversa han permanecido en constante evolución, siempre con el fin de maximizar la producción, minimizar el consumo específico para ello e intentando minimizar la afección negativa de diferentes factores externos sobre la membrana como puede ser el ensuciamiento de la misma.

Es obvio que, a lo largo de estos años, la tecnología ha ido cambiando así como la forma de fabricación de las mismas, su composición química y también la forma de presentarlas al mercado por los diferentes fabricantes.

Con todo ello, las membranas históricamente se pueden clasificar de acuerdo a la tabla 1.6:

Parámetros	Tipos
ESTRUCTURA	Simétricas, asimétricas
NATURALEZA	Integrales Compuestas de capa fina
FORMA	Planas Tubulares Fibra hueva
COMPOSICIÓN QUÍMICA	Orgánicas Inorgánicas
CARGA SUPERFICIAL	Neutras Catiónicas Aniónicas
MORFOLOGÍA DE LA SUPERFICIE	Lisas Rugosas
PRESIÓN DE TRABAJO	Muy baja, baja, media, alta

Tabla 1.6. Clasificación de membranas.

Estructura: Si se realiza un corte transversal de una membrana de ósmosis y se observa al microscopio electrónico se observa que las membranas homogéneas tienen una misma densidad de las moléculas que componen a la misma en todo su espesor, en cambio las membranas asimétricas tienen una mayor densidad en la parte exterior, la que está en contacto con la solución salina de aporte. El resto de espesor de la membrana es simplemente para dar soporte a la misma y su densidad es mucho menor que la de la denominada capa activa.

Naturaleza: Los diferentes fabricantes, tras observar que lo que realmente producía el fenómeno de la ósmosis inversa es la finísima y densa capa activa optaron por fabricar las membranas de forma asimétrica pero además incluyendo un lecho poroso el cual sirve de soporte para la capa activa, este lecho poroso se ha ido desarrollando a lo largo de los años para que cumpla su función como soporte para la membrana y a su vez produzca la menor pérdida de carga posible al paso del agua. Actualmente estas capas soporte están compuestas a su vez de dos finísimas capas de materiales diferentes, poliéster y polisulfona, depositando en el proceso de fabricación la capa activa sobre ésta última.

Las membranas de capa fina son obviamente la evolución tecnológica de las integrales y sus principales ventajas son:

- Pueden desarrollarse y optimizarse de forma independiente cada capa, tanto la activa como la soporte.
- Se puede variar el espesor de la capa activa adecuándolo a las necesidades de la aplicación,
- Puede alterarse la porosidad de la capa activa, y por tanto, su porcentaje de rechazo de sales, flujo de permeado y otras características.

La combinación de los diferentes parámetros que se pueden alterar en la fabricación son los que dan lugar a las diferentes familias de membranas que hoy en día se conocen en el mercado.

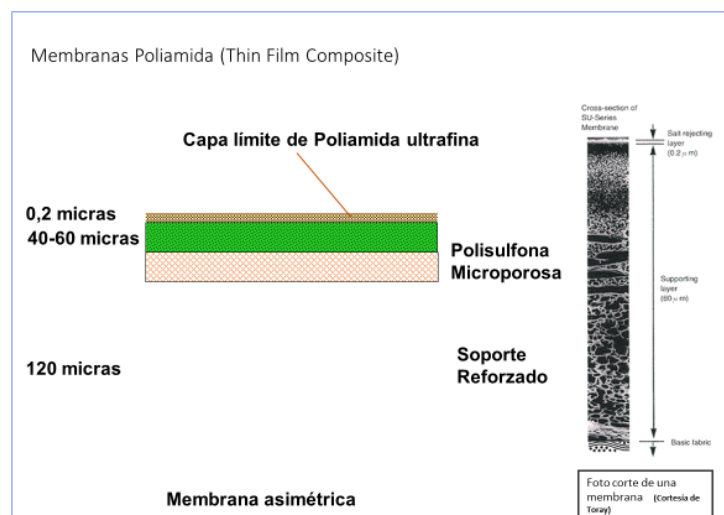


Figura 1.14. Estructura interna de membrana de ósmosis inversa.

Forma: En cuanto a la forma, hoy en día el 99% de las membranas fabricadas a nivel mundial son planas de arrollamiento en espiral ya que es el método estandarizado para todos los fabricantes de forma que los diseños de tubos de presión que contienen a las membranas y bastidores que contienen a los tubos de presión son estándar, independientemente del fabricante de las membranas.

Composición química: Pese a que las primeras membranas fabricadas fueron de acetato de celulosa, el 99% de las membranas fabricadas hoy en día son de naturaleza orgánica, más concretamente de poliamida aromática. Las pocas unidades inorgánicas que se fabrican son para aplicaciones especiales en industria química donde se han de separar ciertas sales en condiciones extremas de pH y potencial redox, aplicaciones que con membranas convencionales de naturaleza orgánica no se podrían acometer. Tal y como se ha comentado anteriormente la composición típica de las membranas orgánicas a día de hoy es poliamida aromática y sus principales ventajas e inconvenientes son las siguientes:

Ventajas	Inconvenientes
- Alto porcentaje de rechazo de sales - Ausencia de hidrólisis - No biodegradabilidad - Alta estabilidad química - Constancia del paso de sales - Presiones de trabajo reducidas	- Sensibilidad frente a los oxidantes. - Fácil ensuciamiento y aparición de desarrollos biológicos. - Alto costo.

Tabla 1.7. Ventajas e inconvenientes de membranas de poliamida aromática.

Carga Superficial y Morfología de la superficie: Estas son características intrínsecas al modo de fabricación y a la naturaleza del material de fabricación y sus posibles compuestos dopantes que modifican en ciertos parámetros el comportamiento de la membrana ante situaciones, por ejemplo, de suciedad por mala calidad del agua o incrustaciones por mala adecuación del agua a las condiciones de uso en RO. Este es uno de los puntos clave en la fabricación de membranas de ósmosis inversa, aquí radica realmente gran parte del know how de los diferentes fabricantes.

Presión de trabajo: En cuanto a la presión de trabajo, en función de la aplicación las membranas varían desde muy baja presión a alta presión. En función del rango de salinidad esperable en el agua de alimentación, suciedad máxima de las membranas y tasa de reposición anual de las mismas.

1.12 Membrana de arrollamiento en espiral

La forma comercial más extendida de encontrar las membranas de ósmosis inversa es en elementos o módulos de arrollamiento en espiral. Estos están hechos de hojas individuales de membrana, compuestas por las tres capas de que se habló anteriormente (Capa activa de poliamida aromática, la capa soporte de polisulfona y la capa de refuerzo de poliéster). Las medidas comercialmente extendidas son de 4 y 8 pulgadas de diámetro, y un metro de longitud. Cada elemento contiene entre 40 y 44 hojas de membrana.

Las hojas de membrana son dispuestas y ensambladas en forma de pares, unidas mediante pegamentos especiales por tres de los cuatro lados que conforman el perímetro del sobre de forma cuadrada de cada uno de los pares de membranas. Interiormente, en el sobre se dispone una hoja de plástico altamente poroso y especialmente diseñado para evacuar el agua permeada a través de las membranas dentro del sobre. A esta hoja se le denomina espaciador de permeado. Y su única función es dejar un hueco entre ambas membranas a través del cual el agua permeada sea capaz de fluir y dirigirse hacia el colector de recogida de permeado donde se pegan todos los extremos abiertos de los sobres que conforman el módulo. Como se ha comentado, tres de las cuatro caras del sobre de membranas se pegan, sellando así la entrada de agua salada en su interior y evitando la salida de agua desalada de su interior. A su vez, cada sobre es separado de su sobre anexo mediante otra hoja, también de plástico de un diseño específico para que conduzca mediante un régimen turbulento, el agua de aporte a lo largo de toda la hoja de membrana, con la menor pérdida de carga posible. A esta hoja se le llama espaciador de salmuera.

El tubo central recibe el agua desalada (permeado) de todos los sobres de membranas contenidos en el elemento y a través de él se evacúa ésta fuera del elemento.

Una vez que todos los sobres están ensamblados junto con sus espaciadores, el conjunto es arrollado alrededor del tubo central de recogida de permeado. Los sobres de membrana adquieren una forma de arrollamiento en espiral y este es fijado con cinta adhesiva para posteriormente aplicarle una capa de fibra de vidrio junto con resina epoxi, la cual le confiere la rigidez y estabilidad al conjunto. Previamente en cada extremo del elemento se coloca un elemento de cierre el cual está diseñado para realizar una buena distribución del flujo de entrada de agua en la membrana y a su vez interconectar el tubo de permeado de una membrana con otra para su extracción del tubo. En estas tapas de cierre se coloca una junta que sella la entrada de agua entre el perímetro exterior de la membrana y el tubo de presión que la contendrá una vez que esta esté instalada, de esa forma se provoca que el caudal de entrada de agua a desalar se conduzca hacia la membrana sin bypass alrededor de ella.

El agua de aporte se introduce por uno de los extremos del elemento y viaja de forma recta y tangencial a la superficie de los sobres de la membrana a lo largo de toda su longitud. Una porción del agua de alimentación logra permear a través de la membrana y es recogida en el interior de los sobres como agua permeada. El agua recogida en todos los sobres viaja a través de la forma espiral de los mismos hasta ser recogida en el tubo central de recogida de permeado. Las sales rechazadas por la membrana permanecen en el lado de la alimentación y son arrastradas por la corriente hasta abandonar el elemento. El resultado es que la salinidad de la corriente de salida del elemento se ha visto incrementada ya que una porción del agua que contenía inicialmente ha sido separada de la misma y recogida como agua permeada, es decir, desalada. A la corriente concentrada en sales que abandona el elemento se le conoce como concentrado o salmuera.

Las membranas se conectan en serie unas con otras a través de unos interconectores que se colocan en sus extremos de forma que todos los tubos de recogida de permeado de las membranas interconectadas generan un colector de recogida del permeado de todas ellas cuya función es recoger y extraer el permeado de las mismas. Estos interconectores están dotados de unas juntas tóricas especialmente diseñadas para que la salmuera no sea capaz de penetrar en dicho tubo a pesar de la gran diferencia de presión que existe entre el lado de alimentación y el lado de permeado.

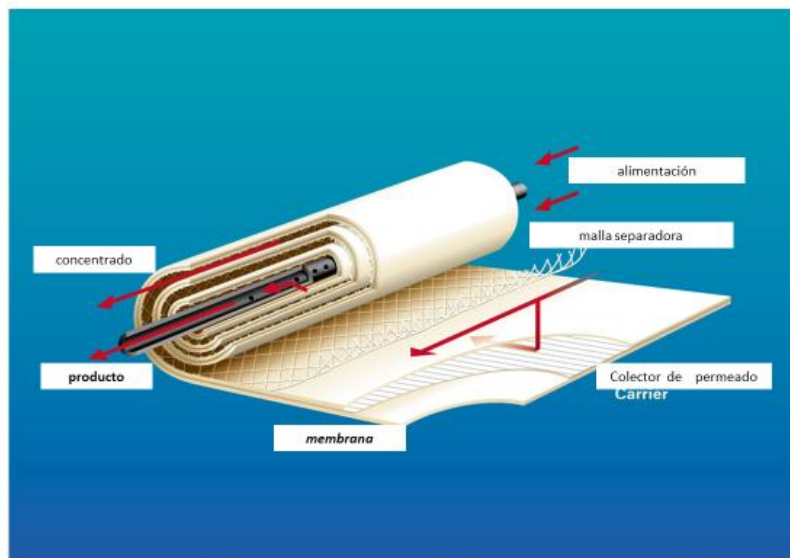


Figura 1.15. Estructura del módulo de membrana.

1.13 instalación de membranas

Como se ha comentado en el punto anterior las membranas se instalan en serie a través de los interconectores. Para realizar físicamente esta instalación las membranas se introducen en los denominados tubos de presión. Supongamos un tubo de presión en el que se introducen 7 membranas interconectadas en serie. La primera de las membranas recibiría agua de aporte con una determinada salinidad y caudal. Debido a la presión aplicada, la cual ha de ser siempre superior a la presión osmótica del agua de aporte, una parte del agua logrará permear en esta primera membrana junto con una pequeña parte de sales, según el rechazo de sales de la membrana, el cual es un valor constante para una determinada temperatura, dejando atrás la mayoría de las sales que esta contenía. El resto del agua que no logró permear junto con la totalidad de las sales llegarían a la segunda membrana. En ésta la concentración de sales es mayor y el caudal obviamente es menor, debido al agua que se permeó en la primera membrana. Está claro que al tener una mayor salinidad el agua que alimenta a la segunda membrana su presión osmótica será mayor con lo cual, al mantener la misma presión con la que alimentaba a la primera membrana, la cantidad de agua que logrará permear será menor y como se mencionó anteriormente, debido a que el paso de sales de una membrana es un valor constante, al estar más concentrado el aporte en sales, habrá mayor cantidad de sales que cruzarán hacia el permeado. El resultado es que la segunda membrana logrará permear menor cantidad de agua y con una mayor concentración de sales que la primera. Esto mismo seguirá ocurriendo en el resto de las membranas interconectadas en serie dentro del mismo tubo de presión.

Según lo anterior, todo el caudal de alimentación se introduce por uno de los extremos del tubo de presión, todo el permeado se recoge por uno de los extremos del mismo y el caudal de concentrado se recogerá por el extremo opuesto al de alimentación. La primera de las membranas está expuesta a la totalidad del caudal de alimentación y a la menor de las salinidades con lo cual su caudal de agua permeado será mayor que el del resto de membranas, es decir, su flujo será sustancialmente mayor que el del resto.

Teóricamente, si la distribución de flujo entre los diferentes elementos instalados dentro de un mismo tubo de presión fuese posible, cada elemento, en una configuración típica de 6-7-8 membranas instaladas en serie dentro de un mismo tubo de presión cada membrana produciría $1/6$ (16%), $1/7$ (14%) o $1/8$ (12.5%) del total de permeado del tubo de presión. Esta sería la distribución óptima de flujos dentro de un tubo de presión, pero debido a las razones expresadas anteriormente esta distribución teórica es imposible de lograr en la realidad.

En los sistemas reales la distribución de caudales dentro de un tubo de presión es mucho menos uniforme. La primera membrana produce usualmente alrededor del 25% del caudal de permeado de todo el tubo de presión mientras que la última membrana no produce más del 6-8%. El descenso de producción a lo largo del tubo de presión se debe principalmente al incremento de salinidad a cada membrana consecutiva por la retirada parcial de permeado en cada membrana previa y a su asociada presión osmótica.

Debido a que el primer elemento produce la mayor proporción de permeado, es decir, a través de él circula el mayor de los caudales de alimentación, éste también recibe y retiene la mayor cantidad de partículas en suspensión, tanto orgánicas como inorgánicas que contiene el agua de alimentación. Estas partículas, debido a los canales tan pequeños que tiene la membrana y generados gracias al espaciador de salmuera colocado entre sobre y sobre, actúan como filtro físico de manera que las partículas en suspensión que acompañan al agua de alimentación provocan un ensuciamiento de las membranas, principalmente de la primera. Este ensuciamiento puede ser inorgánico, orgánico o biológico. El resto del agua de alimentación que no ha permeado en el primer elemento con las sales que éste ha rechazado entran en los canales de alimentación del segundo elemento. Este, por tanto, se encuentra expuesto a una mayor salinidad de alimentación y a una leve menor presión de alimentación, ya que parte de la presión aplicada ha sido utilizada en el primer elemento para producir permeado. El resultado es que el flujo de permeado del segundo elemento es menor y la concentración y polarización en la superficie de la segunda membrana es mayor que en la primera.

En las siguientes membranas pasará lo mismo, estarán expuestos a una mayor salinidad de alimentación y a una mayor polarización. Como el flujo a través de las

siguientes membranas decrece, la acumulación de partículas que puedan ensuciar las membranas decrecerá también con lo que su ensuciamiento será menor.

En cambio, la posibilidad de precipitación de sales en la superficie de las membranas incrementa según se va avanzando en las membranas dentro del mismo tubo de presión, porque la concentración de sales en la capa límite de la superficie de la membrana incrementa debido al incremento de salinidad del agua de alimentación. Por tanto, en los sistemas de ósmosis inversa, el ensuciamiento debido a acumulación de partículas en suspensión orgánicas, inorgánicas o biológicas normalmente ocurre en los primeros elementos del tubo de presión, en cambio el ensuciamiento por precipitación de sales minerales ocurre en los últimos elementos del mismo.

La distribución del flujo entre las membranas dentro de un tubo de presión, por tanto, puede ser alterada de forma significativa por el ensuciamiento de las membranas. Si el agua de alimentación contiene una gran cantidad de suciedad, el primer elemento será casi completamente ensuciado, su flujo, a lo largo del tiempo será reducido desde el valor típico de 25% hasta casi la nulidad, entonces el segundo elemento verá incrementado su flujo y por tanto comenzará a ensuciarse más según el proceso que ocurrió en el primer elemento. Después de ensuciarse el segundo elemento, la mayor parte del caudal de alimentación se redistribuirá al tercer y siguientes elementos del tubo de presión y así pasará sucesivamente hasta que todos los elementos se ensucien y por tanto trabajen a un flujo menor, es decir, su producción sea mucho menor.

Estos fenómenos de ensuciamiento por materia en suspensión en el agua de aporte pueden provocar a su vez un ensuciamiento por precipitación de sales en el último elemento del tubo de presión. La razón de ello es que la polarización en la superficie del último elemento del tubo de presión se ve incrementada hasta casi el doble debido a esta redistribución de flujos, al mismo tiempo que sigue llegando el agua con mayor salinidad del tubo de presión.

Como se ha indicado previamente, en una configuración típica de 7 elementos en serie dentro de un tubo de presión, bajo condiciones de no ensuciamiento, el último elemento trabajará con un flujo de solo el 6-8% de la media del tubo de presión. Bajo condiciones de ensuciamiento, debido a la redistribución de flujos éste pasará a trabajar a un flujo del 12-14%. Como la polarización en la superficie de la membrana es proporcional al flujo, si el sistema se opera a la misma conversión, es obvio que al menos los dos últimos elementos del tubo de presión sufren riesgo de que se produzca ensuciamiento por precipitación de sales.

Los sistemas de ósmosis a nivel industrial están diseñados para mantener la misma producción de agua permeada a lo largo del tiempo, con lo cual, cuando se produce una disminución de los flujos de permeado y un incremento de suciedad, si no se realiza una

limpieza del mismo, la única forma de aumentar el flujo a través de las mismas es incrementando la presión de trabajo del sistema para compensar el descenso de permeabilidad de las membranas. Cuando la presión de trabajo alcanza ciertos valores, la suciedad que se depositó en la superficie externa de la membrana, es capaz de penetrar en el interior de la estructura molecular de la membrana. Por tanto, esta medida de incremento de presión para mantener el flujo tiene ciertos límites que no se han de sobrepasar. La solución es proceder a realizar limpiezas químicas periódicas de los sistemas de forma que no se produzcan grandes cantidades de suciedad en la superficie de la membrana, al mismo tiempo que se ha de diseñar un correcto pretratamiento para evitar que grandes cantidades de sólidos en suspensión o materia coloidal llegue a alcanzar la superficie de las membranas.

1.14 Tipos de configuraciones de sistemas de membranas de ósmosis inversa

Anteriormente se ha mencionado que en el interior de un tubo de presión se instalan comúnmente entre 6-8 membranas. Al mismo tiempo también se ha indicado que cada una de las membranas, en condiciones ideales de no ensuciamiento, tiene una producción típica de permeado .la cual varía desde un 25% en la primera membrana hasta un 6% en la última y la calidad de dicho permeado, va disminuyendo a medida que se va avanzando membranas en el interior del tubo de presión, es decir, la cantidad de sales que permea aumenta a medida que se va avanzando membranas.

Con esta configuración de membranas dentro de un tubo de presión, lo que se consigue es maximizar la conversión, dentro del mismo, pero respetando los diferentes parámetros máximos y mínimos de diseño que cada fabricante marca para cada tipo de membrana que fabrica (velocidades de flujo, presiones, caudales mínimos en últimas membranas...). Estos parámetros son los que afectan de forma directa o indirecta al resultado de la aplicación de los modelos matemáticos anteriormente citados que explican la ósmosis inversa, con lo cual, exponer un sistema de ósmosis inversa a parámetros de funcionamiento fuera de los rangos de diseño pueden llegar a provocar problemas importantes de funcionamiento y durabilidad y estabilidad de las membranas.

A la hora de realizar un diseño, un factor importante a tener en cuenta para determinar el número de membranas a instalar dentro de un tubo de presión es la calidad final esperada, a mayor número de membranas peor calidad.

Una de las limitaciones más importantes que fijan los fabricantes de membranas es un caudal mínimo de rechazo. Con este se intenta reducir al máximo los riesgos de precipitaciones y por supuesto el fenómeno de polarización, sobre todo en las últimas membranas.

Debido a que la pérdida de carga dentro de las membranas es proporcional al caudal y a su vez, una pérdida de carga excesiva puede provocar problemas de deformación de los módulos de ósmosis (telescoping y desplazamiento del espaciador de salmuera), los fabricantes también fijan un caudal máximo de rechazo. El rango de funcionamiento fijado por estos valores para cada módulo de membrana limita las conversiones máxima y mínima a que puede funcionar cada módulo.

Por otra parte, para que una instalación resulte técnico-económicamente rentable, la conversión de trabajo ha de ser muy cercana a la máxima permitida por el sistema y la conversión de cada módulo va a estar muy lejos de dicha conversión, con lo que la forma de incrementar la misma es agruparlos en serie, siempre respetando las condiciones respecto de caudal de salmuera mencionadas anteriormente.

Con esto se puede concluir que, dentro de los límites marcados por los fabricantes de membranas, la instalación de varias membranas en serie dentro de un mismo tubo de presión provoca un aumento de la conversión del sistema, es decir, un mayor aprovechamiento del agua de aporte. Para generar un aumento de la producción de un sistema de ósmosis lo que se hace es colocar varios tubos de presión en paralelo de forma que la producción de un tubo se multiplica por el número de tubos instalados. Idealmente la calidad final del agua producida por el sistema es la misma que la producida por cada tubo de presión. Por tanto, los módulos de ósmosis inversa pueden agrupar de dos modos, en serie o en paralelo, en función de lo que se quiera conseguir.

1.14.1 Agrupación de los módulos de ósmosis inversa en paralelo:

Con este tipo de agrupación, se conectan todas las entradas individuales, todas las salidas de permeado y todas las salidas de rechazo a colectores comunes que alimenta o reciben los caudales de todos los módulos.

Como se ha mencionado anteriormente, esta configuración se ejecuta con el fin de producir un caudal total n veces superior al producido por un solo elemento, siendo n el número de elementos dispuestos en paralelo.

Hidráulicamente, con esta disposición la pérdida de carga entre el colector de entrada y el de salida es la misma para todos los módulos, con lo que el caudal real de aporte a cada uno de los módulos es función del grado de atascamiento y del caudal de permeado que produzca.

1.14.2 Agrupación de los módulos de ósmosis inversa en serie:

Con este tipo de agrupación, el caudal de rechazo de un módulo es el de aporte del siguiente y así con todos los módulos integrantes de la serie. El permeado en cambio se suele recoger en un colector común, mezclando todos los permeados individuales de forma

que se homogeneice el permeado total. Como se comentó anteriormente, según se va avanzando en la serie, la calidad del permeado es inferior y la cantidad de permeado producida por las últimas membranas también es muy inferior a las primeras.

La forma industrial de instalar módulos de ósmosis de arrollamiento en espiral es conectando entre 6-8 membranas en serie dentro de un tubo de presión. Cada módulo de arrollamiento en espiral puede alcanzar una conversión de entre el 7-10%, con lo que la conversión del conjunto puede rondar valores entre el 40-50%.

El agrupar los módulos en serie hace que, para una conversión total determinada, cada módulo trabaje con una conversión menor que si trabajase en paralelo, lo que se traduce en que el caudal de rechazo y, por tanto, la velocidad superficial sobre la membrana sea mayores con los beneficios que ello conlleva respecto del riesgo de precipitaciones y la concentración de polarización. Es decir, cuando se pretende diseñar una planta con elevados flujos y elevadas conversiones ésta es la forma de agrupación más utilizada por la reducción en costes que conlleva debido al mayor aprovechamiento del uso de la superficie de las membranas minimizando el riesgo de incrustaciones.

1.14.3 Agrupación de tubos de tubos de presión en paralelo:

Siguiendo el mismo principio expresado en el punto de agrupación de módulos en paralelo, y dado que un tubo de presión tiene la limitación de caudal máximo fijada por el sumatorio de cada uno de los elementos que en él están instalados, si se pretende incrementar la producción del sistema, la forma de hacerlo es incorporar n tubos de presión instalados en paralelo, de forma que el caudal de permeado resultante es n veces superior.

1.14.4 Definición de etapa:

Se denomina etapa al conjunto de tubos de presión conectados en paralelo, trabajando a la misma presión y alimentados desde la misma línea de aporte de caudal. Al igual que se indicó anteriormente, la conversión de cada etapa no debe superar el 50%, por tanto para conseguir conversiones superiores a este valor la forma de hacerlo es colocar diferentes etapas en serie, es decir, el rechazo de la primera etapa sería la alimentación de la segunda, y el rechazo de esta sería la alimentación de la tercera y así sucesivamente. Por lo general no es común agrupar más de tres etapas en serie.

Para ser capaces de respetar los valores de flujo máximo y mínimo de salmuera marcados por los fabricantes, dependiendo del porcentaje de recuperación que se quiera alcanzar el número de etapas variará. A modo indicativo los siguientes datos pueden servir como bases de diseño para sistemas de ósmosis para tratar aguas salobres:

- Para un 50% de conversión es necesario instalar una etapa.
- Para un 75% de conversión es necesario instalar dos etapas.

- Para un 87.5% de conversión es necesario instalar tres etapas.

Hay una forma alternativa de incrementar el valor de conversión global sin incrementar el número de etapas, esta es recirculando parte del rechazo y mezclándolo con el caudal de aporte. Mediante esta configuración se pueden llegar a alcanzar conversiones del 75%. Esta alternativa tiene dos puntos negativos frente a la instalación de dos etapas a la hora de ser seleccionada para realizar un diseño:

- El consumo específico de energía necesaria es mayor.
- La salinidad del permeado es mayor.

Debido a ello solo se utiliza cuando lo que se pretende es concentrar la solución de aporte.

1.14.5 Definición de paso:

En el caso de configuración de un sistema de ósmosis en varias etapas se indicó que el rechazo de la primera etapa sería la alimentación de la segunda y así sucesivamente. Con ello se conseguía incrementar la conversión global del sistema, es decir, un mayor aprovechamiento del agua de aporte. También se indicó que esto suponía un empeoramiento de la calidad del permeado global ya que el permeado de la segunda etapa es peor que la de la primera. Lo mismo ocurre con la tercera si la hubiese.

En el caso de que lo que se pretenda es conseguir una mayor calidad de agua permeada lo que se hace es conectar dos sistemas de ósmosis en serie también, pero esta vez es el permeado del primer sistema el que alimenta al segundo sistema. La calidad del agua de alimentación al segundo paso es muy superior a la de aporte al primero con lo que la calidad del permeado del segundo sistema siempre será muy superior a la calidad del permeado del primer sistema. Cuando varios sistemas de ósmosis están conectados de este modo (el permeado del primero es la alimentación del segundo y así sucesivamente) a estos sistemas se les denominan pasos. En las figuras 1.16, 1.17, 1.18 y 1.19 se muestran gráficamente estos conceptos.

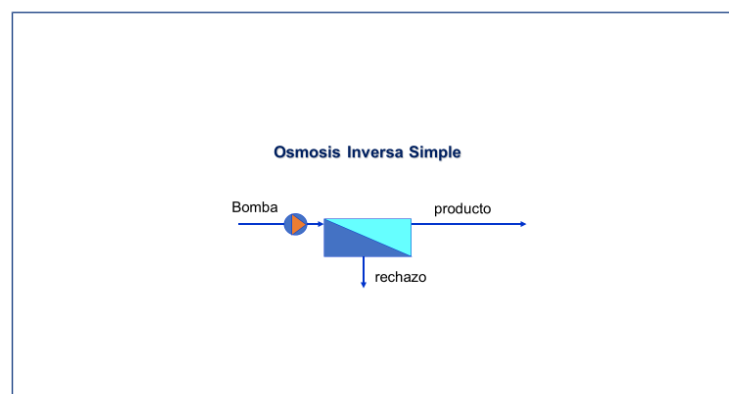


Figura 1.16. Esquema de sistema de ósmosis inversa.

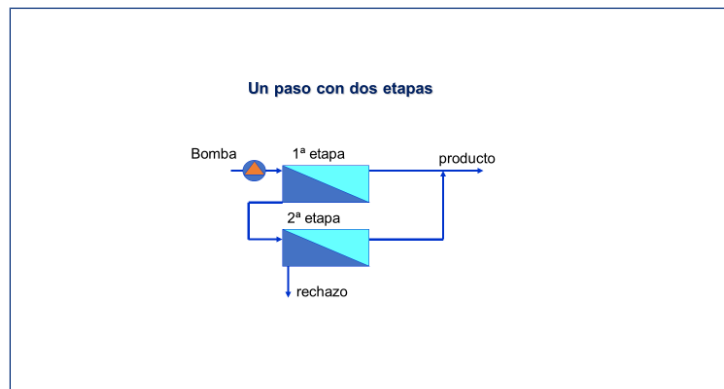


Figura 1.17. Concepto de etapa.

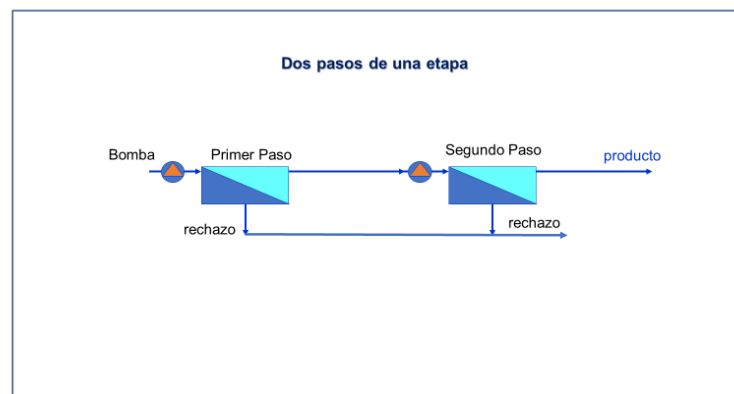


Figura 1.18. Concepto de paso.

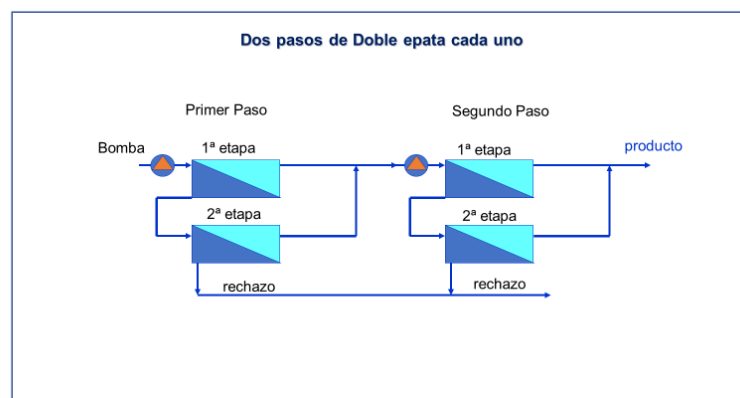


Figura 1.19. Dos pasos con dos etapas por paso.

1.15 Fundamentos y metodología de cálculo de los programas de cálculo de sistemas de ósmosis inversa.

El diseño del sistema de membranas para la instalación objeto del presente proyecto fin de grado se ha llevado a cabo mediante el programa Toray DS2, del fabricante de membranas de ósmosis inversa TORAY.

Cada fabricante de membranas tiene su propio software mediante el cual se simulan los diferentes escenarios o casos en los que se prevé que la planta opere.

Estos programas realizan una serie de iteraciones utilizando como base el cálculo de las ecuaciones fundamentales del proceso de ósmosis inversa expuestas anteriormente, así como información de datos operacionales de las propias membranas de cada fabricante. A continuación se va a explicar la implicación de dichas ecuaciones en el diseño y se analizará tanto los parámetros de partida necesarios para alimentar al software, como los parámetros a determinar en una instalación de ósmosis inversa.

Durante el proceso de diseño de una planta de ósmosis inversa hay varias fases perfectamente definidas: la que incluye el proceso de ósmosis inversa en sí y el resto de la instalación, grupo en el que se encuentra el pretratamiento, postratamiento, equipos de limpieza,... Los programas informáticos de diseño se encargan solamente de la primera parte, siendo el resto del diseño labor del diseñador mediante el uso de su know how y de los programas informáticos requeridos para tal fin.

Los programas de diseño de sistemas de ósmosis inversa fundamentalmente han de ser alimentados con la siguiente información:

- Conversión del sistema de ósmosis.
- Tipo de membranas a utilizar.
- Número de membranas a utilizar.
- Disposición de las membranas.
- Presión de trabajo.

Para elevar a cabo los cálculos, también es necesario conocer:

- Caudal de agua de alimentación.
- Calidad requerida del agua permeada.
- Caudal del agua permeada.

El programa lógico de todo simulador de ósmosis inversa está diseñado para que el usuario se mueva a través de una serie de menús secuenciales. De entre ellos, los más comunes son: Ventana de análisis del agua a tratar; ventana de diseño del pretratamiento: Ventana de diseño e la instalación.

Comenzando con la ventana de análisis, el usuario puede especificar tanto el tipo de agua a tratar como el pretratamiento, donde se añaden los reactivos necesarios para el

correcto funcionamiento de la instalación. Finalmente, en la pantalla de diseño de ósmosis inversa, se especifican los parámetros oportunos para poder obtener la calidad del agua deseada.

Una vez realizado el diseño y ejecutada la simulación, el programa indica si ha aparecido algún límite de diseño, según las guías de diseño de cada fabricante y permite ir realizando los cambios de diseño necesarios para adecuar el diseño a las condiciones requeridas por la calidad del agua de aporte y producto, así como para optimizar el proceso en base a las guías diseño del fabricante.

El algoritmo de cálculo de este tipo de softwares consiste en un proceso de cálculo iterativo en el cual se estima primeramente la presión que ha de tener el agua de alimentación para que logre permear el caudal de agua producto requerido. En base a la calidad de agua requerida se le han de indicar al programa cuantas fases en serie o paralelo o combinación de ambas son necesarias en la instalación que se está diseñando.

Posteriormente el programa suma el caudal de permeado de todas las etapas diseñadas y compara este valor con el que se fijó inicialmente como objetivo. El programa ajusta la presión de la alimentación al sistema y busca una solución convergente al conjunto de ecuaciones matemáticas generadas. Entonces el sistema proporciona los resultados a la recuperación deseada, intentando no exceder los parámetros fijados por el diseñador y por los límites de diseño marcados por el fabricante de membranas.

Una vez que el programa ha logrado converger en el cálculo una única solución, es necesario cambiar de pantalla para pasar a la correspondiente a la obtención de información, donde nos proporciona presiones, concentraciones de los diferentes iones en cada una de las líneas.

Si el programa no logra converger, éste mostrará alarmas en las que se indicará al usuario qué fallos detecta que impiden que el cálculo converja para que éste pueda centrarse en ellos y solucionarlos, por supuesto chequeando que el resto de los parámetros no pasan a estar fuera de rango.

2 BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA.

Tal y como se definió en el apartado “solución planteada” del presente proyecto, la planta a proyectar tendrá una capacidad de 1.000.000 m³ la cual podrá ser ampliable a 1.500.000 m³/d. Para definir la instalación y debido a la capacidad de la misma se ha considerado el diseño de una instalación de 500.000 m³/día en dos líneas, cada una de 250.000 m³/día para mayor flexibilidad de la operación, permitiendo la ampliación en una segunda o tercera actuación hasta completar los 1.500.000 m³/día que cubrirían completamente las necesidades de la región.

2.1 Calidad del agua de mar.

La calidad del agua del mar que alimentará al sistema de ósmosis es determinante para el diseño de éste. Esta calidad puede ser mejorada mediante la implantación de ciertos procesos de pretratamiento cuya única función es adecuar al máximo el agua para ser introducida a los sistemas de ósmosis inversa, sobre todo en cuanto a eliminación de sólidos en suspensión, materia orgánica, y biofouling. Respecto del contenido en sales, en el pretratamiento este apenas se vea afectado y se determina mediante la realización de un análisis químico. En este caso, el análisis se encuentra en el Anexo 1.

A continuación, en la tabla 2.1 se muestran los parámetros más relevantes del análisis realizado de las aguas que alimentarán a la desaladora en cuestión.

ION	ppm
Ca ⁺²	652
Mg ⁺²	1660
Na ⁺	14146
K ⁺	520
Ba ⁺²	0
Sr ⁺²	16500
NH ₄ ⁺	0
Fe (total)	0
HCO ⁻³	145,7
Cl ⁻	25889
SO ₄ ⁻²	3120
NO ⁻³	2100
Br ⁻	0
B ⁺	5,01
SiO ₂	3
PO ₄ ⁻	0
CO ₃ ⁻²	0,88
CO ₂	7,627
TDS	46163
EC (μS/Cm ²)	64448
pH	7,3

Tabla 2.1 Análisis de agua de mar a desalar

2.2 Definición del tamaño y número de Bastidores de ósmosis inversa a diseñar.

Son muchos los factores que pueden llegar a influir en el tamaño de bastidor de ósmosis inversa, pero entre ellos los más importantes son:

- Definir un tamaño lo suficientemente pequeño como para garantizar que ante una parada forzada o voluntaria de uno de los bastidores que componen la planta, la mayor parte de la producción de esta no se va a ver afectada. Ello supone una maximización de los costes de inversión ya que se diseñaría con muchos equipos muy pequeños y colocados todos en sistemas en paralelo. Este factor es importante tenerlo en cuenta a la hora de diseñar plantas de tamaño pequeño-medio. En el caso de este proyecto, debido a la gran capacidad de producción requerida van a ser otros los limitantes que van a forzar a que este factor de diseño se tenga en cuenta de forma natural.
- Definir un tamaño lo suficientemente grande como para garantizar unos buenos rendimientos de los equipos electromecánicos (bombas, recuperadores,), así como para optimizar la inversión en equipamiento y tuberías, intentando acercarnos a los diámetros de conducciones técnico-económicamente más rentable, y por supuesto sin perder de vista la componente técnica de la selección, es decir, seleccionar materiales y velocidades de circulación en conducciones adecuados a los fluidos y aplicación.
- Definir un tamaño de bastidor de unas dimensiones y formas que hagan posible una gestión del mantenimiento del mismo de una forma adecuada y relativamente cómoda, minimizando el riesgo de posibles accidentes a la hora de manipular u operar.
- Definir un tamaño de bastidor adecuado a las dimensiones y geometría de la parcela de que se dispone para construir la planta desaladora.

Con todo lo anterior, la tendencia hoy en día para diseñar plantas de gran tamaño como la que se propone en este proyecto es ir a bastidores de un tamaño entre los 10.000 m³/d y los 15.000 m³/d. En el presente proyecto se ha optado por bastidores de 10.000 m³/d de producción por estar los tamaños de bombas y demás equipamientos suficientemente probados en el mercado como para asegurar un perfecto funcionamiento del sistema una vez diseñado y construido.

Por tanto, el número de bastidores a diseñar y construir para llegar a las producciones planteadas se muestran en la tabla 2.2:

	PRODUCCIÓN		
	500.000	1.000.000	1.500.000
Numero de líneas	2	4	6
Capacidad por línea	250.000	250.000	250.000
Nº Bastidores O.I.	50	100	150

Tabla 2.2 Configuración propuesta.

2.3 Proceso de diseño del bastidor de O.I.

Una vez que se tiene definido el número de bastidores, es decir, de trenes de producción que conformarán la planta, el siguiente paso es definir uno de ellos de forma que el resto serán exactamente iguales a este en cuanto a diseño.

A la hora de proceder al diseño de un bastidor de ósmosis inversa se ha de seguir una metodología, la cual puede ir variando en función de los resultados que se vayan obteniendo, pero ésta siempre ha de ser realizada de una forma ordenada asegurando que el diseño cumple con:

- Las expectativas de agua producida en todos los casos de operación, teniendo en cuenta las variaciones de calidad de agua de aporte definidas, así como con el envejecimiento de las membranas.
- Minimizar el consumo energético y de reactivos químicos de forma que se minimicen los costes de operación de la instalación.
- Proporcionar la mayor flexibilidad posible para poder adaptar el funcionamiento del mismo a posibles futuras situaciones que se pudieran plantear.

Se han de ir generando casos, partiendo de los diseños más simples a los más complejos y determinando se cada uno de ellos cumple con los requerimientos de calidad, así como con las restricciones de diseño del fabricante de membranas.

Estos diseños se realizan con la ayuda del software específico de diseño de sistemas de ósmosis inversa de que dispone cada fabricante de membranas. En este caso se ha seleccionado al fabricante japonés Toray.

Es importante remarcar que dado el carácter académico y no comercial del presente proyecto no es necesario realizar el diseño con otros fabricantes para determinar cuál es el óptimo técnicamente hablando para nuestra aplicación. En caso de aplicación comercial se debería repetir este ejercicio con los diferentes fabricantes de membranas que se compararían y de dicho ejercicio se obtendría una tabla comparativa técnica de la cual se deduciría cuál de los fabricantes es el más beneficioso para este caso. Es importante reseñar que, entre diferentes fabricantes, dependiendo de la aplicación, puede haber diferencias importantes en cuanto al número de membranas a instalar, disposición de las mismas, presiones a aportar, tasas de reposición de membranas y por supuesto calidad de agua obtenida.

El software utilizado es Toray DS2 y del mismo se puede extraer la tabla 2.3, en la cual se indican las guías de diseño a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño. En caso de que alguno de los parámetros del diseño quede fuera de los rangos establecidos en dicha tabla, el software de diseño indicará errores de diseño los cuales habrán de ser subsanados

para obtener un diseño seguro, estable y capaz de ser garantizado por el fabricante de membranas.


De la guía de Diseño

para elementos de OI TORAY			Agua de alimentación original (todos los valores están relacionados con la alimentación a la OI antes de los										
Guía de diseño			Permeado OI	Permeado de OI (pH alto)	Agua salobre Pozo	Agua salobre superficial 1 MF/ UF	Agua salobre superficial 1	Toma Agua de Mar de pozo	Toma Agua Mar abierta	Terciario agua residual (filtrado)	Terciario agua residual MF/ UF	Dimensión	
Parámetro	Condición	Dimens											
Feed SDI @ 15 min.	Rango	%/min	< 1	< 1	1 - 2	1 - 2	< 3	1 - 2	< 3	3 - 4	2 - 3	FLUJO ☐ GFD ☒ l/m2/h ☐ l/m2/d	
	Límite	%/min	< 1	< 1	< 3	< 3	< 4	< 3	< 4	< 5	< 3		
Típico flujo medio del sistema	Rango	l/m2/hr	30 - 39	30 - 39	25 - 32	23 - 29	18 - 23	15 - 19	12 - 16	9 - 13	13 - 19		
	Límite	l/m2/hr	< 45	< 45	< 34	< 30	< 25	< 20	< 17	< 14	< 21	CAUDAL ☐ l/min ☒ m3 / h ☐ m3/día ☐ Gal / día ☐ Gal / min ☐ KGAL / día	
Flujo max. del 1er elemento	Límite	l/m2/hr	48	48	43	39	31	35	28	19	25		
Ratio min. Rechazo/Permea...	-		3:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	7:1	7:1	7:1		
Max. Conversión por elemento	Límite	%	30%	30%	20%	17%	15%	13%	13%	12%	12%	PRESIÓN ☒ bar ☐ Mpa ☐ Mpa ☐ kg/cm² ☐ Psi	
Max. caudal de Alimentación	8"	m3/hr	17	17	16	15	13	15	13	12	13		
	4"	m3/hr	3.6	3.6	3.4	3.2	2.8	3.2	2.8	2.6	2.8		
Min. caudal de de Rechazo	8"	m3/hr	2.4	2.4	3.0	3.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		
	4"	m3/hr	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
Max. dP / tubo	Diseño	bar	< 3	< 3	< 3	< 3	< 2	< 3	< 2	< 2	< 2		
	Límite ...	bar	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
dP max / elemento	Diseño	bar	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Flow Allowance(3-5years)	Diseño	%	95 - 94	95 - 94	85 - 80	85 - 80	81 - 75	88 - 84	85 - 80	73 - 65	77 - 70		
Aumento anual del Pasaje de ...	Diseño	%	5%	10%	10%	10%	15%	7%	7%	20%	15%		
Índice de Concentración de ...	Límite	-	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		

* se considerarán diferentes tipos de membranas determinando la " presión recomendada de la bomba "

1) Sepodrán ajustar los parámetros en el programa de diseño Toray Design System

Tabla 2.3. Guía de diseño de Toray.

2.4 Selección del rango de temperaturas de diseño.

El primer paso dentro del diseño es marcar el rango de temperaturas del agua de mar a las que la planta va a funcionar. En este caso, se ha realizado una búsqueda estadística de los valores de temperatura medios mensuales de los últimos años en diferentes localizaciones de la costa murciana tal y como se muestra en la tabla 2.4.

Basados en dichos datos se decide que el diseño se ha de realizar para un rango de temperaturas de agua de mar entre 12 y 25°C, mínima y máxima registradas.

	MAZARRON	CARTAGENA	CABO DE PALOS	AGUILAS	BOLNUEVO
ENERO	15°C	15°C	15°C	15°C	15°C
FEBRERO	14°C	14°C	14°C	14°C	14°C
MARZO	14°C	14°C	14°C	14°C	14°C
ABRIL	16°C	16°C	16°C	16°C	16°C
MAYO	18°C	18°C	18°C	18°C	18°C
JUNIO	22°C	22°C	22°C	21°C	22°C
JULIO	24°C	24°C	24°C	24°C	24°C
AGOSTO	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C
SEPTIEMBRE	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C
OCTUBRE	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C
NOVIEMBRE	19°C	19°C	19°C	19°C	19°C
DICIEMBRE	16°C	16°C	16°C	16°C	16°C

Tabla 2.4. Rango de temperaturas de la zona.

2.5 Selección del tipo de membrana.

La membrana se ha de seleccionar de entre la multitud de membranas de que dispone cada fabricante de forma que se optimice su producción y con lo cual su área activa, siempre y cuando esto no entre en conflicto con otros factores como por ejemplo la facilidad de ensuciamiento de las membranas. En nuestro caso se va a adoptar una membrana de 8 pulgadas de diámetro y de 440 pies cuadrados de superficie por elemento. En cuanto al tipo de agua a alimentar también es un parámetro clave a la hora de seleccionar la membrana. En nuestro caso serán membranas de agua de mar.

Otro factor importante a la hora de seleccionar las membranas es la calidad de agua exigida, en cuanto a niveles máximos de salinidad y concentraciones de ciertos elementos específicos como el boro o los cloruros. En nuestro caso, en las bases de diseño se marca que la planta ha de ser capaz de producir agua de dos calidades diferentes, en función del uso que se le dé. El agua a proporcionar para consumo humano ha de cumplir con los valores máximos de concentración de boro recogidos en el RD 140/2003 y este es de 1 ppm como máximo. En el caso de producir agua para riego, este valor es más restrictivo, necesitando producir agua por debajo de 0.5 ppm de boro. De entre el amplio abanico del fabricante vamos a ir seleccionando membranas en función de los resultados obtenidos, tanto de calidad de agua como de consumo específico del sistema de ósmosis, de forma que se intente converger al diseño óptimo que cumpla con los requisitos marcados como objetivo, con las guías de diseño marcadas por el fabricante y que el sistema sea capaz de producir agua a unos costes energéticos aceptables dentro del mercado.

2.6 Selección de la edad media de la membrana.

Tal y como anteriormente se indicó, los sistemas de membranas de ósmosis tienden a ensuciarse por diferentes motivos. La solución a estos fenómenos de ensuciamiento es realizar limpiezas químicas que eliminen al máximo dicha suciedad y permita recuperar la membrana a unos parámetros aceptables de funcionamiento. Lo que ocurre es que esas limpiezas químicas no logran recuperar al 100% los parámetros de funcionamiento iniciales con lo que la membrana va perdiendo con el paso del tiempo su capacidad de permear agua, tanto en calidad como en cantidad. Cuando esto ocurre y se superan ciertos valores es necesario realizar un cambio de membranas.

Normalmente, a la hora de diseñar se debe tener en cuenta factor conocido como “tasa de reposición”. Esta no deja de ser la cantidad de membranas (expresadas en porcentaje) que se han de sustituir anualmente para que el fabricante de membranas garantice una producción estable en cuanto a calidad, cantidad y consumos específicos.

Las membranas que más capacidad de permear agua son las dos primeras de cada tubo de presión y al mismo tiempo son las que más sufren de ensuciamiento biológico si lo hay, con lo cual el cambio de membranas suele comenzar por estas de forma que se mantenga la producción.

La tasa de reposición anual para el presente proyecto es del 12% anual con lo que teniendo en cuenta que cada tubo de presión contiene 7 membranas, la vida media de las membranas que componen el tubo de presión es de 3 años, valor que se ha de introducir en el programa de cálculo del fabricante para que lo tenga en cuenta a la hora de calcular la calidad y cantidad de agua prevista transcurridos esos 3 años así como el consumo energético esperado.

El diseño se realiza teniendo en cuenta esta edad de las membranas ya que es el caso más desfavorable. Posteriormente, una vez determinado el diseño del bastidor se ha de realizar la misma proyección para determinar los parámetros de funcionamiento iniciales.

2.7 Selección de número de membranas por tubo de presión y número de tubos de presión.

Como se explicó con anterioridad, el número de membranas por tubo de presión normalmente varía entre 6 y 8, dependiendo de varios factores como el grado de conversión requerido al tubo de presión, flujos de trabajo de las membranas para alcanzar dicho grado de conversión y tipología del agua de aporte. Dado que en este caso se está hablando de agua de mar, la conversión del sistema no puede ser superior al 45%, de lo contrario se producirían fenómenos de precipitación de sales en las últimas membranas. Para ello y de forma que se generen los diferentes caudales de permeado y salmuera en cada una de las membranas dentro del tubo de presión, se ha seleccionado introducir 7 membranas de O.I. por tubo de presión. Esto además beneficia el funcionamiento en caso de producirse fenómenos de ensuciamiento debidos a la calidad del agua y al posible mal funcionamiento del pretratamiento previo a la ósmosis. Con lo cual se determina que el número de membranas a instalar dentro de cada tubo de presión será de 7.

Respecto del número de tubos de presión, teniendo en cuenta la calidad de agua (toma de mar abierta), el rango de flujos medios marcado en las guías de diseño del fabricante (15-19 l.m².h) y el área de las membranas a instalar se puede determinar el número aproximado de tubos de presión a instalar, el cual a lo largo del proceso de diseño puede ser modificado u optimizado en función de los resultados obtenidos en las diferentes proyecciones de membranas a realizar. En este caso se va a partir de 120 tubos de presión.

Con las bases de diseño marcadas hasta ahora y con la ayuda del software de diseño del fabricante de membranas Toray (Toray DS2) se procede a realizar diferentes

proyecciones de membranas las cuales son expuestas a continuación de forma ordenada e intuitiva para su comprensión. En el anexo... se encuentra el set completo de proyecciones de membranas realizadas para el presente diseño.

En la tabla 2.5 se muestran los principales datos obtenidos de las diferentes proyecciones realizadas. Para mayor claridad se adjunta dicha tabla en el anexo 2.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9	CASO 10	CASO 11
Temperatura	12	12	25	25	25	25	25	25	25	25	12
Pasos	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
Configuración Híbrida	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO
Split	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Consumo específico Estimado	3,016	2,759	2,729	2,566	2,644	3,399	3,606	2,732	2,607	3,528	4,232
Paso 1											
Tubos de Presión	120	120	120	120	120	120	120	108	108	120	120
Membranas por tubo	7	7	7	7	2+5	7	7	7	2+5	2+5	7
Membranas Alimentación	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440
Membranas Rechazo	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Flujo Medio	12,134	12,134	12,134	12,134	12,135	13,496	13,496	13,483	13,483	13,496	13,498
Caudal de Permeado	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	11.122,00	11.122,00	10.000,00	10.000,00	11.122,00	11.123,00
Caudal de Alimentación	22.222,00	22.222,00	22.222,00	22.222,00	22.222,00	24.715,00	24.715,00	22.222,00	22.222,00	24.715,00	24.718,00
Presión de Alimentación	78,8	71,76	71,3	66,82	68,99	68,4	73,75	71,27	69,83	71,79	83,02
Conversión	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Boro Permeado	0,488	0,894	1,018	1,681	1,358	1,586	0,947	0,937	1,055	1,159	0,454
Paso 2											
Tubos de Presión						38+19	38+19			38+19	38+19
Membranas por tubo						6	6			6	6
Membranas						TM720-400	TM720-400			TM720-400	TM720-400
Flujo Medio						32,66	32,66			32,66	32,66
Caudal de Permeado						9.998,00	9.998,00			9.999,00	9.999,00
Caudal de Alimentación						11.122,00	11.122,00			11.122,00	11.123,00
Presión de Alimentación						12,361	12,09			12,167	19,212
Conversión						89,9	89,9			89,9	89,9
Boro Permeado						0,846	0,502			0,615	0,177
Total											
Boro Total						0,846	0,502			0,615	0,177
Caudal Total										10.000,00	10.000,00

	CASO 12	CASO 13	CASO 14	CASO 15	CASO 16	CASO 17	CASO 18	CASO 19	CASO 20	CASO 21
Temperatura	12	25	25	12	25	12	12	25	25	12
Pasos	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
Configuración Híbrida	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Split	NO	NO	NO	NO	60,50%	75,51%	NO	60,50%	NO	NOI
Consumo específico Estimado	4,131	3,523	3,677	4,334	2,888	3,024	2,797	2,773	3,503	2,78
Paso 1										
Tubos de Presión	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Membranas por tubo	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Membranas Alimentación	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Membranas Rechazo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Flujo Medio	12,459	12,459	12,89	12,89	11,666	11,485	11,201	11,666	12,89	11,201
Caudal de Permeado	11.123,00	1.123,00	11.507,00	11.507,00	10.415,00	10.253,00	10.000,00	10.415,00	11.507,00	10.000,00
Caudal de Alimentación	24.718,00	24.718,00	25.572,00	25.572,00	23.144,00	23.145,00	22.222,00	23.144,00	25.572,00	22.222,00
Presión de Alimentación	79,59	71,71	72,54	80,98	70,24	75,67	72,91	67,36	68,92	72,45
Conversión	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Boro Permeado	0,478	0,997	0,976	0,467	1,638	0,892	0,452	1,502	0,849	0,444
Paso 2										
Tubos de Presión	38+19	38+19	38+19	38+19	38+19	38+19		38+19	38+19	
Membranas por tubo	6	6	6	6	6	6		6	6	
Membranas	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400		TM720-400	TM720-400	
Flujo Medio	32,66	32,66	32,66	32,66	12,075	7,374		12,079	32,66	
Caudal de Permeado	9.999,00	9.999,00	9.998,00	9.998,00	3.697,00	2.258,00		3.698,00	9.999,00	
Caudal de Alimentación	11.123,00	11.123,00	11.507,00	11.507,00	4.113,00	2.511,00		4.113,00	11.507,00	
Presión de Alimentación	19,247	12,167	12,06	19,223	6,158	4,998		5,798	11,513	
Conversión	89,9	89,9	86,9	86,9	89,9	89,9		89,9	86,9	
Boro Permeado	0,186	0,53	0,482	0,168	1,24	0,639		1,061	0,363	
Total										
Boro Total					0,868	0,43		0,722	0,363	
Caudal Total					9.999,00	10.000,00		9.999,00	9.999,00	

Tabla 2.5 Resumen de sasos estudiados.

En el anexo 3 se encuentran todas las proyecciones de membranas realizadas para el presente TFG, cuyo resumen se encuentra en la tabla 2.5.

CASO 1 Proyección a 12°C con membranas de paso cerrado (TM820M-440) con el fin de maximizar la calidad de permeado.

En esta primera proyección, al igual que con algunas de las siguientes se procede a diseñar con un solo paso de ósmosis inversa dado que la filosofía del diseño es ir de menos a más en función de las necesidades, de forma que se minimice tanto la inversión como el consumo específico, pero siempre cumpliendo con los requerimientos de calidad planteados y con las guías de diseño del fabricante de membranas.

La conversión planteada es del 45%, valor típico para este tipo de instalaciones de agua de mar.

El flujo medio de trabajo con esta configuración es de 12.134 lm²h para el caudal de 10.000 m³/día.

Esta primera proyección cumple perfectamente con el requerimiento de una concentración máxima de boro en la corriente de permeado inferior a 1 ppm para agua potable y también inferior a 0.5 ppm para el caso de riego.

La presión de alimentación, de acuerdo a la experiencia, es muy alta, requiriendo 78.8 bar.

CASO 2 Proyección a 12°C con membranas de paso abierto (TM820V-440) con el fin de minimizar la presión necesaria y por tanto reducir el consumo específico.

Se observa que este caso cumpliría con la concentración máxima de boro inferior a 1ppm pero en cambio no cumpliría con el requerimiento de boro inferior a 0.5 ppm, llegando a alcanzar este un valor de 0.894 ppm.

Respecto de la presión de alimentación, como se puede observar ha descendido desde los 78.8 bar del caso anterior hasta los 71.76 bar de este.

Este diseño no sería válido para el caso de producir agua de calidad para riego, a no ser que se coloque un segundo paso para afinar la eliminación de boro en este. Llegados a este punto del diseño la posibilidad de insertar un segundo paso todavía no se va a plantear ya que este supone una mayor inversión y un mayor coste energético, con lo cual, habiendo soluciones para diseñar con un solo paso, tal y como se vio en caso 1, no se pretende diseñar un segundo paso.

CASO 3 Proyección a 25°C con membranas de paso cerrado (TM820M-440)

En este tercer caso se retoma el diseño realizado en el caso 1 pero esta vez se le cambia la temperatura para comprobar que la calidad producida a 25°C también es aceptable bajo las premisas de calidad requeridas. Tal y como se puede comprobar, este diseño no consigue bajar la concentración de boro del permeado por debajo de 1ppm.

Comparando el caso 1 con el 3 se puede comprobar lo que ya se introdujo de forma teórica anteriormente, el incremento de temperatura del agua de alimentación incrementa el paso de sales, pasando la concentración de boro del Caso 1 al Caso 3 de 0.488 ppm a 1.018 ppm y a su vez reduce la presión requerida y por tanto el consumo específico, pasando éste de 3.016 kWh/m³ a 2.729 kWh/m³ en el caso 3.

Por tanto, este tercer caso, sin la utilización de un segundo paso, en caso de altas temperaturas del agua de alimentación no cumpliría con la requisición en cuanto a concentración de Boro que se requiere, ni para agua potable ni para uso agrícola.

CASO 4 Proyección a 25°C con membranas de paso abierto (TM820V-440)

Esta proyección tiene el mismo diseño base del caso 2 pero ahora la diferencia es que es a 25°C de temperatura. Como se puede observar, el efecto del incremento de temperatura en los parámetros de diseño sigue el mismo patrón que el indicado en el caso anterior, el incremento de temperatura empeora la calidad del permeado y mejora el consumo específico.

Hasta ahora las dos proyecciones base que se han realizado (Caso 1 y 2) se observa que a alta temperatura (Caso 3 y 4) ninguna de las propuestas cumple con el requerimiento de producir agua con concentración de boro inferior a 0.5 ni a 1 ppm. Dados los resultados es necesario buscar configuraciones alternativas.

A partir de ahora, todas las proyecciones se van a realizar a alta temperatura, ya que como se puede ver es el factor limitante para conseguir la calidad del agua permeada.

Solo cuando se encuentre la configuración que produzca agua con calidad suficiente entonces se volverá a realizarlas proyecciones a baja temperatura para comprobar que el sistema produce de forma estable y eficaz también en esas condiciones y con un consumo específico aceptable.

CASO 5. Proyección a 25°C con configuración híbrida.

En la introducción teórica se habló de que dentro de un mismo tubo de presión las membranas que mayor cantidad de agua producen son las dos primeras. También se ha comprobado en las cuatro proyecciones anteriores que dependiendo de la tipología de membrana (abierta o cerrada) se pudo obtener un agua de mayor o menor calidad, entendiendo mayor calidad como menor contenido en sales.

En este caso lo que se pretende es aplicar ambos principios dentro de un tubo de presión. Es decir, se pretende introducir en un mismo tubo de presión membranas de diferente tipo, ubicadas estratégicamente como para que el permeado total del tubo de presión aumente la calidad del agua, pero a su vez reduzca el consumo específico.

Lo que se ha proyectado aquí es instalar 2 membranas abiertas al comienzo del tubo de presión que maximicen la producción de agua con bajo rechazo de boro, pero lo suficiente como para entrar en calidad. Esto se produce porque las dos primeras membranas todavía no tienen alta concentración de sales como ocurre con las últimas membranas del tubo de presión, con lo que, aunque tengan poco rechazo de boro este puede ser suficiente como para cumplir con las concentraciones máximas requeridas. Las 5 membranas restantes se simulan cerradas, de forma que maximizan el rechazo de boro ya que el agua está mucho más concentrada en sales. Como era de esperar, el resultado en cuanto a rechazo de boro tiene un valor intermedio entre el caso 3 y el 4 pero sin llegar a alcanzar la calidad mínima requerida.

Dado que no ha sido suficiente por ahora en él dice no se va a continuar utilizando el concepto de sistema híbrido. Este se volverá a introducir con posterioridad.

CASO 6 Introducción de un segundo paso de ósmosis inversa en el diseño.

Hasta ahora se ha visto que a 25°C ninguno de los casos simulados cumple con los requerimientos mínimos de calidad definidos con lo que la siguiente acción sería introducir un segundo paso en el diseño el cual mejorase el rechazo de sales y por tanto redujese la cantidad de boro en el permeado. Dado que el segundo paso va a suponer un incremento sustancial en el consumo específico y una mejora importante en la calidad del agua se opta por tomar como diseño base para el primer paso el Caso 4 el cual tenía el menor de los consumos específicos y a su vez la peor calidad de agua permeada.

El resultado es que el consumo específico como era de esperar empeora pasando a ser de 3.399 kWh/m³ y la calidad el agua mejora desde 1.681 ppm de boro en el caso 4 hasta 0.846 ppm de boro después del segundo paso, concentración suficiente para cumplir con la calidad requerida para consumo, pero no para riego.

Es importante indicar que en aquellos casos en los que se introducen segundos pasos como este, el flujo En el primer paso aumenta debido a que el caudal de agua permeada del primer paso ha de ser superior al anterior, de forma que después de pasar el agua por el segundo paso, con su conversión (89.9%) el caudal ha de ser el requerido de 10.000 m³/día. Este incremento de flujo hace que se produzca un incremento en la necesidad de presión a aplicar, con lo cual en el consumo específico final.

CASO 7 Introducción de un segundo paso de ósmosis inversa a partir de Caso 3.

Como se ha visto en el Caso 6, partiendo del Caso 4 no se consigue producir agua con las dos calidades requeridas, ni siquiera incorporando el segundo paso, con lo cual en este caso se va a realizar la misma experiencia, pero esta vez partiendo del Caso 3, con

membranas más cerradas con lo que se espera conseguir calidad suficiente después de los dos pasos.

Al igual que ocurría en el caso anterior, debido a que se solicita la misma producción de agua final, 10.000 m³/d con el segundo paso tiene una conversión del 89.9%, la producción del primer paso ha de ser mayor, y por tanto el caudal de aporte. Al pasar más agua por la misma superficie de membranas, la velocidad aumenta.

En este caso la presión a aplicar también aumenta pasando de 71.3 bar en el Caso 3 a 73.75 en este caso. Además, hay que añadir que para pasar el agua por el segundo paso hay que rebombear todo el caudal de permeado del primer paso a una presión de 12.09 bar lo cual también supone un incremento en el consumo específico, pasando de 2.729 KWh/m³ en el caso 3 a 3.606 KWh/m³ en este caso.

Respecto de la calidad del permeado mejora sensiblemente bajando la concentración de boro de 1.018 kWh/m³ en el caso 3 a 0.50 kWh/m³ en este caso.

Si se presta atención a la calidad de agua permeada del primer paso y se compara con la del Caso 3 originario, se puede ver que al haber aumentado sensiblemente el flujo medio de 12.134 lm²/h a 13.496 lm²/h la calidad del agua se ha visto mejorada, pasando de 1.018 ppm de boro en el Caso 3 a 0.947 ppm en el presente caso.

Es importante reseñar que este Caso 7 es el primero de todos los analizados hasta ahora que a 25 °C es capaz de producir agua con la calidad requerida tanto para consumo humano como para riego.

CASO 8: Incremento de flujo mediante la reducción del número de membranas.

En el caso anterior no solo se consiguió que el agua permeada cumpliera con la calidad para ser utilizada para riego, sino que además es el primer caso en el que se consigue producir agua con calidad de agua potable (< 1 ppm Boro), poniendo el primer paso solamente a un flujo de 13.496 lm²/h en lugar de a 12.134 lm²/h.

En este caso, lo que se hace es intentar alcanzar un flujo del entorno de los 13.496 lm²/h en el primer paso, partiendo del Caso 3. Este incremento de flujo mientras se mantiene el caudal de producción de 10.000 m³/día se consigue reduciendo el número de tubos de presión de 120 a 108.

El resultado es que efectivamente, se consigue con un solo paso agua de calidad potable y con un consumo específico de 2.732 KWh/m³.

Este Caso 8 sería una buena solución en caso de poder producir solamente con calidad potable, pero al ser necesario que la planta también produzca con calidad para riego se tendría que construir un segundo paso, pero entonces, debido al factor de conversión del segundo paso el flujo subiría excesivamente, con lo que no es una buena solución de diseño para esta instalación.

CASO 9. Implementación del sistema híbrido de membranas sobre el Caso 8.

Dado que en el Caso 8 se consiguió que el permeado contuviese una concentración de boro inferior a 1 ppm simplemente incrementando el flujo, en este caso se realiza la misma proyección, pero con configuración híbrida de membranas para ver si también se sigue consiguiendo esta calidad de agua, pero bajando el consumo específico.

Como se puede observar, efectivamente se consigue que el consumo específico baje de 2.732 kWh/m³ a 2.607 kWh/m³ pero en cambio la calidad de agua se ve mermada hasta el punto de no poder ser considerada como agua apta para riego ni para potable, con lo que se ha de desestimar este caso.

CASO 10 Configuración híbrida más segundo paso.

En las proyecciones anteriores se ha demostrado que, al aumentar el flujo, la calidad del agua mejora y al mismo tiempo la configuración híbrida mejora el consumo específico, pero en cambio ésta empeora ligeramente la calidad del agua frente a la configuración no híbrida. Por tanto, en este caso se propone que se conjugue la configuración híbrida e introducir un segundo paso.

Es obvio que para mantener el flujo en los valores alrededor de 13.5 lm²h se vuelve a la solución de 120 tubos de presión y que el caudal a producir por el primer paso ha de ser mayor para que la producción final sea la de 10.000 m³ requerida, tal y como pasaba en el Caso 7.

El resultado es que con un solo paso no se consigue agua con calidad ni de ser utilizada para consumo ni para riego, en cambio el permeado del segundo paso sí es apta para consumo humano, pero no para riego, ya que su concentración de boro es de 0.615 ppm.

CASO 11 Recálculo de Caso 7 a 12°C.

Hasta ahora, de todos los casos planteados solamente el Caso 7 da unas calidades de agua adecuadas tanto para consumo como para riego y con un consumo específico aceptable. Llegado este punto es el momento de comprobar si esa misma configuración es capaz de trabajar bajo las condiciones de diseño, pero esta vez a 12°C.

Es de esperar que el sistema en cuanto a calidades va a mejorar muchísimo, pero en cuanto a consumo específico va a empeorar ya que debido al descenso de la temperatura la presión a aportar va a aumentar.

Se puede comprobar que la presión a aportar excede el límite máximo permitido por el fabricante de membranas (>83bar), con lo que el diseño planteado no es válido.

CASO 12 Incremento del número de tubos de presión.

Llegados a este punto, la única forma de reducir la presión de alimentación al sistema es reduciendo el flujo lo cual se puede conseguir aumentando el número de tubos de presión.

Este caso está basado en el Caso 11 pero se pasa de 120 a 130 tubos de presión con lo que el flujo medio se reduce de 13.498 lm^2h a 12.459 lm^2h .

Con esta reducción de flujo, a la temperatura de 12°C la presión de alimentación al sistema baja de los más de 83 bar del caso 11 a 79.59 bar. Respecto de la calidad del agua, en estas condiciones de temperatura es excelente ya que, a este flujo, el sistema es capaz de producir agua con una concentración de boro de 0.186 ppm, valor muy por debajo de los dos límites marcados como máximo.

En cuanto al consumo específico éste es 4.131 kWh/m^3 .

CASO 13 Comprobación del diseño a alta temperatura.

Una vez que se ha conseguido encajar el diseño del bastidor para que los parámetros de funcionamiento queden dentro de los rangos establecidos dentro de las guías de diseño del fabricante en este caso se ha de volver a simular el mismo diseño, pero a la máxima temperatura esperada de 25°C.

Como se puede observar el sistema diseñado es capaz de producir agua por debajo de 1ppm de boro sin mayor problema, pero en cambio la producción por debajo de 0.5 ppm no se consigue, alcanzando como menor valor la concentración de 0.53 ppm.

CASO 14 Reducción de la conversión del segundo paso de ósmosis inversa.

El objetivo de este caso es conseguir aumentar la calidad de agua permeada a 25°C basándonos en el caso anterior, es decir, con el incremento de número de tubos de presión de 120 a 130 Uds.

La forma de hacerlo es reduciendo sensiblemente la conversión del segundo paso, de 89.9% a 86.9%. Adoptando esta medida se consigue que el permeado total contenga una cantidad de boro de 0.482 ppm, valor que entra dentro de los dos límites máximos de producción. En este caso el consumo específico es de 3.677 kWh/m^3

Este caso cumple con todos los requisitos de calidad de agua, tanto a baja como a alta temperatura, al igual que tiene todos los parámetros de proceso dentro de los límites marcados por el fabricante. Esta sería una posible solución para la producción de agua a alta temperatura (25°C) y cuando ésta va a ser utilizada para riego y por tanto su requerimiento en concentración de boro es <0.5 ppm.

CASO 15 Comprobación del diseño a baja temperatura.

Al igual que se hizo anteriormente, ahora se ha de comprobar que el diseño del caso 14 con la reducción de la conversión al 86.9% no tiene ningún tipo de efecto negativo al descender la temperatura de 25 a 12°C.

Como se puede observar, la calidad de agua cumple perfectamente con los requerimientos, de hecho, el valor obtenido de 0.168 ppm es excesivamente bajo, con lo que se está produciendo un consumo energético excesivo en producir agua de una calidad muy superior a la requerida en cualquiera de los dos límites máximos establecidos. En todo momento los parámetros de diseño están dentro de los límites marcados por el fabricante en su guía de diseño, pero el consumo específico es relativamente alto, siendo en este caso de 4.334 kWh/m³.

CASO 16 Introducción de Split.

Como se puede observar el consumo específico es un poco alto y por ello en los próximos casos se va a intentar reducir el mismo mediante la introducción del Split en el diseño.

En este caso el Split necesario es del 60.5%. Con ello se consigue que el agua producto tenga un contenido en boro de 0.868 ppm. Respecto del consumo específico se consigue 2.888 kWh/m³.

Este caso sería una solución para los meses de producción a alta temperatura (25°C) y cuando el agua va a ser utilizada para consumo humano.

CASO 17 Introducción de Split recalculando a 12°C

Una vez determinado que en el Caso 16 a 25°C mediante la utilización del Split se puede llegar a conseguir la calidad de agua requerida con una reducción del consumo específico considerable respecto del resto de casos anteriores en este caso lo que se pretende es replicar el cálculo a 12°C e intentar maximizar el Split de forma que también se minimice el consumo específico al tiempo que se mantiene la calidad de agua requerida.

Así se observa que con un Split del 75.51% se consigue una concentración máxima de boro de 0.43 ppm al mismo tiempo que el consumo específico se reduce a 3.024 kWh/m³ respecto de los 4.334 kWh/m³ que se conseguían en el caso 15 sin utilizar Split.

CASO 18 Uso de un solo paso a baja temperatura

Dados los excelentes resultados en cuanto a calidad del agua permeada por el primer paso en los casos 12 y 15 a baja temperatura (12°C), en este caso se va a prescindir del segundo paso y se va a simular solamente un paso de ósmosis dado que, si se cumple

con los requerimientos de calidad, en consumo específico asociado a un solo paso de producción es sustancialmente menor al de dos pasos.

Así se observa que la concentración cumple perfectamente con los parámetros tanto de uso agrícola como para consumo humano, siendo así el valor de concentración de boro de 0.452ppm. Respecto del consumo específico se observa que su valor es 2.797 kWh/m³, valor inferior al 3.024 kWh/m³ del Caso 17.

CASO 19 Determinación de las presiones mínimas de bombeo.

Una vez que ya se tienen claros tanto el diseño como los diferentes modos de funcionamiento a que se va a someter la planta en función de la temperatura del agua de aporte así como de la calidad de agua requerida, se ha de determinar las presiones mínimas de funcionamiento de los bombeos de alimentación a ambos pasos. No nos olvidemos que todo el estudio comparativo se ha realizado con las peores condiciones en cuanto a requerimiento de presión, es decir, con una edad media de las membranas de 3 y 5 años respectivamente para el primer y segundo paso.

Ahora en este caso se vuelve a simular el Caso 16 ya que es el que menor requerimiento de presión tenía, pero esta vez se tienen en cuenta membranas nuevas. El resultado es que las presiones de alimentación pasan a ser 67.36 bar y 5.798 bar para los dos pasos respectivamente, siendo estas las menores que han sido calculadas hasta ahora, con lo que éstas han de ser tenidas en cuenta para la selección de los equipos que conformarán la planta.

En cuanto a la calidad del agua esta sigue teniendo un contenido en boro inferior a 1ppm y el consumo específico asociado es de 2.773 kWh/m³.

CASO 20 Comprobación de Caso 14 a condiciones de membranas nuevas.

Siguiendo la misma metodología que en el caso anterior, en este caso se pretende recalculer el caso que resultó mejor opción para la producción de agua a 25°C con una calidad de agua para riego, es decir, con un contenido máximo en boro de 0.5ppm, pero esta vez con una edad de las membranas de cero años, lo cual equivale a condiciones de inicio. Como se puede observar el consumo específico teórico se reduce sensiblemente, y al mismo tiempo también mejora la calidad del permeado final, lo cual era de esperar.

CASO 21 Comprobación de Caso 18 a condiciones de membranas nuevas.

De forma similar se afronta este caso, en el que se actualiza el caso que mejor resultó para producir agua a 12°C y para ambas calidades de agua. En este caso, se vuelve a hacer con edad de membranas de cero años. Como se puede observar la mejora no es tan

sustancial como en los casos de 25°C, de lo que se puede deducir que el envejecimiento de las membranas las afecta sobre todo en su rango de trabajo de altas temperaturas.

2.8 Conclusión del Estudio Comparativo

Haciendo balance de todos los casos planteados hasta ahora, se puede resumir que:

- El número de tubos de presión del primer paso es 130 Uds.
- El número de membranas por tubo de presión del primer paso es de 7 Uds./tubo.
- El número de tubos del segundo paso es de 38 + 19 Uds.
- El número de membranas por tubo del segundo paso es de 6 Uds./tubo.
- El sistema ha de ser diseñado de forma flexible para que sea capaz de producir los 10.000 m³/día de agua requerida con un solo paso o con dos.
- El sistema ha de ser diseñado para poder extraer un Split de permeado de entre 0% y 80%
- Con este diseño, el modo más idóneo de operar es:
- A baja temperatura (12°C) y para conseguir calidad de agua para consumo humano (Concentración máxima de Boro <1 ppm). La forma idónea de operación es con un solo paso (CASO 18).
- A baja temperatura (12°C) y para conseguir calidad de agua para riego (Concentración máxima de Boro <0.5 ppm). La forma idónea de operación es con un solo paso (CASO 18).
- A alta temperatura (25°C) y para conseguir calidad de agua para consumo humano (Concentración máxima de Boro <1 ppm). La forma idónea de operación es con dos pasos y utilizando un Split del 60.5% (CASO16)
- A alta temperatura (25°C) y para conseguir calidad de agua para consumo riego (Concentración máxima de boro <0.5 ppm). La forma idónea de operación es con dos pasos sin utilización de Split (CASO 14).
- Las presiones de aporte a cada bastidor de ósmosis inversa para la producción definida de 10.000 m³/día, teniendo en cuenta las variaciones de temperatura entre 12 y 25°C y teniendo en cuenta el grado de ensuciamiento de las membranas, entre 0 y 3 años en primer paso y entre 0 y 5 años en segundo, se resumen en la tabla 2.6:

	MAXIMO	MINIMO	UNIDADES
PRIMER PASO	m ³ /día	m ³ /día	
CAUDAL DE ALIMENTACIÓN	25572	22222	m ³ /día
PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN	75,67	67,36	bar
SEGUNDO PASO	m ³ /día	m ³ /día	
CAUDAL DE ALIMENTACIÓN	11507	4113	m ³ /día
PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN	12,06	5,798	bar

Tabla 2.6 Resumen de presiones y caudales.

3 BASES DE DISEÑO

El presente proyecto está centrado en la realización del estudio de alternativas de las diferentes opciones de diseño del sistema de ósmosis de la desaladora en cuestión y a partir del mismo el desarrollo de todos los sistemas adjuntos al mismo.

El objetivo de este apartado es proporcionar una descripción técnica de la planta, prestando especial atención a las especificaciones y características de los principales procesos y equipos mecánicos seleccionados.

En él se describe de un modo detallado el alcance de suministro específico de los equipos en el mismo orden en que se encuentran en la línea de tratamiento propuesta.

Además de lo diseñado en el presente proyecto, hay una serie de actuaciones a las cuales hay que prestar atención y gestionar adecuadamente a la hora de acometer la actuación y por tanto se deberían de tener en cuenta y gestionar los siguientes puntos:

- La toma de agua de mar, bombeo y conducciones hasta la planta
- EL almacenamiento y transporte de agua producto
- La descarga de salmuera en el mar
- Permisos y visado de proyectos
- Legalización de las instalaciones y compras de terreno
- Línea eléctrica hasta la subestación
- Accesos
- Seguros especiales
- Inspección y dirección de obra

El proceso de desalación empleado es de ósmosis inversa en 2 pasos, los cuales serán utilizados o no en función de la calidad de agua que se requiera, así como de la temperatura del agua y estado de conservación de las membranas, tal y como se desarrollará posteriormente. La conversión global del sistema se encuentra entre un 41-44%

El primer paso de ósmosis inversa tiene una conversión de diseño del 45%, produciendo un caudal de permeado con una concentración de boro inferior a 0.5 o 1 ppm, en función del caso estudiado que aplique. Para determinados casos de operación, entre el 75 y el 100% de este caudal será conducido a un 2ª paso parcial (como afino de boro) con una conversión del entorno del 90% de diseño en 2 etapas. De este modo, y tras la mezcla posterior de ambos permeados, se asegura una concentración de boro inferior a 0,5 ppm para el rango de temperaturas de diseño y edad de las membranas, tal y como se marcaba como objetivo al comienzo del presente proyecto.

En los anexos 5 y 6 se encuentran los cálculos denominados “Dimensionamiento” en donde se realiza el cálculo de los equipos principales que componen el proceso definido para la planta. Los cálculos han sido realizados para cuatro escenarios diferentes, agrupados en dos cálculos diferentes, en el anexo 5:

- Concentración de B requerida <1ppm y 12°C
- Concentración de B requerida <1ppm y 25°C

En el anexo 6 se encuentran los cálculos para:

- Concentración de B requerida <0.5ppm y 12°C
- Concentración de B requerida <0.5ppm y 25°C

Los datos básicos de diseño son los que se muestran a continuación en la tabla 3.1:

Producción final de la planta	1.500.000 m³/día
Producción modular	500.000 m³/día
Factor de conversión de la planta	Entre 41 y 44%
Horas de funcionamiento diarias	24 horas
Tipo de agua bruta a tratar	Agua de mar
Temperatura máxima del agua bruta	25°C
Temperatura mínima del agua bruta	12°C
Línea de pretratamiento químico primer paso	Hipoclorito sódico
	Cloruro férrico
	Bisulfito sódico
	Dispersante
	Hidróxido sódico

Línea de pretratamiento químico segundo paso	Dispersante
Línea de post-tratamiento del producto	Anhídrido carbónico
	Cal
	Hipoclorito sódico

Tabla 3.1 Resumen de datos de diseño.

Esta información se pueda ampliar consultando el anexo 4. Diagrama de bloques
Seguidamente se relacionan las unidades principales que integran la solución adoptada.

PRETRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

- Dosificación de Hipoclorito Sódico
- Dosificación de Cloruro Férrico
- Primera etapa de filtración por gravedad
- Bombeo de baja presión
- Filtración por cartuchos
- Dosificación de Bisulfito
- Dosificación de antiincrustante primer y segundo paso
- Dosificación de Hidróxido Sódico segundo paso.

PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA

- Bombeo de alta presión
- Ósmosis inversa primer paso con una etapa
- Sistema de intercambio de presión
- Bombeo de recirculación
- Bombeo de alta presión segundo paso
- Ósmosis inversa segundo paso con dos etapas.

POSTRATAMIENTO

- Dosificación CO₂
- Dosificación de cal
- Dosificación de hipoclorito

OTROS SERVICIOS AUXILIARES

- Equipo de control distribuido
- Equipo de aire de instrumentos y servicios
- Equipo de lavado de filtros de arena
- Equipo de limpieza química de membranas
- Equipo de desplazamiento
- Equipo de tratamiento de efluentes

3.1 Códigos y normativas aplicables

En cuanto a normativa aplicable al presente proyecto le aplica toda la correspondiente a instalaciones industriales, lugares de pública concurrencia. Entre ella destacan los diferentes reglamentos, electrotécnicos y eléctricos, de aparatos a presión y de almacenamiento de productos químicos. Pero, entre toda la normativa aplicable, dado el carácter claramente de definición del proceso del presente TFG, cabe destacar el RD 140/2003 y el RD 902/2018, ambos dos referentes a calidad de agua para consumo humano.

3.2 Especificaciones generales de la planta

3.2.1 Configuración

Dadas las dimensiones de la instalación la configuración será la siguiente:

- La planta se dividirá en tres fases, cada una de ellas de una capacidad de producción de 500.000 m³/d.
- Cada una de estas fases a su vez se dividirá en dos líneas paralelas de producción, de 250.000 m³/d cada una.
- Cada línea se dividirá en 25 bastidores de capacidad productiva de 10.000 m³/d.

3.2.2 Tuberías

El material seleccionado para las tuberías de la instalación se indica a continuación y ha sido elegido en concordancia con las necesidades derivadas de su uso.

Dentro del área de proceso de la planta desaladora, para las tuberías de baja presión de pequeño diámetro, serán utilizados Polipropileno (PP) o Cloruro de Polivinilo (PVC) con una presión nominal (PN) de 10. Para mayores diámetros se utilizará Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) con una presión nominal (PN) de 1, 6, 10 y 16 (dependiendo de su localización dentro del proceso).

- Tubería de Alta Presión

Estas tuberías serán fabricadas en acero superduplex para aquellos casos en los que estén en contacto con agua de mar. El schedule (SCH) se decidirá en función de la temperatura, la presión y el diámetro, y deberá ser calculado usando el código ASME con un espesor adicional para aumentar la resistencia a la corrosión.

- Tubería de Productos Químicos

Para todos los productos químicos se usarán materiales como Polipropileno (PP), Cloruro de Polivinilo (PVC), Fluoruro de Polivinilideno (PVDF), acero al carbono y acero inoxidable; que cuentan con las características especiales y las resistencias adecuadas para estos productos.

3.2.3 Ventajas del material seleccionado para la construcción de equipos mecánicos y tuberías

En relación con los materiales de fabricación de los equipos, a continuación, se destacan sus principales ventajas:

Aceros Superduplex como materiales de construcción para los elementos de alta presión como tuberías, válvulas, bombas, etc. Una de las principales características de este material es que cuenta con una gran Resistencia tanto mecánica como anticorrosiva, mucho más alta que los materiales más comunes como por ejemplo el acero AISI 904L, según se muestra en la figura 3.1:

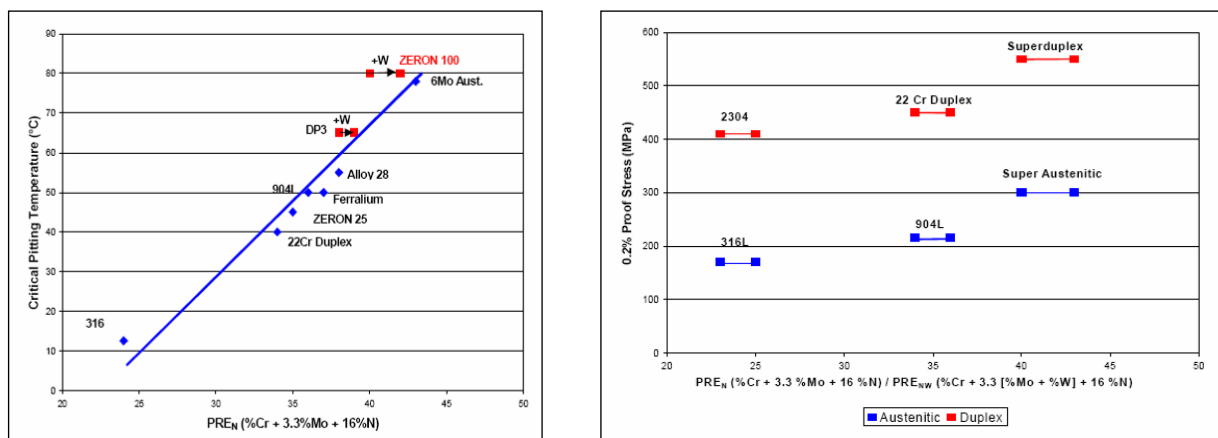


Figura 3.1. A la izquierda, Temperatura crítica de picaduras versus PREN para algunos aceros inox. A la derecha, PREN versus Prueba de estrés del 0.2% para algunos aceros inoxidables. [Byrne et al, International Desalination Association Congress, Bahrain 2003]

Para tuberías de baja presión se usan PP, PVC y PRFV. Estos materiales pueden aplicarse en aplicaciones tanto con agua de mar como con agua producto.



Figura 3.2. Tuberías de PP en obra. Planta desaladora por OI, Skikda (Argelia).

- Han sido ampliamente utilizadas en plantas desaladoras durante las últimas décadas. Las principales ventajas de su aplicación son:
 - Alta Durabilidad;
 - Excelente Resistencia ante elementos oxidantes y corrosivos;
 - Alta Resistencia en ambientes abrasivos;
 - Baja necesidad de mantenimiento y de peso ligero;
 - Baja rugosidad interna, que se traduce en una baja pérdida de carga, consumo energético, etc.



Figura 3.3. Tuberías de PRFV y PP en obra. Planta desaladora por EDR más grande del mundo, Abrera (Barcelona)

- Las tuberías en PRFV serán adecuadamente pintadas y protegidas para evitar la entrada de luz al agua que pasa por su interior. También se minimiza el crecimiento biológico interno.
- Otras de las ventajas del diseño de tuberías propuesto son:
 - Todos los materiales de construcción de tuberías, válvulas, etc., en contacto con el agua serán adecuados e inofensivos para la producción de agua potable. Todos estos materiales estarán en conformidad con las normativas y los códigos internacionales y locales;
 - Todas las tuberías incluirán indicaciones de la dirección de la corriente, así como colores para mostrar el tipo de flujo que circula en su interior;
 - La distribución de tuberías será desarrollada para minimizar en la medida de lo posible los cruces entre tuberías, dotando de mayor amplitud y libertad de movimiento en las operaciones de mantenimiento;
 - Se ha seleccionado una velocidad de circulación reducida del agua dentro de la tubería. De ese modo, la presión, las pérdidas de energía y el efecto golpe de ariete en el agua se reducen al mínimo;

- En los colectores principales están incluidas las válvulas de drenajes y las tuberías. Además, se incluyen bocas de hombre para su inspección;
- Las tuberías incluirán juntas de expansión de acuerdo con el estrés y los cálculos de expansión térmica.

3.2.4 Suportación de tuberías

En la presente memoria, los términos "perchas y soportes" incluirán todos los conjuntos de suspensión, ensamblajes de soporte, soportes de carga constante, anclajes, guías, abrazaderas estabilizadoras, amortiguadores de vibración, bandejas, soportes, accesorios, acero estructural y otros artículos misceláneos necesarios para soportar la tubería de una manera apropiada.

En fases más avanzadas del proyecto deberán ser diseñado y planificado el montaje de resortes para apoyos de tipo constante a todos los lugares en que sea necesario para evitar la transferencia de la tensión de un soporte a otro o a un equipo terminal; así como en los lugares de apoyo, cuyo los movimientos verticales de las tuberías son demasiado grandes para ser manejados adecuadamente por resortes de soporte variables. Los resortes para apoyo constante deberán ser de un diseño que compense la variación normal en la fuerza de soporte de los resortes helicoidales, proporcionando así la fuerza de apoyo constante a lo largo de un rango de recorrido total, que será de al menos 20 mm mayor que el máximo movimiento real de la tubería.

Los conjuntos de apoyo constante deberán estar equipados con un medio de bloqueo del resorte contra el movimiento durante la construcción, la prueba hidrostática etc. El uso de contrapesos en sustitución de los resortes de apoyo no estará permitido. El soporte de los sistemas de resortes deberá ser del tipo de resorte cerrado, y tendrá una escala grabada en fábrica indicando la carga que muestra las posiciones calientes (en funcionamiento) y fría (temperatura ambiente).

Cada conjunto de resortes incorporará una varilla de suspensión de acoplamiento ajustable para permitir el ajuste de la carga. Todos los apoyos de los resortes tendrán por objetivo permitir al menos $\pm 10\%$ de desviación de la carga en obra respecto a la calibración de carga en fábrica.

La fuerza de apoyo proporcionada por los resortes de soporte tipo variable no deberá variar más de un 20% entre las posiciones frías y calientes, y los apoyos de este tipo no podrán ser utilizados en cualquier punto en el que tal cambio en la fuerza de apoyo no pueda ser implementado con la seguridad permitida.

Los sistemas de resortes de apoyo variable deberán incorporar una gama de resortes con una longitud máxima de trabajo a fin de reducir la longitud total del conjunto.

Todos los colgadores de tubería y soportes de apoyo se pueden unir a la tubería y los soportes de la estructura de tal manera que quedarán verticales cuya la tubería está en condiciones de funcionamiento. En la medida de lo posible, perchas y soportes deberán ser del mismo tipo y montaje de componentes. Todas las perchas deberán ser cuidadosamente ajustadas. Después, las comprobaciones de puesta en marcha de la planta confirmarán si todos los soportes y apoyos estén en la posición correcta.

3.2.5 Valvulería

Las especificaciones y características de las válvulas dependen de su aplicación: agua de mar a baja presión, agua de mar a alta presión, etc.

- Aislamiento para agua de mar a baja presión:
 - Tipo: Mariposa
 - Rango de presiones nominales dependiendo de su localización (PN6, PN10 o PN16 bar)
 - Materiales de fabricación:
 - Partes en contacto con agua de mar: acero con revestimiento de halar o superduplex
 - Cuerpo: acero al carbono revestido con caucho o elastómero
 - Aislamiento para agua de mar a alta presión (diámetro medio):
 - Tipo: Macho
 - Rango de Presión: ANSI-600
 - Material de fabricación: superduplex
 - Válvulas de Control para agua de mar:
 - Rango de Presión: dependiendo de la localización
 - Material de fabricación: superduplex en aquellas partes en contacto con agua de mar.
- Aislamiento para agua producto a baja presión:
 - Tipo: Mariposa
 - Rango de presiones dependiendo de la localización (6, 10 o 16 bar)
 - Material de fabricación:
 - Partes en contacto con agua de mar: acero con revestimiento de halar o superduplex
 - Cuerpo: acero al carbono revestido con caucho o elastómero
 - Aislamiento de las líneas de agentes químicos:
 - Tipo: bola, aguja, etc., dependiendo de su localización
 - Rango de Presión: dependiendo de la localización

- Material de fabricación: PP, PVDF o AISI-316, en función del agente químico

4 LISTADO DE EQUIPOS DE LA PLANTA

En este capítulo se ha incluido una breve descripción de los principales equipos relacionados con cada una de las etapas de esta planta de desalinización de ósmosis inversa que se explican en detalle en los capítulos posteriores. Es importante mencionar que todos los equipos aquí incluidos se refieren siempre a la capacidad de producción diaria de 500.000 m³/día, es decir para una de las tres fases. En caso de necesidad de ampliar a la segunda o tercera fase simplemente habría que multiplicar estas cantidades por dos o tres respectivamente. En la tabla 4.1 se indican las características técnicas más importantes de los principales equipos a instalar.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
CAPTACIÓN: las tuberías de captación y rejas no se encuentran en el alcance de suministro de Valoriza Agua		
Bombas de Captación	Seis más una (6+1)	Bomba Vertical Q = 8.800 m ³ /h H= 12 m P=450 kW Incluye 2 VFD (dispositivos variadores de frecuencia). Material: super duplex Grado 5A/6A
PRETRATAMIENTO: compuesto por procesos físicos y químicos. Principales etapas: Filtros multicapa de Gravedad, y Filtros de Cartuchos		
Filtración Multicapa por Gravedad	Cuarenta y ocho (48)	Tipo Horizontal (Longitud: 16 m; Anchura: 8 m) Caudal Nominal Unitario (48 unidades): 978-1.044 m ³ /h; Velocidad de filtración: 7.6-8.2 m/h; Lecho: Antracita, Arena, Grava, granate (Altura total del lecho: 1.8 m) Contra lavado con agua: (2+1) bombas de (Q:5120 m ³ /h;H:20m) Contra lavado con aire: 3 (2+1) soplantes (Q:7.040 m ³ /h; P: 156 kW)
Bombeo de baja presión	Doce más una (12+1)	Bombas horizontales Caudal unitario: 4.500 m ³ /h

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
		Altura manométrica: 40 m Potencia: 560 kW Material: partes húmedas en Super Duplex con PREN>40 Incluyen VFD
Filtros de Cartuchos	Treinta y dos (32)	Tipo: Filtros perforados de polipropileno (5 micras) Número de cartuchos por filtro: 410 unidades Velocidad de filtración: 10.8-12.12 m/h Tamaño del cartucho: 70" Material: PRFV Presión Nominal de Diseño: 6 bar
PRETRATAMIENTO QUÍMICO: incluyendo; Coagulante; Metabisulfito de Sodio, Anti incrustante para 1er y 2º Paso de Ol, e Hidróxido de Sodio.		
Hipoclorito de Sodio	Un (1) Skid	Dosificación por choques, Bombas dosificadoras: 4+1; Cuatro (4) tanques de PRFV. Capacidad unitaria: 250 m³ Caudal: 1.000 l/h
Coagulante Cloruro Férrico	Un (1) Skid	Dosificación continua, Dos (2) tanques de PRFV. Capacidad: 60 m³ Cuatro más una (4+1) bombas dosificadoras Caudal: 50 l/h
Metabisulfito de Sodio	Un (1) Skid	Dosificación por choques; - Dos (2) tanques de dilución en PRFV con mezcladores Capacidad Unitaria: 100 m³ - Cuatro más una(4+1) bombas dosificadoras Caudal: 160 l/h

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
Anti incrustante 1^{er} Paso	Un (1) Skid	Dosificación continua, - Dos (1) tanque en PRFV. Capacidad: 15 m ³ - Cuatro más una (4+1) bombas dosificadoras Caudal: 12 l/h
Anti incrustante 2^o Paso	Un (1) Skid	Dosificación continua, - Dos (1) tanque en PRFV. Capacidad: 10 m ³ - Cuatro más una (4+1) bombas dosificadoras Caudal: 6 l/h
Hidróxido de Sodio	Un (1) Skid	Dosificación continua, - Dos (2) tanques en PRFV. Capacidad: 40 m ³ - Cuatro (4+1) bombas dosificadoras Caudal: 200 l/h
ÓSMOSIS INVERSA: dos pasos con recuperación de energía		
Bombeo Booster previo al 1^{er} Paso de OI	Veinticinco (25)	Bombas horizontales Q: 1.000 m ³ /h, H: 105 m.c.a P = 400 kW Material principal: acero Super Duplex con PREN>40. No incluyen VFD
Bombeo de Alta Presión previo al 1^{er} Paso de OI	Veinticinco (25)	Bombas horizontales Q: 1.000 m ³ /h, H: 624 m P = 2,250 kW Material principal: acero Super Duplex con PREN>40. No incluyen VFD
Recuperadores de Energía (ERD) del 1^{er} Paso de OI	Veinticinco (25) skids	Intercambiador de presión tipo ERI PX-Q300 18 unidades / skid Caudal por Skid: 1.044-1.172 m ³ /h

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
Bombeo de Recirculación del 1^{er} Paso de OI	Veinticinco (25)	Bombas horizontales Q: 1,044-1.172 m³/h H: 40.8 m P: 200 kW Material principal: acero Super Duplex con PREN>40. Incluyen VFD.
Bombeo de Alta Presión previo al 2º Paso de OI	Cuatro (25)	Bombas horizontales Q: 1,000 m³/h, H: 148.5 m P : 560 kW Material principal: AISI-316. Incluyen VFD.
Bastidores de 1^{er} Paso de OI	Cincuenta (50) skids	Cada bastidor estará compuesto por 130 tubos de presión de 7 membranas por unidad. Configuración de una etapa. Rendimiento: 45%.
Membranas 1^{er} Paso de OI	45.500 unidades	Diámetro: 8", longitud: 40", área unitaria: 440 ft² Proveedor: Toray TM820M-440
Tubos de presión del 1^{er} Paso de OI	6.500 unidades	Tipo: Multi-puerto Presión: 1,200 psi Material: PRFV Capacidad: 7 membranas de 8" por tubo
Bastidores de 2º Paso de OI	Cincuenta (50) skids	Cada bastidor está compuesto por: Configuración de dos etapas. 1ª Etapa: 38 tubos de presión de 8 membranas 2ª Etapa: 19 tubos de presión de 8 membranas Rendimiento: 87-90 %.
Membranas 2º Paso de OI	17.100 unidades	Diámetro: 8", longitud: 40", área unitaria: 400 ft² Proveedor: Toray TM720-400
Tubos de presión del 2º Paso de OI	2.850 unidades	Tipo: Multi-puerto Presión: 300 psi Material: PRFV

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
		Capacidad: 8 membranas de 8"
Tanques de Permeado del 1^{er} Paso de OI	Dos (2)	Tanques metálicos circulares Volumen unitario: 2.000 m ³
Tanques de Permeado del 2^o Paso de OI	Dos (2)	Tanques circulares Volumen: 2.000 m ³
POST – TRATAMIENTO: Remineralización (con dióxido de carbono y calcita) Hipoclorito de Sodio e Hidróxido de Sodio para el ajuste final de pH y LSI		
Almacenamiento y dosificación de CO2	Un (1) sistema	- Dos (2) tanques de almacenamiento Capacidad: 100 Toneladas por unidad - Dos (2) Evaporadores Capacidad: 255 kg/h por unidad -Una (2) bomba de dilución Caudal: 270 m ³ /h
Dosificación de Cal	Dos sistemas (2)	-Dos (2) bombas de lechada de cal de 8 m ³ /h. -Dos (2) depósitos de preparación de lechada de cal de 5 m ³ . -Dos bombas de permeado de 240 m ³ /h a 20 m.c.a. -Cuatro (4) saturadores de cal de 8m de diámetro. -Dos (2) bombas de agua saturada, de 250 m ³ /h a 20 m.c.a.
Hipoclorito de Sodio	Un (1) sistema	Dosificación continua, - Dos (1) tanques de PRFV. Capacidad: 60 m ³ -Cuatro más una (4+1) bombas dosificadoras Caudal: 60 l/h
Limpieza In Situ – Cleaning In Place (CIP) y Flushing: incluye bombeo, tanques de almacenamiento, filtro de cartuchos y equipamiento auxiliar		
Bombas de Flushing	Dos (1+1)	Bombas Horizontales Caudal: 810 m ³ /h Altura Manométrica: 45.9 m Potencia: 160 kW

DESCRIPCIÓN	UNIDADES INSTALADAS	CARACTERÍSTICAS
		Material principal: AISI-316L.
Bombas de CIP	Dos (1+1)	Bombas Horizontales Caudal: 683 m ³ /h Altura Manométrica: 45.9 m Potencia: 132 kW Material principal: AISI-316L.
Tanque de limpieza de OI	Uno (1)	Capacidad: 100 m ³ Material: PRFV. Incluye 3 calefactores eléctricos (P:100 kW).
Otros elementos del sistema CIP	1 sistema de cartuchos	1 filtro de cartuchos con 130 cartuchos por filtros. Tamaño de los cartuchos: 60".

Tabla 4.1 Características técnicas de los principales equipos.

A continuación, se indican unos rendimientos aproximados para las principales etapas de tratamiento:

- 1^{er} Paso de OI: 43%
- 2^o Paso de OI: 90%
- Rendimiento global de la planta: aproximadamente del 41%, supeditado a las condiciones de operación

En lo referente a estos rendimientos cabe destacar que:

- Estos valores, que podrían considerarse como conservadores, han sido los utilizados al desarrollar el diseño de la planta. De este modo, en cierta manera se está garantizando el funcionamiento y la disponibilidad de la planta incluso en las peores condiciones de operación.
- El rendimiento de la OI puede aumentarse bajo diversas condiciones de operación. Nuestro diseño de la planta así lo permítela decisión de hacerlo o no depende de los costes de operación, la disponibilidad de agua de mar, etc.

En los apartados posteriores puede encontrarse una descripción individual de cada uno de los equipos mencionados anteriormente, incluyendo una explicación de los motivos por los que son necesarios a la hora de alcanzar los objetivos de esta planta desaladora de agua de mar por Ósmosis Inversa.

5 ESTACIÓN DE BOMBEO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR

El agua de mar entra a la planta a través de un bombeo de captación. A fin de suministrar agua de mar a las siguientes etapas del pretratamiento, han sido seleccionadas cinco (6+1) bombas horizontales. Dichas bombas se controlan usando dos (2) variadores de frecuencia (VFD) de modo que se pueda ajustar continuamente la entrada de agua de mar, manteniendo un funcionamiento constante adecuado a las condiciones de operación. Esta configuración da una alta flexibilidad para trabajar con caudales de producción reducidos.



Figura 5.1. Captación de agua de mar. Desaladora de agua de mar de Perth (Australia).

El criterio de diseño de estas bombas de captación es el indicado en la tabla 5.1:

BOMBAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR	
Tipo	Bombas verticales
Unidades	Cinco (6+1)
Caudal	8.800 m ³ /h
Altura Manométrica	12 m
Motor	450 kW
Variadores de Frecuencia	2 Unidades
Material	Super duplex

Tabla 5.1 Datos principales de bombas de agua de mar.

Antes de enviar el agua de mar a la siguiente etapa del pretratamiento, se monitorizan continuamente varios parámetros para comprobar que la calidad de dicha agua es aceptable. Para ello se utiliza la siguiente instrumentación:

- Un (1) transmisor de temperatura
- Un (1) analizador de hidrocarburos
- Un (1) transmisor de pH
- Un (1) transmisor ORP (Oxidation Reduction Potential)
- Un (1) transmisor de turbidez
- Dos (2) caudalímetros con totalizador
- Un (1) transmisor de conductividad
- Un (1) medidor manual de SDI (Silt Density Index)

Todos estos elementos envían una señal en tiempo real con sus mediciones al sistema central de control además de proporcionar dichas mediciones in-situ a través de pantallas. El sistema central de control mostrará las alarmas necesarias en caso de que cualquiera de los valores de estos parámetros no sea el adecuado.

6 PRETRATAMIENTO: FILTRACIÓN

6.1 Filtros de gravedad

El primero de los pretratamientos físicos es una etapa de filtración multicapa con doce (48) unidades por gravedad con un lecho de filtración de tres capas: antracita, arena, granate y grava.

El objetivo de esta etapa es eliminar los sólidos en suspensión del agua sin tratar que no se ha eliminado mediante las rejillas. Este se complementa con un conjunto de filtros de cartuchos para la limpieza de la entrada de agua del mar a las membranas de ósmosis inversa.



Figura 6.1. Filtros de Gravedad Planta desaladora de agua de mar por OI, Águilas (España)

Las principales características de esta etapa de filtración se incluyen en la tabla 6.1:

FILTROS DE GRAVEDAD MULTICAPA	
Tipo de filtración	Gravedad
Número de unidades	48
Velocidad de filtración	7.6-8.2 m/h
Área de filtración	6.144 m ²
Área de filtración unitaria	128 m ²
Materiales	Hormigón
Dimensiones	Longitud: 16 m Anchura: 8 m
Lecho de filtración	Altura total de la cama: 1.8m Número de capas: 3
Lecho: primera capa	Elemento: Antracita Altura de la capa: 0.6 m Granulometría: 1.2 – 2 m
Lecho: segunda capa	Elemento: Arena Altura de la capa: 0.9 m Granulometría: 0.6 – 1 m
Lecho: Tercera capa	Elemento: Granate Altura de la capa: 0.2 m Granulometría: 0.3-0.6
Lecho: Cuarta capa	Elemento: Granate Altura de la capa: 0.1 m Granulometría: 1.5 – 2.5 m

Tabla 6.1 Principales datos de filtros multicapa.

Una capa de antracita de gruesa (hay otro tipo con aproximadamente la mitad de la granulometría) se ha implementado porque este lecho filtrante específico permite mejorar la capacidad de filtración en términos de cantidad, que es el objetivo más importante en una primera etapa de filtración. También es destacable que la antracita gruesa reduce la caída de presión del proceso.



Figura 6.2. Filtro de gravedad Colector. Desaladora de agua de mar por OI, Águilas (España)

6.2 Bombeo de baja presión

Debido a las características de las siguientes etapas del pretratamiento (filtros de presión y filtros de cartuchos), serán instaladas cinco (4+1) bombas horizontales para su alimentación.

Sus características más relevantes se encuentran en la tabla 6.2:

BOMBEO DE BAJA PRESIÓN	
Tipo	Bombas horizontales
Número de bombas	12 en operación y una en espera
Caudal	3.955-4.439 m ³ /h
H	40 m.c.a
Consumo energético	559 kW
Tanques de aspiración	2
Volumen por tanque	6.500 m ³

Tabla 6.2 Datos principales de bombas de baja presión.

La presión de estas bombas se controla a través de VFD instalados en sus motores que la regularan en función de las condiciones de operación (temperatura, pérdida de carga en el sistema, etc.)

6.3 Contralavado de los filtros multicapa

Los Filtros multicapa deben ser periódicamente contralavados y enjuagados para retirar los sólidos en suspensión contenidos en el agua de mar ya que su presencia incrementa la pérdida de carga y consecuentemente el deterioro de la calidad del agua producto. El sistema de contralavado propuesto estará constituido tanto por bombas para inyectar agua, como por soplantes (para introducir aire). A fin de automatizar el proceso se colocarán también válvulas automáticas en cada filtro.

Las características principales del sistema de lavado se muestran en la tabla 6.3:

FILTROS MULTICAPA: CONTRALAVADO CON AGUA [*]	
Tipo	Bombas horizontales
Número de bombas	Dos más una (2+1) unidades
Caudal	5.220 m ³ /h
H	20 m
Potencia	355 kW con VFD
Mínimo caudal de contralavado	15 m ³ /m ² /h
Máximo caudal de contralavado	43 m ³ /m ² /h
FILTROS MULTICAPA: CONTRALAVADO CON AIRE	
Tipo	Soplante de aire de émbolo rotatorio
Número de soplantes	Dos más una (2-1)
Caudal	7.040 m ³ /h at 0.6 bar
Requerimiento de aire	57-60 m ³ /m ² /h

Tabla 6.3 Datos principales de equipos de contralavado.

El contralavado con agua se puede hacer ya sea con salmuera o con agua de mar. En el presente trabajo fin de grado, el contralavado de los filtros se va a suponer que se realiza con salmuera.

6.4 Filtros de cartuchos

Instalar Filtros de cartuchos como etapa final del pretratamiento asegura que no lleguen sólidos en suspensión a las membranas de OI. La etapa de filtración de cartucho ha sido siempre un estándar en el último tramo de tratamiento previo a la OI, mostrando una elevada fiabilidad durante décadas.

Las características más significativas de los filtros de cartuchos seleccionados se muestran en la tabla 3.4:

FILTROS DE CARTUCHOS	
Tipo	Filtros perforados de polipropileno
Capacidad de filtración	5 micras
Número de unidades	32
Velocidad de filtración	10.8-12.12 m/h
Tamaño de los cartuchos	70"
Número de cartuchos	410 unidades por filtro
Material	PRFV

Tabla 6.4 Datos principales de los filtros de cartuchos.



Figura 6.3. Filtros de Cartuchos. Planta desaladora de agua de mar por OI, Perth (Australia).

Esta etapa se considera obligatoria como etapa de seguridad final para proteger las membranas no sólo de los elementos procedentes del agua de mar, sino también contra los contaminantes que puedan provenir de la propia instalación: pequeñas piezas de tuberías y equipos, etc.

6.5 Dosificación química

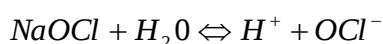
En una planta de desalación están presentes varias dosis de reactivos químicos. El objetivo de estas dosis es ajustar las características del agua a las requeridas por los

tratamientos físicos previos y las etapas de OI. A continuación, se incluye una descripción de esta parte de la instalación.

6.5.1 Hipoclorito de sodio

El cloro (Cl₂) ha sido utilizado durante muchos años en el tratamiento de agua para su desinfección y control del crecimiento de los microorganismos, debido a su capacidad para desactivar rápidamente la mayoría de las especies patógenas. La eficacia de cloro es dependiente de su concentración, el tiempo de exposición, y el pH del agua. Además, la cloración y decloración continua del agua de alimentación ha sido la norma durante años en el pretratamiento de desalación. Sin embargo, son bastante comunes los problemas de contaminación biológica aguas abajo del punto de desinfección con cloro. Se cree que el cloro reacciona con la materia orgánica en el agua y se descompone a fragmentos más biodegradables. Puesto que no hay cloro presente en las membranas de OI, los microorganismos pueden crecer allí al tener una oferta de nutrientes mayor, a menos que el sistema sea esterilizado con mucha frecuencia. Por lo tanto, el método de cloración / decloración continua es cada vez menos popular. La elección de continua / discontinua o incluso ninguna en absoluto se tiene que hacer más adelante, durante la operación de la planta, y de acuerdo a los requisitos locales. La instalación propuesta puede trabajar con todas estas posibilidades.

Se ha considerado que el cloro se dosifica en forma de hipoclorito de sodio (NaOCl) debido a sus buenas características. En el agua se hidroliza este producto a ácido hipocloroso, de acuerdo con esta reacción:



El punto de aplicación estará en la tubería de captación, que permite un tiempo de contacto suficiente a lo largo del pretratamiento.

Debido a esto, se ha incluido una instalación de dosificación en esta planta. La dosificación de hipoclorito de sodio en los equipos principales se describe a continuación en la tabla 6.5:

SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO	
Tipo de dosificación	Por choques (5 horas a la semana)
Químico	Hipoclorito de sodio (12.5%)
Número de bombas dosificadoras	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	1000 l/h

Tabla 6.5 Datos principales de dosificación de hipoclorito de sodio.

Estas bombas dosificadoras cuentan con regulación automática de velocidad para su control y ajuste. Además, se incluyen filtros de entrada, válvulas de seguridad y válvulas de aislamiento.

6.5.2 Coagulante

Las partículas en el agua tienen una carga negativa de origen natural. Esto hace que se repelan entre sí y permanezcan en suspensión. Cuando se desestabiliza esta carga, las partículas ya no se repelen entre sí, y pueden llegar a estar a una menor distancia unas de otras. Un elemento químico llamado un coagulante se puede mezclar con el agua bruta de entrada para desestabilizar estas cargas. Los coagulantes proporcionan una carga positiva, en forma de cationes metálicos que desestabilizan la carga negativa natural de las partículas. Los cationes metálicos se combinan con hidróxido en el agua para formar un hidróxido metálico que es un compuesto insoluble. Las partículas desestabilizadas y el hidróxido del metal podrán precipitar después de su aglomeración en pequeñas partículas visibles llamadas flóculos.

Los coagulantes comunes son el sulfato de aluminio y el cloruro férrico. Para plantas de tratamientos de membrana, el sulfato de aluminio no se utiliza, debido a que puede producir problemas de incrustaciones importantes. Por lo tanto, el cloruro férrico se prefiere en este caso, aunque el sistema de dosificación permita el uso de otros reactivos para este propósito.

Dependiendo del agua de mar y las condiciones de operación, puede ser necesario dosificar coagulante antes de la etapa de filtración por gravedad.

Por este motivo se ha incluido en la planta un sistema de dosificación específico, cuyas características más relevantes se incluyen en la tabla 6.6:

DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE	
Tipo de dosificación	Continua (24h/día)
Químico	Cloruro Férrico 40%
Número de bombas dosificadoras	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	50 l/h
Número de tanques	2Uds. de 60 m ³

Tabla 6.6 Datos principales de equipo de preparación de coagulante.

Estas bombas dosificadoras cuentan con regulación automática de velocidad para su control y ajuste. Además, se incluyen filtros de entrada, válvulas de seguridad y válvulas de aislamiento.

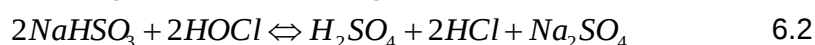


Figura 6.4 Dosificación química. Planta desaladora de agua de mar por OI, Perth (Australia)

6.5.3 Metabisulfito de sodio

El agua de alimentación debe ser decolorada para evitar la oxidación de las membranas de ósmosis inversa. El primer signo de ataque de cloro sobre una membrana de OI es la pérdida de flujo de la membrana seguido de un aumento posterior en el flujo de membrana y del paso de sales. Esto se evita usando un agente químico reductor para eliminar los oxidantes. En este caso, el meta bisulfito de sodio se utiliza tanto por su bajo precio como por sus buenas características.

La reacción química de esta aplicación se muestra en las fórmulas 6.1 y 9.2:



Según esta reacción, al menos un 1.34 mg de metabisulfito de sodio elimina 1.0 mg de cloro libre. En la práctica, sin embargo, se usan cantidades mayores por cuestión de seguridad.

De todos modos, las dosis de reactivos químicos tienen que mantenerse en los niveles más bajos posibles, conservando el agua bruta en su forma natural tanto como sea posible. Una sobredosis no supone ninguna ventaja técnica en la planta y produce un aumento de los costes de tratamiento del agua.

El punto de aplicación estará en la tubería colocada antes de la entrada a los bastidores de OI. La mezcla del reactivo se realiza mediante un mezclador estático.

Los datos más significativos de esta Dosificación se muestran en la tabla 6.7:

METABISULFITO DE SODIO	
Tipo de dosificación	Por choques (Coincidiendo con la Cloración por choques)
Concentración del producto	500 g/l
Número de bombas dosificadoras	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	160 l/h
Número de depósitos	2
Volumen de los depósitos	100 m ³ con sistema de agitación

Tabla 6.7 Datos principales de dosificación de metabisulfito sódico.

Las bombas dosificadoras cuentan con regulación de velocidad para su control y ajuste. Cada bomba incluye un filtro de entrada, válvulas de aislamiento y válvulas de seguridad.

El bisulfito de sodio se suministra en forma de polvo en big-bags, así que tiene que ser diluido en agua de servicio. Debido a ello, las bombas no son necesarias para su transferencia. Necesita espacio suficiente en el almacén para ser dejado para su almacenaje en forma de polvo.

Debido a la naturaleza de este producto, su utilización puede resultar molesta para los trabajadores si tienen que lidiar con ello directamente. Para permitir la descarga sin la necesidad de la participación de los trabajadores, se ha incluido un sistema automático.

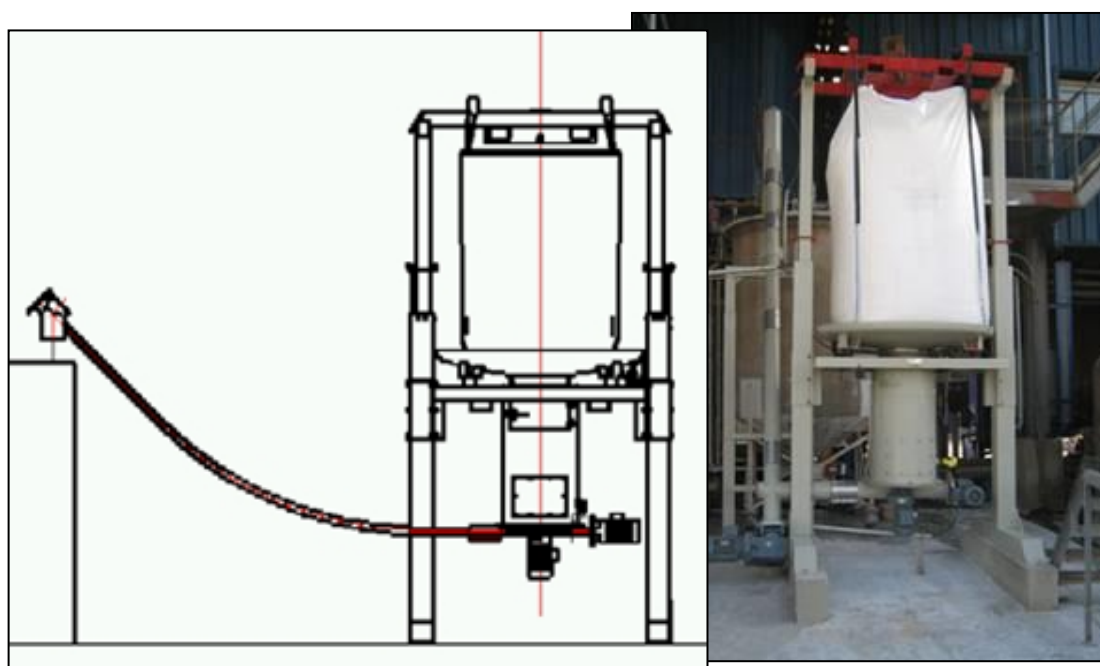


Figura 6.5 Sistema de descarga automática de metabisulfito de sodio en polvo.

6.5.4 Anti incrustante

Los inhibidores de incrustaciones (anti incrustantes) se utilizan para controlar principalmente el carbonato, el sulfato, y la aparición de fluoruro de calcio. Hay productos comerciales altamente eficaces disponibles para este uso, como por ejemplo Permatreat PC (forma líquida) de la empresa NALCO, u otros similares. Actualmente existe una amplia experiencia en el uso de estos productos.

En este caso, el punto de aplicación estará en la tubería de entrada a filtros de cartucho. La mezcla del reactivo se realiza mediante un mezclador estático.

Los datos principales de esta Dosificación son:

ANTI INCRUSTANTE PARA EL 1 ^{ER} PASO DE OI	
Tipo de dosificación	Continua (24 h/día)
Número de bombas	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	12 l/h
Número de tanques	1
Volumen por tanque	15 m ³
Capacidad de almacenamiento por tanque	14 días
ANTI INCRUSTANTE PARA EL 2 ^º PASO DE OI	
Tipo de dosificación	Continua (24 h/día)
Número de bombas	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	6 l/h
Número de tanques	1
Volumen por tanque	10 m ³
Capacidad de almacenamiento por tanque	14 días

Tabla 6.8 Datos principales de dosificaciones de antiincrustante

Las bombas dosificadoras cuentan con regulación de velocidad para su control y ajuste. Cada bomba incluye un filtro de entrada, las válvulas de aislamiento y una válvula de seguridad.

6.5.5 Hidróxido de sodio

Los niveles de boro son actualmente una de las preocupaciones más importantes en la calidad del agua producto de una planta desaladora de agua de mar. En este caso, se requieren niveles máximos <1 ppm si el agua va a ser para uso potable y <0.5 ppm si esta va a ser utilizada para riego, tal y como se definió al comienzo del presente trabajo.

El principal problema en la eliminación de boro mediante técnicas de ósmosis inversa es que éste se encuentra en forma de ácido bórico y no tiene carga iónica. De este modo, es capaz de formar puentes de hidrógeno con los grupos activos de las membranas difundir a través de ellas de igual forma que lo haría el agua.

El rechazo de boro en membranas de ósmosis inversa suele encontrarse entre el 40% y el 60% lo que deja una concentración excesivamente alta en el permeado, dependiendo de la concentración del aporte. Diversos estudios muestran como el tratamiento de este permeado a pH elevado es un método bastante efectivo y económico para eliminar el boro. En estas condiciones, el boro pasa de su forma ácida a borato, el cual es retenido en las membranas de ósmosis inversa con mayor facilidad.

En la siguiente gráfica se puede observar las diferentes formas de encontrar el boro en disolución, dependiendo de su pH. Como puede verse en la siguiente figura. La forma dominante (borato o ácido bórico) depende del pH:

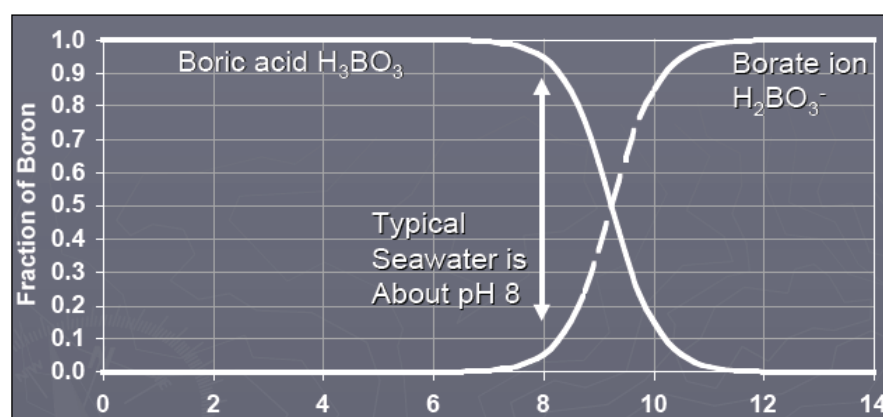


Figura 6.6, Diferentes formas del boro en disolución acuosa en función del pH.

Un pH más alto supone una mayor concentración de iones de borato, que se puede eliminar más fácilmente por la OI. Esto es así porque las membranas de OI son muy eficientes en la eliminación de especies cargadas, como el ion borato, en lugar de moléculas neutras, como el ácido bórico. Debido a ello, se ha implementado la posibilidad de aumentar el pH en el agua permeada de primer paso antes de introducirla en el segundo paso, mediante la dosificación de hidróxido de sodio.

El punto de aplicación estará en la tubería de entrada al 2º paso de OI. La mezcla del reactivo se realiza mediante un mezclador estático.

Las características más representativas de esta dosificación son:

HIDRÓXIDO DE SODIO PARA PRETRATAMIENTO	
Tipo de dosificación	Continua
Químico	Concentración de hidróxido de sodio del 50%
Número de bombas dosificadoras	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	60 l/h
Número de tanques	2
Volumen por tanque	40 m ³
Capacidad de almacenamiento por tanque	14 días

Tabla 6.9 Datos principales de dosificación de hidróxido sódico.

Es importante mencionar que la dosificación de hidróxido sódico solamente se realizará en aquellos casos en los que sea necesario poner en marcha el segundo paso de ósmosis para producir agua a la calidad requerida y que solamente con el primer paso no sea posible. Esto ocurre solamente con alta temperatura de agua de mar, tanto cuando se requiere agua con contenido en boro inferior a 0.5 ppm (CASO 14) como cuando se requiere calidad por debajo de 1ppm (CASO 16).

7 SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

Una vez que el agua de mar está filtrada y pasa a través de los filtros de cartucho, entra a la zona de OI. Las principales etapas del proceso de ósmosis inversa se describen en las secciones siguientes de este capítulo.

7.1 Características principales del proceso de ósmosis inversa

- Diseño Split: reduce el tamaño del segundo paso y requiere menos inversión y consumo energético.
- Flux conservador. El flux seleccionado (agua por unidad superficial de membrana) es conservador, siempre inferior a 13 lm²h.
- Membrana especial de eliminación de Boro
- En cada bastidor se ha dejado un espacio disponible para colocar tubos de presión adicionales. Estos espacios libres permitirían aumentar el número de tubos de presión y con ello de membranas y capacidad de tratamiento (26 unidades adicionales por skid, un 20% del total)
- La configuración adoptada ha sido agrupar los bastidores de 10.000 m³/día de dos en dos, con lo que se maximiza el tamaño de las bombas de alimentación y de alta

presión, con lo cual se maximiza su eficiencia, sin sacrificar por ello versatilidad ni flexibilidad en la planta.

- Diseño multilateral de los puertos de conexión de los tubos de presión, lo cual reduce los tiempos de instalación y mantenimiento. El layout también se ve reducido gracias a la instalación de este tipo de puertos.

7.2 Instrumentación de entrada al primer paso de ósmosis inversa

Justo antes de la entrada a los bastidores de ósmosis inversa, hay disponible una línea completa de instrumentación para comprobar que la calidad del agua de mar previamente tratada es adecuada. Incluye:

- Un (1) transmisor de presión
- Un (1) transmisor de pH
- Un (1) transmisor de turbidez, que monitoriza la instalación de forma secuencial en varios puntos
- Un (1) transmisor de conductividad y de temperatura
- Un (1) transmisor redox
- Un (1) medidor de SDI

Todos estos elementos envían en tiempo real las mediciones para al sistema de control, además de proporcionar información en los indicadores in-situ.

A partir de aquí, hay colocado un sistema de derivación por medio de válvulas automáticas de mariposa. Esta derivación se utiliza durante la puesta en marcha de los bastidores. El agua tratada desde el pre-tratamiento se desvía mediante el uso de esta derivación hasta que se confirme que los valores de SDI, turbidez, etc. son lo suficientemente buenos para satisfacer los requisitos de alimentación de OI. La derivación también se puede utilizar en el caso de que se detecten agentes oxidantes u otras situaciones anormales (pH, etc.) en agua de mar sin procesar. En ese caso, se abrirán las válvulas de bypass evitando la entrada de esos elementos a los bastidores de OI.

7.3 Configuración básica de la ósmosis inversa

Al dimensionar el número de elementos que se utilizarán en el proceso de ósmosis inversa, varios puntos deben ser tomados en consideración:

- Es importante conseguir las bombas de presión del mayor tamaño y caudal, para que su eficiencia energética se incremente. Tal y como se ha comentado en el punto anterior, esta es la principal causa de agrupar los bastidores de primer paso de dos en dos como unidad de proceso.

- El número de líneas de OI tiene que ser suficiente para permitir una alta flexibilidad en los flujos de producción de agua de la planta, de ahí que se hayan diseñado 50 bastidores de 10.000 m³/día.
- El número de bastidores de OI no debe ser muy elevado, para facilitar su operación y mantenimiento. Por otra parte, las skids de OI gran tamaño pueden sufrir con mayor frecuencia problemas relacionados, por ejemplo, con fugas en las interconexiones. Con todo lo anterior y con la experiencia de las plantas construidas en los últimos años por las grandes empresas en desalación a nivel mundial, se deduce que un buen tamaño de bastidor es 10.000 m³/día.

Con todo esto en mente, la planta ha sido dividida en un 1^{er} Paso de OI con cincuenta (50) skids y un 2º Paso de OI con dos etapas, que consta de (50) skids que mantienen una relación 3 a 1 en número de membranas favorable a la primera de las etapas. Como se ha comentado antes, estos bastidores, tanto en primer paso como en segundo, se han agrupado de dos en dos para así ser alimentados por una bomba de alta y un sistema de recuperación de energía. Es decir, la unidad mínima de proceso de desalación son dos bastidores.

Este Segundo paso se considera asimilable a un proceso de ósmosis inversa para agua salobre ya que la calidad y pureza del agua a la salida del primer paso es ya muy buena, semejante a este tipo de agua.

El primer paso del proceso de OI contiene los siguientes equipos por tren:

- Una (1) bomba booster (HPBP) con un dispositivo variador de frecuencia (VFD)
- Una (1) bomba de alta presión (HPP)
- Dos (2) skid de OI
- Un (1) sistema de recuperación de energía (ERD), tipo intercambiador de presión.
- Una (1) bomba de recirculación para el ERD con VFD
- El segundo paso del proceso de OI contiene los siguientes equipos por tren:
- Una (1) bomba de alta presión (HPP) con VFD
- Dos (2) skid de OI

En el segundo paso no se usan recuperadores de energía ya que los valores de caudal y presión no son lo suficientemente elevados como para permitir una recuperación significativa de energía que justifique el coste de dichos dispositivos.

La salmuera de este segundo paso tiene una presión que permite la recirculación al tanque de baja presión para que se mezcle con el agua filtrada que entra a los skids de primer paso, lo que mejora la calidad general de esta agua debido a que la salmuera tendrá un valor muy bajo de TDS en comparación con el agua bruta. Esto se deja como una posibilidad abierta, pero en los cálculos de proceso no ha sido tenido en cuenta debido a que esta recirculación,

incrementaría el contenido de boro en el agua de alimentación, puesto que se está realimentando con agua cargada en este ion, lo cual agravaría todavía más el problema de conseguir concentraciones inferiores a 1 y a 0.5 ppm de boro, sobre todo a temperaturas altas.

7.4 Ventajas del diseño propuesto

Las principales ventajas del diseño propuesto son:

- El número de bastidores es suficiente mente alto como para dotar de gran flexibilidad a la producción. Si su tamaño fuera mayor produciría mayores dificultades durante la operación y el mantenimiento de la planta, así como reduciría su flexibilidad de producción.

En el presente proyecto, se ha rechazado la opción de instalar un Centro de Presión (todos los bastidores de una línea trabajan a la misma presión ya que están conectados todos a la misma tubería de alimentación, contra la cual bombean todas las bombas de alta presión y todos los recuperadores de energía), es decir, no existe la asignación directa e intransferible de una bomba de alta a uno (dos en nuestro caso) bastidores. Los motivos por los cuales este concepto ha sido rechazado en cuanto a posibilidad de diseño son los siguientes:

- Los centros de presión generalmente utilizan un número de bombas diferente al de los bastidores, normalmente de mayor tamaño. Esto implica una mayor complejidad en el control y una reducción de la flexibilidad de operación.
- En diseños de centros de presión todos los skids funcionan con la misma presión. En condiciones reales, cada bastidor evoluciona de una manera diferente en función de su nivel de ensuciamiento, horas de operación, etc. Trabajar con todos los skids a la misma presión supone menor flexibilidad y más ineficiencia. Por ejemplo, con el fin de mantener la producción total, todos los skids tendrían que trabajar con casi la misma presión o condiciones que el más sucio, lo que disminuiría su rendimiento.
- Un centro de presión normalmente utiliza bombas de alta presión de gran tamaño para optimizar su eficiencia. En los mejores casos se pueden obtener valores del 87% -88% de la eficiencia. En la configuración propuesta para este proyecto, con una cuidadosa selección de las bombas de alta presión, se han obtenido niveles de eficiencia de ese mismo rango. Las bombas de mayor tamaño supondrían un O&M más difícil, mayores picos eléctricos para la puesta en marcha, menos flexibilidad en la producción, etc.
- En el diseño del centro de presión, se instalan bombas de alta presión en paralelo. Por las leyes de la hidráulica se sabe que cuando esto ocurre, es más difícil asegurar para todas las condiciones óptimas de diseño de piping para que estas trabajen en su eficiencia óptima.

7.5 Primer paso de ósmosis inversa: bombas booster (HPBP)

La presión necesaria para la OI depende de diversos factores como la temperatura y salinidad del agua de mar, la edad de las membranas, la producción de agua, etc. Con el propósito de ajustar esta presión, pueden usarse varios métodos: control mediante válvula a la entrada del bastidor, control por contrapresión de permeado, etc. La solución más eficiente en términos de consumo eléctrico es el uso de bombas booster (HPBP), localizadas previamente a las de alta presión (HPP), y actuadas mediante VFD. Esta es la solución elegida para este diseño (ver la figura 7.1.).

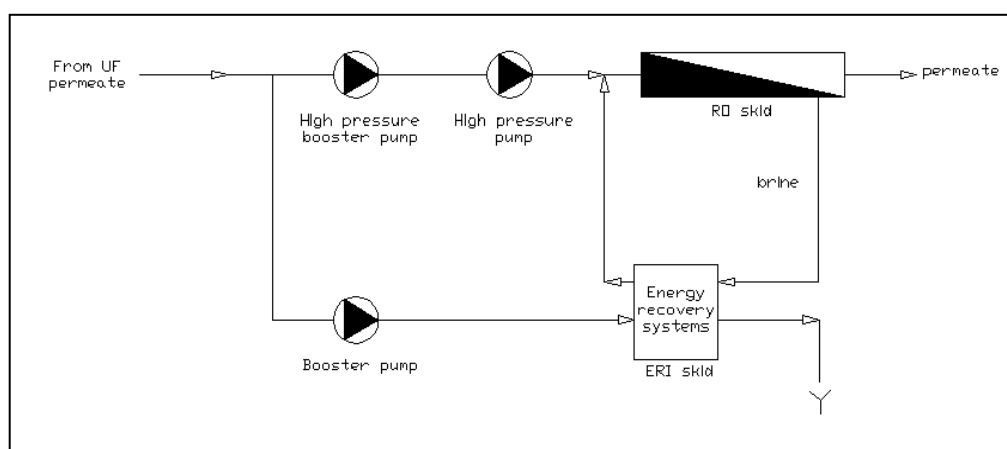


Figura 7.1. Configuración de OI con bombeo de alta presión

Las bombas HPBP cambiarán su diferencia de presión para permitir un mejor ajuste de la presión de entrada a las membranas. Por otra parte, las bombas de alta presión (mayores consumidores eléctricos de la planta) operarán siempre en unas condiciones prácticamente estacionarias y en una zona de máxima eficiencia.

La presión disponible a la entrada se considera de 2 bar que es la de salida del pretratamiento. Las bombas de alta presión proporcionarán la mayor parte de la presión necesaria a la entrada de los racks de OI, pero siempre la misma cantidad aproximada, siendo proporcionada la presión restante por las bombas booster. La distribución de la presión entre las bombas booster de alta presión y bombas de alta presión se ha hecho con el fin de obtener la mejor solución posible, sobre todo en términos de eficiencia energética. Se han considerado todas las posibles condiciones de operación: edad de las membranas, temperatura y salinidad de agua de mar, etc.

Sus especificaciones principales son:

BOMBAS BOOSTER (HPBP)	
Tipo	Bomba horizontal
Unidades	25
Caudal unitario	1.000 m ³ /h
Altura manométrica	105 m
Motor	400 kW
VFD instalados	SI
Material	Acero inoxidable tipo Super Duplex con PREN>40.

Tabla 7.1 Datos principales de bomba booster.

Las tuberías relacionadas con esta parte de la instalación se fabrican en PRFV en las líneas de entrada (baja presión) y acero superduplex en las líneas de salida (de alta presión). Se prestará un cuidado especial en el diseño detallado de la entrada y salida de tubería, para asegurar una distribución adecuada de los caudales.

7.6 Primer paso de ósmosis inversa: bombas de alta presión (HPP)

El fenómeno de ósmosis inversa es un proceso para el cual es necesario aplicar una determinada presión. La presión necesaria para este propósito se suministra mediante las bombas de alta presión (HPP). Estas bombas suponen el consumo eléctrico más alto de toda la planta, por lo que es muy importante para hacer un diseño cuidadoso de ellas. En este proyecto, las bombas han sido diseñadas con el fin de que alcancen una condición de funcionamiento óptima para una temperatura del agua de alimentación de **12-25 °C** y **46.163 TDS**. Según se ha explicado anteriormente, se instalarán VFD en las bombas booster previas las de alta (HPBP) tratando de reducir el consumo energético.

Para este servicio de alta presión, se ha elegido instalar veinticinco (25) bombas, una por bastidor. Sus especificaciones técnicas son:

BOMBAS DE ALTA PRESIÓN (HPP)	
Tipo	Bomba horizontal
Unidades	25
Caudal unitario	1.000 m ³ /h
Altura manométrica	624 m
Motor	2,500 kW
Material	Acero inoxidable Super Duplex PREN>40.

Tabla 7.2 Datos principales de bombas de alta presión.

Las tuberías de alta presión en relación con esta parte de la instalación se fabricarán en acero superduplex. Se prestará especial atención en el diseño detallado de la entrada y salida de la tubería para obtener la distribución adecuada de los caudales.



Figura 7.1 Bombeo de alta presión y sistema ERD. Planta desaladora de agua de mar por OI, Perth (Australia).

7.7 Primer paso de ósmosis inversa: dispositivos de recuperación de energía

La salmuera del primer paso tiene una gran cantidad de energía en forma de presión, la cual es básicamente la misma que se le aportó al caudal de aporte menos la pérdida de carga que ha sufrido al pasar por el circuito. Esta energía puede recuperarse a través de varios sistemas, llamados dispositivos recuperadores de energía (ERD): turbinas, intercambiadores de presión de diversa índole, etc.

Actualmente, los sistemas intercambiadores de presión denominados isobáricos ofrecen una alta eficiencia, y son los propuestos para esta planta. Con esta solución, la presión recuperada de la salmuera se transfiere directamente a la entrada de agua de mar.

Las trayectorias del flujo en un dispositivo intercambiador de presión típico se muestran en la siguiente figura.

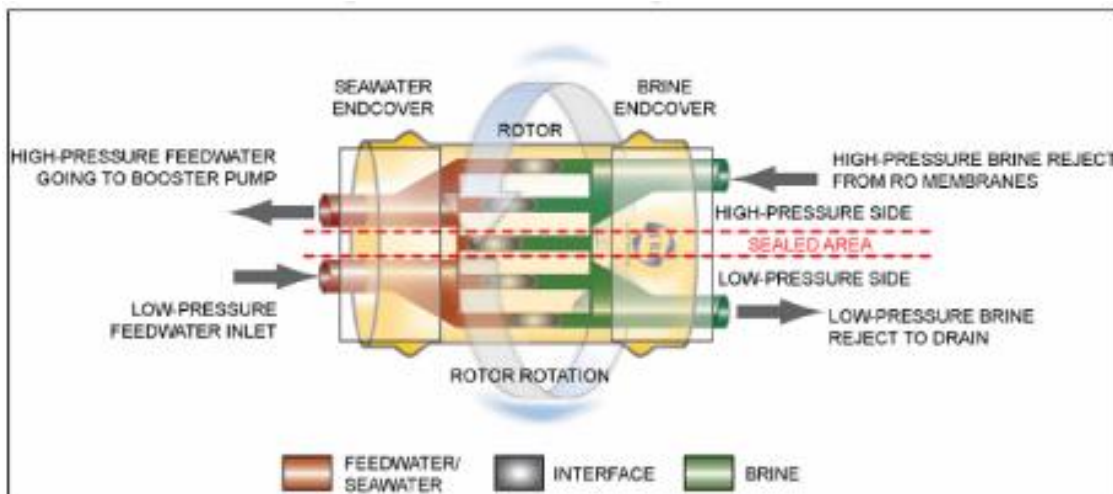


Figura 7.2 Trayectorias del flujo en un sistema recuperador de energía tipo PX (por cortesía de ERI)

Aunque son posibles otros elementos (turbocompresor, etc.), no han sido seleccionados después de haber hecho algunos estudios comparativos de consumos energéticos y disponibilidad a largo plazo de los diferentes sistemas, en los que quedó claramente demostrado que los recuperadores de energía tipo ERI son de los más eficientes y a su vez los más robustos en cuanto a operación y los más sencillos de implantar y operar en cuanto a piping y sistema de control. .

La utilización de turbinas Pelton se ha rechazado por varios motivos, pero principalmente porque, aunque el CAPEX de una turbina Pelton es más barato que el de un intercambiador de presión por cámaras isobáricas, se ha calculado el Coste del Ciclo de Vida completo, incluyendo los costes de operación y mantenimiento (energía, etc.) para tomar la mejor decisión. Finalmente, un ERD de tipo intercambiador de presión por cámaras isobáricas resulta más económico. además, por su utilización más precisa del consumo de energía, es menos sensible a las variaciones del precio de la energía que es algo que sucede con cierta frecuencia

Los intercambiadores presión mediante la tecnología de cámaras isobáricas brindan una gran fiabilidad gracias a la experiencia adquirida en los últimos 20 años, con varios proveedores disponibles actualmente en el mercado: Dweer, ERI, etc.

Los sistemas de intercambio de presión suponen un cierto aumento de la salinidad (de alrededor de 1% a 2,5%) de la entrada de agua de mar sin procesar a los skids de osmosis inversa debido a la mezcla con salmuera que causan. Este incremento ha sido tenido en cuenta para el correcto diseño del sistema de membrana de ósmosis inversa. Formalmente este aumento de salinidad e denominado Mixing.

Para este servicio, se han elegido ocho (25) skids de ERD (uno por bastidor). Han sido instalados de forma dedicada para cada bastidor de primer paso junto con una bomba

de recirculación asociada a cada uno. En cada bastidor irán instalados 17 ERI conectados todos ellos en paralelo.

ERI ha desarrollado recientemente un nuevo modelo de dispositivo de recuperación de energía llamado ERI PX-Q300 tanto con las mismas características de funcionamiento que el PX-300 y una mejora significativa en el nivel de ruido, manteniéndolo bajo la 81 dB sin ninguna cabina insonorizada auxiliar. Por otra parte, los modelos PX no presentan vibraciones y no requieren obra civil adicional ni apoyo estructural en comparación con los dispositivos isobáricos alternativos.

El equipo seleccionado como ERD incluido en nuestra propuesta al tener las mejores características técnicas en el mercado es el modelo PX-Q300 del ERI. Este equipo ofrece algunas ventajas, como 25 años de duración mínima de garantía con lo mejor en su clase y que reduce prácticamente a cero los problemas relacionados con la operación ya que no hay necesidad de sustitución de las piezas de cerámica o de algún cuidado especial durante el mantenimiento.



Figura7.3 Sistema recuperador de energía ERI PX-260 instalado en la planta desaladora por OI de Perth (Australia).

Es la tabla 7.3 se muestran sus características.

DISPOSITIVOS DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA (ERD)	
Líneas	25
Número de cámaras por línea	18
Modelo	ERI PX-Q300
Caudal unitario por PX	56.41-65.64 m ³ /h
Eficiencia	Mínimo garantizado de 97.2%

Tabla 7.3 Datos principales de sistema de recuperación de energía.

Las tuberías relacionadas con esta parte de la instalación se fabrican en acero superduplex para alta presión, y el PP y PRFV para el lado de baja presión. Las interconexiones del PX al colector principal se realizan a través de un acoplamiento tipo Victaulic.



Figura7.4 Recuperador de energía tipo Dweer (Flowserve) en la IDAM de Águilas (España).

7.8 Primer paso de Ósmosis Inversa: bombas de recirculación para ERD

Las bombas de recirculación para ERD son usadas para compensar la pérdida de carga que se produce en los bastidores y en el propio sistema de recuperación. Su función es, una vez el recuperador ha transferido la energía en forma de presión desde la salmuera hasta un caudal similar de aporte al sistema de ósmosis, suministrar el extra de energía necesaria para igualar la presión a la que aporta el sistema de alta presión (bomba HPBP mas HPP) y así ambos flujos unirse para ser introducidos en el bastidor de ósmosis inversa. Esta pérdida de carga depende del nivel de ensuciamiento, la edad de las membranas, la caída de presión en los skids, etc.

Para esta recirculación, se han elegido ocho (25) bombas. Cada bomba se instala conectada a un ERD de forma dedicada.

Las especificaciones más relevantes de estas bombas se muestran en la tabla 7.4:

BOMBAS DE RECIRCULACIÓN PARA ERD	
Tipo de bomba	Bomba horizontal
Unidades	8 (preparadas para una operación N-1)
Caudal unitario	1,150 m ³ /h
Altura manométrica	40.8 m
Motor	200 kW
VFD	Yes
Material	Acero inoxidable tipo Super Duplex

Tabla 7.4 Datos principales de bombas de recirculación de ERD.

7.9 Descripción del diseño del primer paso de Ósmosis Inversa

Al diseñar la etapa más importante de la planta (osmosis inversa) hay varios aspectos que hay que considerar:

- Rendimiento
- Elección de las membranas y la configuración de bastidores: 1er paso/ 2º paso, diseño híbrido y/o partido, tipo de membrana o membranas según el caso, etc.
- Elección del flux, etc.

7.9.1 Elección del Rendimiento

La recuperación de la planta de ósmosis inversa se define como el porcentaje de agua permeada en comparación con el flujo total a la entrada. Los valores normales están entre el 40% y 50%, un rendimiento superior supondría:

- Menor necesidad de agua de mar para la misma producción
- La calidad del agua permeada empeoraría
- El consumo energético podría aumentar, según las necesidades energéticas del pretratamiento, etc.

La principal diferencia entre una tasa de recuperación y otro es que para una menor recuperación la inversión inicial es más alta, pero en cambio se alcanza el consumo energético óptimo.

El valor óptimo de recuperación para un primer paso de ósmosis inversa en agua de mar es el 45%, solamente teniendo que ser esté disminuido cuando debido a la existencia de alguna sal específica en el agua de aporte así como de las condiciones de presión y temperatura, existe riesgo de incrustación de la misma sobre las membranas. Llegados a este punto, la primera medida a tomar es la utilización de agentes químicos antiincrustantes y si aún sigue siendo el riesgo alto debido a la alta concentración de la sal en la corriente

de salmuera, la única forma de evitarlo es reduciendo la concentración de dicha sal, es decir disminuyendo la conversión.

7.9.2 Elección del tipo de configuración y de las membranas

Considerando los parámetros del agua de mar, se han realizado todos los Casos (del 1 al 19) descritos anteriormente. Estos han sido realizados con el programa de simulación del fabricante TORAY ("Toray DS2")

Dado el carácter docente del presente proyecto no se han realizado simulaciones similares con el software de simulación de otros fabricantes. En caso de llevar a cabo el diseño y construcción de las instalaciones aquí descritas, es obvio que, por motivos técnico-económicos se debería realizar estas mismas simulaciones con el resto de softwares de otros fabricantes, especialmente los Casos que han dado pie al diseño.

El diseño de esta sección de la planta en ocasiones es complicado, no sólo por su importancia sino debido a que el comportamiento futuro del agua es inesperado. De esta manera, todo el proceso de diseño debe hacerse teniendo en cuenta la experiencia en instalaciones similares.

Para realizar un buen diseño es fundamental el respetar todas y cada una de las condiciones específicas y de contorno definidas por el fabricante de membranas, tanto en su guía de diseño como en el manual del usuario de las membranas.

7.9.3 Diseño Split de OI

El planteamiento con diseño partido es una aplicación interesante haciendo uso de los avances recientes en la tecnología de membranas de ósmosis inversa.

La disposición del permeado de las membranas se divide en dos corrientes. Una de ellas, que viene de las membranas situadas en las posiciones delanteras (permeado frontal), tiene un contenido muy bajo de TDS y se envía directamente al sistema de potabilización.

Permeado de las membranas colocadas en la parte trasera del recipiente de presión deben ser tratados adicionalmente en un segundo paso de OI.

De esta manera, el diseño dividido significa que el permeado de OI recogido dentro del tubo a presión OI se divide en dos corrientes diferentes, con distintos tratamientos posteriores. De esta manera, el consumo energético global se reduce en comparación con una configuración estándar en la que el segundo paso de OI sería más grande.

En la figura 7.5 se muestra a modo de ejemplo la distribución de caudales en el diseño Split extraído del Caso 16.:

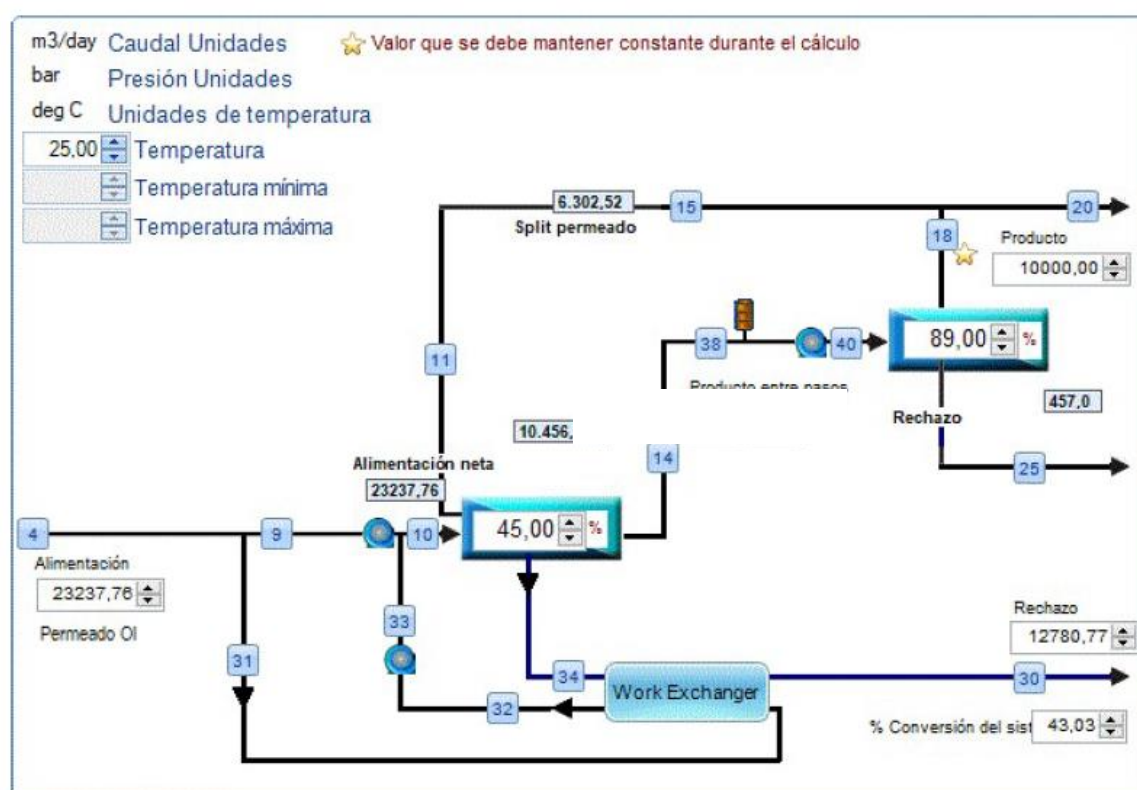


Figura 7.5 Esquema de la Configuración en un diseño híbrido-partido

7.10 Elección del flux del primer paso de ósmosis inversa

El valor del flux de la OI (o producción de permeado por m^2 de superficie de membrana) es un valor importante a definir en una planta desaladora. Se han de considerar varios aspectos:

- Dependerá del número de membranas, la presión de operación, la calidad de permeado, etc.
- Un flux más elevado representa un menor CAPEX de la planta, pero a la larga puede implicar mayor coste de O&M (más consumo energético, mayor limpieza química, etc.)

En este caso, debido a la calidad del agua de aporte y a los requerimientos del fabricante de membranas en la guía de diseño, **el flux seleccionado para el primer paso es menor de $13 \text{ lm}^2\text{h}$** . Para el segundo paso este valor de **flux es siempre inferior a $33 \text{ lm}^2\text{h}$** , llegando a alcanzar incluso un mínimo de 12 para el Caso 16. Consideramos que estos son valores que permiten minimizar el ensuciamiento y optimizar la disponibilidad de la planta.

7.11 Primer paso de ósmosis inversa: bastidores

7.11.1 Configuración

Los tubos de presión, las membranas y los colectores de tuberías se encuentran sobre una estructura metálica, formando lo que se llama un bastidor de OI. Estos elementos son el verdadero corazón de una planta desaladora.

La configuración de los bastidores de OI depende de varios factores: calidad y temperatura del agua de mar, producción requerida, requisitos de calidad del agua producto, etc. En este caso se ha optado por una configuración con dos pasos, considerando los requisitos de calidad tan elevados en el agua producto, principalmente en lo relativo a los niveles de boro, cloro y sodio. Al primer paso también se le podría llamar SWRO (Ósmosis Inversa para Agua de Mar) y al segundo BWRO (Ósmosis Inversa para Agua Salobre).

Para el primer paso se ha usado un diseño Split, tal y como se ha comentado anteriormente y como se muestra en el esquema de la figura 7.6:

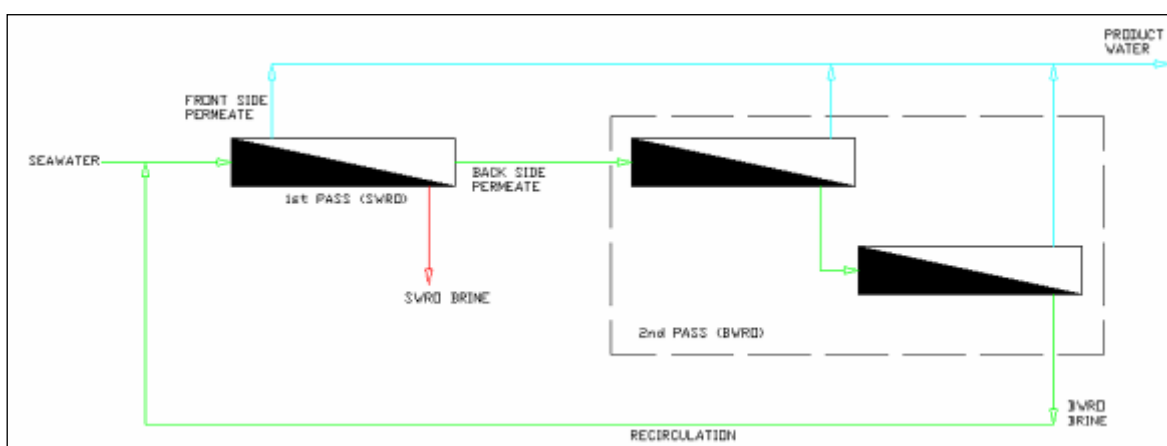


Figura7.6 Esquema de la configuración de una Planta desaladora por OI

La salmuera proveniente de la BWRO tiene la posibilidad de ser enviada de Nuevo a la entrada a la SWRW, lo que permitiría obtener un mayor rendimiento a la vez que se reducirían los consumos energéticos. En este caso en principio no se contempla esta posibilidad debido a que ello incrementaría la concentración de boro a la entrada y su eliminación sería todavía más costosa si cabe. En cualquier caso, se deja esta posibilidad abierta por si a futuro los requerimientos fuesen menos restrictivos y se pudiera llegar a utilizar.



Figura 7.7 Bastidores de OI. Planta desaladora de agua de mar por OI, Perth (Australia)

La configuración básica de los bastidores de OI se muestra en la tabla 7.5:

CONFIGURACIÓN DE LA OI	BASTIDORES 1^{ER} PASO DE OI	BASTIDORES 2^º PASO DE OI
Número de etapas:	1	2
Número de bastidores	Cincuenta (50)	Cincuenta (50)
Distribución de membranas por bastidor:	130 tubos de presión de 7 membranas de 8" cada uno	57 (38:19) tubos de presión de 6 membranas de 8" cada uno
Espacio adicional disponible por bastidor:	26 tubos de presión	--
Rendimiento	45%	86-90%

Tabla 7.5 Configuración de bastidores de primer y segundo paso

Las estructuras de suportación estarán fabricadas con perfiles de acero, granallando con arena a un metal blanco, y pintadas de acuerdo a las normas. Todas las

líneas de permeado se construirán en PP PN10 y PRFV apto para producción de agua potable. Las tuberías de alta presión están fabricadas en acero inoxidable superduplex.

7.11.2 Tubos de Presión para OI

Las membranas de OI se instalan dentro de tubos de presión fabricados en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), ocho (7) unidades por tubo para el primer paso y seis (6) para el segundo. Estos recipientes a presión tienen que resistir en condiciones seguras la presión máxima presente en el proceso en todas las condiciones.



Figura 7.8 Bastidores de OI. Planta desaladora de agua de mar por OI, Águilas (España).

Las principales características de los tubos de presión son:

- Ratio de presión: 1,200 psi
- Material de fabricación: PRFV, e interconectores en superduplex
- Tipo: Puerto lateral. Multipuerto.
- Capacidad por tubo: 7 membranas de 8" de diámetro y 40" de longitud

El número de tubos de presión a instalarse en cada uno de los bastidores de SWRO es de ciento treinta (130) unidades, así que el número total del primer paso al completo es de seis mil quinientos (1,500) unidades.

Para el caso del segundo paso, la ratio de presión será de 300 psi y cada uno alojará 6 membranas. El número de tubos a instalar en segundo paso será de dos mil ochocientos cincuenta (2.850) unidades.

Cada tubo de presión incluye un punto de muestra de permeado. Además, un panel central de punto de muestreo se incluirá para cada plataforma. Cada tubo deberá estar equipado con un puerto de muestreo dedicado en la línea de permeado. Esto proporcionará una conexión directa con la corriente de permeado. El punto de muestreo deberá permitir,

en caso necesario, el acceso para el sondeo (tubo) para determinar la calidad de permeado en diferentes puntos a lo largo del tubo de presión.



Figura 7.9 Punto central de muestreo de un bastidor. Planta desaladora de agua de mar por OI, Skikda (Argelia).

Los cierres extremos incorporan un mecanismo de cierre de apertura rápida aprobado y deberán estar diseñados para minimizar la fuerza requerida para instalar y quitar el encabezado. El mecanismo de bloqueo se diseñará de modo que el fallo de cualquiera de los componentes del mecanismo no permitirá que se libere. El mecanismo de bloqueo se diseñará de modo que se permita un aseguramiento visual sencillo de que todos los componentes están en condiciones de servicio, en su lugar, y bien conectados.

Los tubos estarán completos, incluyendo cierres de los extremos, el hardware y adaptadores para los extremos de las membranas. Las membranas y los conectores entre elementos son suministrados también por el fabricante de la membrana. Los adaptadores han de ser adecuados para la marca de membrana especificada, de ahí que en el diseño una de las primeras cosas que se ha de decidir es el fabricante de membranas. Además, el tubo deberá estar diseñado para permitir otros tipos de membranas se acomoden fácilmente con sólo cambiar los adaptadores.

Se ha considerado puertos multilaterales para permitir una sustitución más fácil de las membranas y lograr un diseño más compacto.

Diseño de Puerto Lateral Vs. Diseño de Entrada Frontal

En un tipo de entrada lateral, las conexiones de los tubos a las cabeceras de alimentación y salmuera están fijas durante la vida del tubo, lo que significa que no

necesitan retirarse cada vez que hay que sacar las membranas de los tubos ni cada vez que se hace una inspección visual.

Por otra parte, en un tipo de entrada frontal las conexiones deben ser retiradas, lo que implica quitar cuatro conectores (Victaulic's) por tubo de presión. Esta acción principalmente genera dos problemas:

- Pérdida de tiempo: los cuatro conectores deben desconectarse y volverse a conectar cada vez que se debe realizar una tarea de mantenimiento.
- Riesgo de accidente y menor seguridad: El apriete de los tornillos de los conectores no es una tarea fácil, porque los tornillos se pueden apretar en exceso si no lo hace un trabajador con experiencia, rompiéndose cuando la unidad se encuentra bajo presión. Esto produciría un accidente peligroso debido a la gran fuerza del chorro de agua a alta presión, lanzado desde el punto en el que el Victaulic falló.

Cuanto más veces sea necesario abrir los tubos, mayor será el riesgo de accidente. Por estos motivos se ha optado por una configuración de diseño del tipo de Puerto Lateral.

Conexión de Doble Acoplamiento

Como es bien sabido, la elongación de los tubos de presión oscila entre 0.8 y 1 mm por elemento cuyo se encuentran bajo una alta presión. Este aumento de longitud (de 5 a 7 mm para un tubo de 7 membranas) debe tenerse en consideración al diseñar los bastidores.

En el pasado, cuando los tubos de presión utilizados eran de "tipo de entrada frontal", esta elongación era absorbida por la deformación en forma de "U" de la conexión que unía los tubos con los cabezales. Esto significa que no se aplicaba el estrés sobre los dos acoplamientos de montaje (tipo **Victaulic** normal).

Esta situación cambió drásticamente cuando los nuevos tubos de "Tipo de entrada lateral" aparecieron en el mercado.

Ahora, la elongación de los tubos produce 2.5 – 3.5 mm de desplazamiento en cada uno de los puntos de conexión entre los tubos y los cabezales de entrada de alimentación y salida de salmuera. Este desplazamiento debe ser absorbido por los acoplamientos, que se tensan y mantienen trabajando bajo una situación anormal que podría originar fugas frecuentes de agua y, a veces, averías peligrosas.

El estrés se produce debido a que el ángulo de desplazamiento es más grande que el que el acoplamiento debería permitir, aumentado por la corta distancia entre la cabecera y el tubo, lo que hace que el ángulo sea más grande.

Hay varias soluciones para resolver este problema, uno podría ser la de aumentar la distancia entre los cabezales y los tubos de presión, y, por lo tanto, tener una boquilla de cabezal más largo, para proporcionar un ángulo de desplazamiento de trabajo más

reducido al acoplamiento. Esta solución elimina una de las grandes ventajas del uso de tubos de puertos laterales, ya que sería necesario mucho más espacio de implantación, tal y como pasaba con los diseños de salida frontal.

La solución que se adopta se probó originalmente por primera vez en las Islas Canarias hace muchos años, poco tiempo después de que los tubos de entrada lateral aparecieran en el mercado, y ha funcionado muy bien desde entonces.

Esta disposición consiste en la instalación de dos acoplamientos en lugar de uno, en cada conexión entre un tubo de presión y un colector. Esto significa que se ha de establecer entre los cabezales un manguito de 1,5 pulgadas colocado entre los dos acoplamientos.

Esta solución tiene muchas ventajas:

- La mayor distancia entre el tubo de presión y el cabezal hace que el ángulo de desplazamiento sea más pequeño.
- El ángulo de desplazamiento es compartido por los dos acoplamientos.
- Es muy conveniente para el mantenimiento, por ejemplo, si el tubo de presión debe ser retirado del servicio, solamente necesitamos quitar los dos acoplamientos y el manguito e instalar el tapón y su acoplamiento en la boquilla del cabezal.

7.11.3 Membranas de OI

Las membranas propuestas para el primer paso de osmosis son de Toray. La especificación básica de las mismas se encuentra a continuación en la tabla 7.6.

MEMBRANAS DE 1^{ER} PASO DE OI	
Material	Compuesto de poliamida
Tipo de membrana	Enrollada en espiral
Modelo	TM820M-440 - TM720-400 (TORAY)
Área	440 ft ² y 400ft ²
Número de membranas por tubo	7 en primer paso y 6 en segundo paso
Número total de membranas para el 1 ^{er} Paso de OI	62.600 unidades TM820M-440 (45.500 Unidades.) TM720-400 (17.100 Unidades)
Flux medio	Configuración con 50 bastidores: Inferior a 13 l/m ² /h en primer paso. Configuración con 50 bastidores: Inferior a 33 l/m ² /h en el segundo paso.

Tabla 7.6 Datos principales de membranas de ósmosis inversa de primer paso.

7.12 Tanque de permeado del 1^{er} paso y bombas de alimentación al 2^o paso

El agua obtenida de la parte trasera de los bastidores de ósmosis inversa tiene que ser desalada de nuevo con el fin de reducir sus niveles de boro, salinidad, etc. Antes de eso, esta agua se almacenará en dos tanques metálicos (2x50%) con un volumen unitario de 2.000 m³.

Para suministrar la presión necesaria para ese proceso, el segundo paso de OI, han sido elegidas cuatro (25) bombas, una por bastidor. Las especificaciones principales de estas bombas se incluyen a continuación:

BOMBAS DE ALTA PRESIÓN DEL SEGUNDO PASO DE OI	
Tipo	Bomba horizontal
Unidades	25
Caudal unitario	1,000 m ³ /h
Altura manométrica	148 m
Motor	560 kW
Material	Super Duplex con PREN>40.
VFD	Sí

Tabla 7.7 Datos principales de bombas de alta presión de segundo paso.

Las tuberías relacionadas con esta parte de la instalación se fabrican en acero inoxidable 316L, que es el material estándar para las líneas de alta presión en la desalinización de agua salobre con salinidad baja y medía.

7.13 Segundo paso de ósmosis inversa: bastidores

El segundo paso de ósmosis inversa está compuesto por 50 skids. El 2^o Paso de OI puede tratar hasta un 100% del agua proveniente del 1^{er} Paso, ya que se hace un by-pass al permeado frontal de este 1^{er} Paso. La cantidad de caudal que pasa por el by-pass depende de la temperatura del agua, la edad de las membranas, etc. El sistema de control lo ajusta automáticamente de forma que el contenido en boro del agua total permeada (Mezcla de ambas) sea inferior al valor fijado (0.5 ppm o 1 ppm).

Cada uno de estos bastidores se compone de cincuenta y siete (57) tubos de presión en una configuración de dos etapas (38:19).

Las estructuras de soporte están fabricadas con perfiles de acero, granallado a metal blanco, y debidamente pintados de acuerdo a las normas. Todas las líneas de permeado

se construirán en PP PN10 y PRFV adecuados para producción de agua potable. Las tuberías de alta presión están fabricadas en acero inoxidable 316L.

8 LIMPIEZA IN SITU DE LA ÓSMOSIS INVERSA (CIP)

Con su uso, las membranas pueden sufrir incrustaciones de diferentes tipos que pueden suponer pérdidas de presión importantes a largo plazo, la reducción de los caudales de permeado y / o la calidad del propio permeado.

La limpieza de las membranas se puede hacer usando varios productos químicos, que se impulsan a lo largo de los bastidores. Algunos productos químicos de uso habitual para estos tratamientos son:

- Ácidos: HCl y otros
- Alkalinos: NaOH, ácidos cítricos y otros
- Detergentes
- Biocidas
- Productos para protección...

También debe mencionarse que, después de cada CIP se realizará una acción de neutralización dependiendo de la situación mediante la dosificación de productos ácidos o básicos, usando productos químicos tales como ácido sulfúrico o hidróxido de sodio.

Con el fin de facilitar la acción de la dilución de los productos físicos-químicos, se ha diseñado instalar un tanque de 5 m³ de PRFV con un mezclador eléctrico utilizado para homogeneizar las diluciones de limpieza y después de eso, dos (1+1) bombas de transferencia verticales para enviar la dilución al tanque del CIP.

Los equipos principales usados en esta parte de la planta son:

- Un tanque de CIP donde se prepare la disolución química.
- Por lo general, las limpiezas químicas son más eficientes si se hacen a altas temperaturas (30-35°C). Por esta razón, el sistema incluye tres (3) calefactores eléctricos para aumentar la temperatura a 35 ° C con un consumo de energía de 150 kW cada uno.
- Dos (1+1) bombas de CIP que proporcionen la presión suficiente para hacer circular la solución química a lo largo del sistema.
- Estas bombas se usarán no solo para el CIP sino para el sistema de flushing.
- Un (1) filtro de cartuchos para proteger las membranas
- Tuberías y válvulas para permitir la recirculación del sistema

TANQUE DE CIP DE LA OI	
Unidades	1
Volumen	150 m ³
Material	GRP
Bobina de calefacción	3 unidades de 150 kW
BOMBAS DE CIP DE LA OI	
Tipo	Bomba horizontal
Unidades	Dos (1 en operación y 1 en reserva)
Caudal de diseño por bomba	1.600 m ³ /h
Altura manométrica	45.9 bar
Motor	315 kW
Material	316 SS / Duplex SS
FILTRO DE CARTUCHOS DEL CIP	
Unidades	Una (1)
Número de cartuchos	300
Tamaño nominal de poro de los cartuchos	5 µm
Tamaño de los cartuchos	70"
Velocidad de filtración	20 m/h
Material de la carcasa	PRFV
Material del elemento filtrante	PP fundido por soplado

Tabla 8.1 Datos principales de equipos de limpieza química (CIP)

Han sido incluidas algunas mejoras importantes en el diseño. Se destacan a continuación:

- Hay una bomba de limpieza en reserva completamente instalada
- Las bombas de limpieza se realizan en material de acero inoxidable AISI-316 de tal manera que son más resistentes al ataque de los reactivos químicos empleados para la limpieza
- Para una preparación y una mezcla más fáciles de las diluciones químicas, se incluye un tanque más pequeño. Después de haber sido preparadas, las diluciones químicas pueden ser transferidas a un tanque más grande en el que se diluyen en un volumen lo suficientemente grande como para permitir la limpieza de la plataforma

9 SISTEMA FLUSHING DE LA OI

Cuando los bastidores OI se paran por un largo tiempo, el agua de aporte o salmuera que está dentro de ellos y dentro de otros equipos (bombas, etc.) tiene que ser sustituido por agua de permeado mediante la realización de un flushing. De esta forma se pueden reducir los problemas de ensuciamiento de las membranas o la corrosión relacionados con el agua de mar estancada. Con tal fin están disponibles sistemas de descarga de los bastidores de ósmosis inversa. Estos sistemas hacen también el flushing en el interior de las bombas de alta presión y de los dispositivos de recuperación de energía.

Este sistema está formado principalmente por un grupo de dos (1+1) bombas. Sus especificaciones son:

BOMBAS DE FLUSHING DE LA OI	
Tipo	Bomba horizontal
Unidades	Dos (1 en operación y 1 en reserva)
Caudal de diseño por bomba	927 m ³ /h
Altura manométrica	45.9 m
Motor	200 kW
Material	316 SS / Duplex SS

Tabla 9.1 Datos principales de bombas de desplazamiento o flushing.

No hay un tanque de lavado propiamente dicho debido a que se usa el mismo tanque del agua permeada situado entre el primer y el segundo paso de OI que ha sido sobredimensionado a fin de cumplir con ambos requisitos.

Debe destacarse que:

- El sistema de flushing es totalmente automático. Para ello se han implementado válvulas automáticas.
- También está incluido el flushing para las bombas de alta presión y los ERD.

10 REMINERALIZACIÓN Y DISINFECCIÓN

El objetivo del post-tratamiento es realizar el ajuste final de las características del permeado de la OI para alcanzar los requisitos finales de calidad del agua tratada. Las características requeridas en el agua producto de esta planta han sido previamente explicadas. De entre estos requisitos de agua producto podemos destacar:

- TDS..... 200 mg/l max
- Cloruros.....100 mg/l max
- Boro..... ≤ 0.5 ó 1 mg/l

- Alcalinidad Total como CaCO₃ 56 mg/l (±3)
- pH 7 – 9.2
- CO₂ 0.7 mg/l (±0.1)
- Ca⁺² 21 (±2)
- Índice de Langelier ±0.15
- Turbidez ≤ 4 NTU

El agua permeada en la OI no satisface estos requisitos. Por lo tanto, hace falta realizar una remineralización, una desinfección y un ajuste del pH.

Con este propósito Valoriza agua recomienda el uso de una dosificación de cal mediante saturadores y la adición de CO₂.

Una vez conseguida la remineralización será necesaria la adición de una pequeña dosis de hidróxido sódico para conseguir ajustar el Índice de Langelier al rango de valor tan estrecho solicitado.

Todos los cálculos de la remineralización son realizados en el presente proyecto mediante el uso del software comercial Water!Pro™. Los detalles de los cálculos realizados se encuentran en el anexo 7.

10.1 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CO₂

El suministrador de CO₂ normalmente instala y arrenda los equipos (tanque, vaporizador, etc.) y recopila el consumo de gas, para lo cual se compromete a mantener un suministro regular de calidad (99.99%) y cantidad.

El CO₂ necesario para la desmineralización del permeado de la OI se almacena en dos (2) taques de acero de 100 Toneladas de capacidad. Para más detalle, la presión interna del tanque ronda los 20 bar y la temperatura en la superficie superior del líquido es de -20° C. El CO₂ en el interior del tanque se encuentra en equilibrio entre las fases líquida y gaseosa.

Desde la parte inferior del tanque (fase líquida), el CO₂ es enviado a través de una válvula reductora de presión a dos vaporizadores de presión atmosférica. Desde estos vaporizadores, el CO₂ ya en fase gas es enviado al punto de inyección (a al tanque de mezcla), tras reducir su presión.

Antes de esta inyección, el caudal de gas es controlado por medio de una válvula automática de control. El caudal de gas es regulado de acuerdo a un Caudalímetro o un medidor de pH instalado en la tubería de permeado.



Figura 10.1 Sistema de almacenamiento y Dosificación de CO₂. Planta desaladora por OI, Águilas (España).

Las características principales del sistema de Dosificación de dióxido de carbono se muestran en la tabla 6.1:

SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CO₂	
Número de tanques	2
Capacidad	100 Toneladas cada uno
Número de bombas de dilución	2
Caudal	270 m ³ /h
Altura manométrica	2.2 m
Potencia	4 kW

Tabla 10.1 Datos principales de sistema de dosificación de CO₂.

La dispersión en línea de gases en grandes volúmenes de líquidos se realiza a menudo con equipos complejos (grandes compresores, recipientes de gas a presión, difusores de burbuja fina...). El uso de una combinación de mezcladores estáticos se ha traducido en una solución extremadamente sencilla, rentable y eficiente.

El sistema consiste en un mezclador estático en la tubería principal, y unido a esto una pequeña interconexión de bomba de agua con un mezclador estático de dispersión de gas.

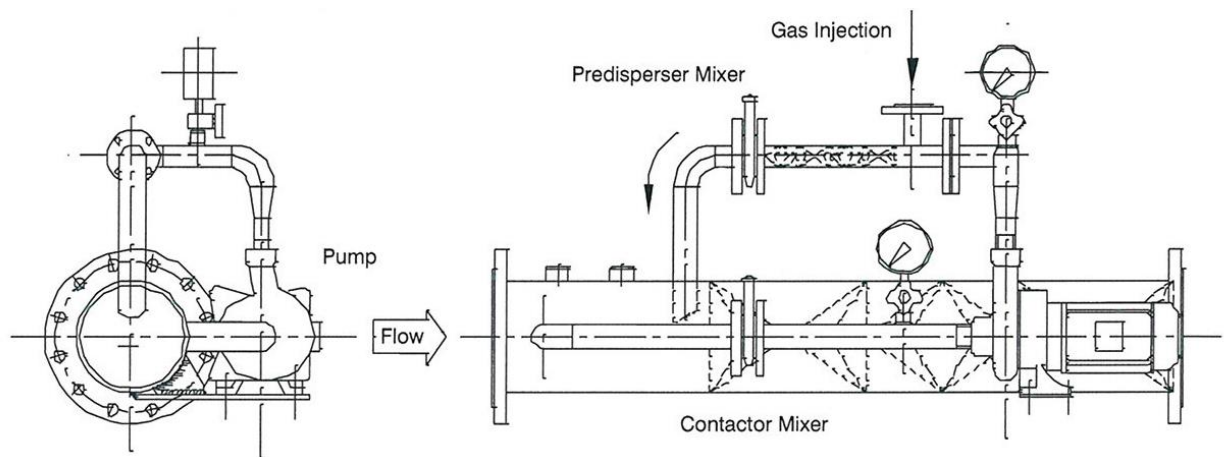


Figura 10.2: mezclador estático de CO₂

La bomba auxiliar envía el agua no tratada desde la tubería principal al mezclador estático de contacto con el gas; el agua pasa y el gas se inyecta con una velocidad ideal de dispersión.

El resultado es una mezcla íntima entre las burbujas de gas y el agua fina que se inyecta en el mezclador estático de la tubería principal. El flujo de las dos fases se dispersa uniformemente en la corriente principal de agua, asegurando un contacto óptimo gas / líquido y una transferencia de masa altamente eficiente.

10.2 Sistema de dosificación de cal

La preparación de la lechada de cal se realiza en dos depósitos de 5 m³ cada uno. En ellos se prepara la lechada a la concentración de cal de 1.53 kg/m³. Desde estos depósitos la lechada de cal es enviada a los saturadores de cal, (4 unidades) en los que se mezcla esta pequeña corriente de agua saturada en cal con la corriente de agua permeada. En los saturadores de cal se dan las condiciones para que el agua de aporte al mismo se sature con la cal aportada por la corriente que proviene con la lechada de cal.

Desde los saturadores de cal el agua saturada es enviada a un tanque de almacenamiento de agua saturada, desde el cual el agua es enviada al depósito de agua producto, a una cámara donde previamente se ha inyectado el CO₂.

Con esto el CO₂ inyectado reacciona con la cal contenida en el agua, de forma que el agua se remineraliza hasta cumplir con los parámetros requeridos de calidad.

10.3 Desinfección

Por último, con el fin de garantizar que los valores de los parámetros de salida de agua se ajustan a los requerimientos del agua producto indicados en los pliegos de

condiciones, es precisa una dosificación de hipoclorito de sodio para la desinfección. Las principales características de esta dosificación son:

HIPOCLORITO DE SODIO	
Número de bombas dosificadoras	Cinco (4 en operación y 1 en reserva)
Caudal unitario	50 l/h
Número de tanques	1
Volumen por tanque	60 m ³
Capacidad de almacenamiento por tanque	14 días

Tabla 10.2 Datos principales de sistema de dosificación de hipoclorito sódico.

Tras los procesos de remineralización y desinfección, se instalará una línea completa de instrumentación con el propósito de comprobar que la calidad del agua producto es la adecuada. Esta línea incluye:

- Un (1) transmisor de presión
- Un (1) transmisor de pH
- Un (1) transmisor de turbidez, que monitoriza la instalación de forma secuencial en varios puntos
- Un (1) transmisor de conductividad y transmisor de conductividad
- Un (1) analizador de cloro libre
- Un (1) caudalímetro

Todos estos elementos envían las mediciones en tiempo real al sistema de control, y proporcionar también indicaciones in-situ.

11 TRATAMIENTO DE EFLUENTES.

El agua de lavado de la limpieza de las membranas de ósmosis inversa o de los filtros de arena será enviada a un depósito desde donde se alimentará a la planta de tratamiento de efluentes.

La planta de tratamiento de efluentes consta de una línea de agua y otra de fango.

- La línea de agua está compuesta por bombeo de los efluentes, físico químico con coagulación y floculación y una posterior decantación del fango.
- La línea de fango está compuesta por un depósito tampón de fango y centrífugas para reducir el volumen de los mismos y por tanto su coste de gestión.

Será utilizado un tratamiento físico-químico convencional debido a su alta robustez y fiabilidad.

Esta planta tendrá dos tipos de afluentes (efluentes de la planta principal):

- Contralavados de los filtros multimedia
- Residuos del CIP de la OI

Los elementos principales de esta Planta de Tratamiento de Aguas Residuales son:

- Tanque de homogeneización y bombeo de entrada: El tanque de homogeneización está hecho de hormigón armado y tendrá tres (2+1) bombas sumergibles para descargar diferentes aguas residuales después de la homogeneización al resto de etapas de tratamiento.
- Cámaras de coagulación y floculación: Hay una (1) líneas, con una cámara de coagulación y floculación. La dosificación de coagulante y polielectrolito se hará allí.
- Clarificador-Espesador: El espesador de aguas residuales está hecho de hormigón armado y basado en la tecnología de lamelas con recirculación de fangos. Hay uno (1).
- Almacenamiento de Lodos: El lodo obtenido a partir de espesador de aguas residuales precedente se envía a un tanque de lodos. Después de ahí, el lodo se bombea al foso del rechazo final.
- Foso de neutralización para las aguas del CIP de las membranas de ósmosis inversa.

El tamaño del sistema de aguas residuales se ha diseñado para el peor de los escenarios: 2 filtros multimedia en limpieza al mismo tiempo y lavado diario de todos los filtros.

Por su parte, el consumo de químicos es similar en todos los escenarios considerados, ya que los químicos tenidos en cuenta (tipos y dosis) se han considerado/diseñado para el peor caso posible de generación de lodos.

Las características de esta instalación así como su cálculo se indican en el anexo 8.

12 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: ELECTRICIDAD

El desarrollo en detalle de las necesidades eléctricas de la planta, en cuanto a diseño se refiere no son el objetivo final del presente TFG, pero es obvio que es una parte importante de la instalación y por tanto en el presente capítulo se pretende dar unas pinceladas generalistas del diseño típico de una instalación de estas características, las

cuales servirán de guía para en el futuro proceder a realizar los cálculos y diseños eléctricos de la instalación.

- Subestación tipo GIS. Esta subestación se encuentra situada dentro de la parcela de la IDAM. La tensión de entrada se ha supuesto en AT (≥ 120 Kv). Dispone de salidas de tensión de 6,3 kV.
- Las líneas de 6,3 kV alimentan a los Cuadros de Distribución de 6 kV que se encuentran instalados en los edificios eléctricos.

Se dispondrá de tres edificios eléctricos situados en las zonas de:

1. Ósmosis
 2. Bombeo de Baja presión
 3. Zona de Captación
- Desde las salidas de la GIS, hasta el Centro de Distribución de 6,3 kV se ha de diseñar la instalación de las conducciones enterradas y arquetas, lo suficientemente dimensionadas para poder llevar los cables enterrados y entubados del tipo DHZ - Cu de 8,7/15 kV. La línea discurrirá alojada en zanja normalizada.
 - Desde el Centro de Distribución del edificio de Ósmosis de 6 kV se realizará la distribución y protección de las alimentaciones de 6 kV, a los equipos correspondientes a las áreas de procesos siguientes:
 1. CCM de 6 kV para las bombas de alta presión de O.I.
 2. CT de 6 kV, para el bombeo de Baja Presión y agua producto.
 3. Equipos de B.T. de 690 kV y 400 V de la O.I. correspondientes a la línea A.
 - Los transformadores son con aislamiento SECO encapsulado y refrigerados al aire. Los CCM serán del tipo extraíble.
 - Los motores de potencia inferior a 250 kW se alimentarán a 400 V y los de potencia superior quedaran alimentados a la tensión de 6 kV.

El planteamiento adoptado con la instalación eléctrica de media y baja tensión ha estado marcado por el elevado valor de potencia eléctrica que se concentra en este tipo de

instalaciones en determinadas partes del proceso de desalación. Esto ha obligado a descentralizar los distintos transformadores que hay en la instalación, agrupándolos en diferentes centros de transformación de manera que estos queden lo más cerca posible de los grandes puntos de consumo, reduciéndose así la infraestructura correspondiente a la instalación de baja tensión.

En cada uno de los cuadros generales de distribución, así como en los CCM's está previsto realizar la compensación del factor de potencia de la instalación, llevando el $\cos\phi$ a valores próximos a la unidad. Para ello se compensará en el lado de baja tensión mediante condensadores fijos las cargas inductivas correspondientes a los distintos trafos y motores instalados. Para el caso de las bombas de alta presión, cuya tensión de funcionamiento es la de 6 kV, está previsto el utilizar celda de condensadores en MT que se conectarán a la red al conectar la bomba.

13 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Al igual que ocurría con el capítulo de electricidad, tampoco es objeto del presente TFG el desarrollo en detalle del sistema de automatización y control de la planta desaladora. Pero, en cualquier caso, en el presente capítulo se indican las generalidades de un posible diseño conceptual del mismo.

En el interior de la sala de control del edificio de control de la planta, está instalado el Sistema de Supervisión "SCADA" de la planta.

La Supervisión y control de la planta y de los bombeos se realiza por medio de un conjunto de PC's Industriales, ambos son Estaciones Servidores de supervisión y control, y desarrollan el control Distribuido Redundante y Descentralizado.

En la sala de control, se encuentran instalados los dos (2) PC's Industriales Redundantes más otro (1) PC Industrial como Estación de Ingeniería, que a su vez es redundante de los PC's Estaciones Servidores anteriores.

Para realizar el control Distribuido en la sala de control se encuentran los PLC's que trabajan con CPU's

Cada uno de estos PLC's controla un área de proceso. En cada uno de los cuadros de MT o de BT, está instalado su correspondiente cuadro de control local del control

En cada uno de los filtros Abiertos, está instalada su correspondiente cuadro de control local del control Distribuido. La alimentación de tensión a los cuadros de control local del

control distribuido se realiza por medio de SAI's, de alimentación segura. Los equipos que están instalados en la sala de control, se comunican por medio de una Red Ethernet redundante.

Los equipos que están instalados en el resto de las salas de cuadros y en los filtros, se comunican por medio de una Red Ethernet Industrial redundante.

Las redes de comunicación están realizadas con cable de Fibra Óptica, del tipo monomodo para la comunicación con los bombeos exteriores y del tipo multimodo para la comunicación dentro de los equipos de la planta.

El sistema de comunicación en los cables de FO, es de forma Redundante.

El número de señales que se reciben o que se emiten, desde el conjunto de los cuadros locales del control distribuido, se ha considerado una estimación, es el siguiente:

○ Entradas Digitales	17.500.
○ Salidas Digitales	5250.
○ Entradas Analógicas	1.100.
○ Salidas Analógicas	750.
○ Comunicaciones en Bus de campo en Modbus	400.
○ Comunicaciones en Bus de campo en Profibus DP	1.250.
○ Comunicaciones en Bus de campo en Profibus PA	2.000.

14 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN: OBRAS CIVILES

De un modo muy general, las obras civiles comprenderán, entre otros los siguientes elementos:

- Adecuación de la parcela y preparación del terreno.
- Bombeo de captación.
- Filtración abierta y bombeo de baja presión.
- Edificio de ósmosis.
- Remineralización.
- Bombeo de lavado de filtros con salmuera.
- Edificio de efluentes.

- Almacenamiento de productos químicos.
- Edificio de control, laboratorio, talleres y almacén.
- Subestación eléctrica.
- Edificios eléctricos.
- Urbanización (ajardinamiento, áreas pavimentadas y viales interiores).
- Varios (zanjas, tuberías, etc.).

El diseño y construcción de las obras se realizaría teniendo en cuenta diferentes estudios de suma importancia, que han de realizarse antes de acometer el cálculo y diseño de las estructuras de los edificios. Entre los diferentes estudios a realizar, los más importantes son los siguientes:

- El estudio geotécnico de los terrenos de la parcela.
- El estudio de inundabilidad de la parcela.
- El estudio topográfico.
- Climatología.
- Sismo.
- Cualidades físicas y funcionales del entorno en el que se localizaría la planta desaladora, a nivel de usos del suelo, edificaciones y paisaje.
- Protección contra incendios en ambiente industrial.

14.1 Adecuación de la parcela y preparación del terreno

Consistirá básicamente en realizar los trabajos necesarios de explanación, movimientos de tierras, cerramiento, preparación para la urbanización, etc. Que permitan adecuar la parcela a los diferentes elementos que constituyen la planta desaladora.

Toda la parcela estará provista de un cerramiento perimetral diseñado para evitar el acceso de personas o animales a las instalaciones de la planta. Si situarán puertas de acceso en número y dimensiones acorde con las necesidades funcionales de la misma.

14.2 Viales Interiores

Las zonas destinadas al tráfico rodando se proyectarán en pavimentos adecuados e integrados en la imagen general del conjunto, teniendo en cuenta la funcionalidad de las mismas y la normativa vigente. Se tendrá en cuenta la posibilidad de que puedan sufrir deterioros superficiales y estructurales en las condiciones más desfavorables de utilización.

Estas zonas quedarán a nivel inferior, al menos en 15 cm. A las que no hayan de ser utilizadas para el paso de vehículos y separadas de ellas por un bordillo. Se limitará la

pendiente de la rasante al mínimo en zonas de carga y descarga de vehículos pesados para asegurar la operación en condiciones óptimas de seguridad.

Una vez realizadas las correspondientes explanaciones de los edificios y zonas comunes, se procederá a la pavimentación de las calzadas y aceras que conformen los viales definitivos.

Las aceras tendrán una anchura mínima de 1.2m y estarán compuestas de capa de base de zahorra artificial, capa de hormigón en masa y enlosado resistente a ambientes marinos.

Se incluirá señalización vertical y horizontal de acuerdo a la normativa aplicable. La señalización horizontal regulará los diferentes usos de cada zona, aparcamiento, zonas de carga y descarga, y regulación del tráfico, etc.

14.3 Saneamiento y evacuación de aguas residuales

Se diseñará la red de saneamiento de la planta correspondiente a la evacuación tanto de los caudales de aguas residuales como de pluviales.

Será necesario estudiar los sistemas generales de saneamientos existentes en la zona para proceder al entronque a los mismos o bien recurrir a sistemas autónomos de depuración de aguas residuales.

Se diseñará el sistema de infraestructuras necesarias para posibilitar la recogida, transporte, depuración y evacuación posterior de las aguas residuales y de lluvia evitando el vertido contaminante al dominio público.

14.4 Edificios (Generalidades)

El proyecto de todos los edificios, independientemente de su uso, se realizará conforme a criterios de calidad arquitectónica, integrando eficazmente las diferentes piezas entre sí en su entorno, evitando los posibles impactos ambientales negativos derivados del funcionamiento de sus instalaciones.

Las características y calidades de todos los materiales constructivos empleados estarán en concordancia con el tipo de instalación que se pretende, y en todo caso se emplearán materiales resistentes a ambientes marinos.

En el proceso de diseño y proyecto se adecuará a lo dispuesto en las Ordenanzas Municipales sobre Edificación y sobre Protección del Medio Ambiente.

Las cimentaciones de los elementos que estén sometidos a vibración se harán aisladas de los edificios en que estén instalados.

14.5 Edificios de Proceso

Los edificios de proceso se distribuirán en zonas perfectamente diferenciadas para albergar todos los procesos unitarios descritos en el anejo de dimensionamiento y diagrama de bloques.

Los pavimentos deberán ser antipolvo y antideslizantes.

Las cubiertas serán diseñadas de forma que permitan un aislamiento adecuado para mantener una temperatura de trabajo adecuada en el interior de las naves.

Las estructuras serán realizadas en hormigón de calidad resistente a ambientes marinos y con especial protección ante cloruros.

Los cerramientos serán realizados en materiales resistentes a ambientes marinos y con capacidad de aislamiento térmico y acústico de forma que se evite la emisión de ruidos al medio ambiente y al mismo tiempo permita mantener en el interior de las naves de trabajo unas temperaturas adecuadas para el trabajo.

Los edificios de proceso deberán ser diseñados con ventilación natural tanto a nivel de suelo como a nivel cubierta para favorecer la ventilación.

14.6 Edificio de Control, Laboratorio, Talleres y almacenes

La sala de control, centro de control de motores, laboratorio, y otros edificios de servicios serán diseñados y ubicados de forma independiente a los edificios de proceso. El edificio de control estará anexo al edificio principal de ósmosis con visión directa a la sala de proceso.

Dentro de los edificios de servicios auxiliares se ubicarán Despachos, aseos, sala de control, laboratorio, salas de reuniones, botiquín, vestíbulo, vestuarios, talleres, almacenes, etc.

14.7 Edificio de Servicios Eléctricos y Estación Transformadora

Se ubicarán en zonas totalmente independientes de la influencia de redes de agua o saneamiento y nunca bajo recipientes o tuberías que contengan agua.

Albergará los transformadores de Alta y Media Tensión, así como el aparellaje y accesorios. Los transformadores y los servicios eléctricos de Baja Tensión se podrán situar en el mismo edificio de proceso. Se cuidará mucho el mantenimiento de la temperatura apropiada en el edificio. El edificio de Servicios Eléctricos estará provisto del correspondiente cerramiento perimetral que garantice la seguridad de las instalaciones.

Las salas eléctricas deberán estar adecuadamente ventiladas y refrigeradas de forma que se eviten sobrecalentamientos de los equipos eléctricos.

14.8 Parque de almacenamiento de Productos Químicos

Las instalaciones de almacenamiento de Productos Químicos deberán cumplir el Reglamento de almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

14.9 Urbanización.

14.9.1 *Urbanización Exterior*

Para acometer la urbanización y acondicionamiento de las zonas exteriores de la planta se tendrá en cuenta las Ordenanzas Locales o cualquier otra norma municipal relacionada con el diseño y proyecto de la urbanización de las instalaciones que se encuentre vigente en el momento de redacción del proyecto.

14.9.2 *Urbanización Interior*

La urbanización responderá a un diseño unitario realizado conforme a criterios de eficacia funcional y calidad.

La urbanización de la Planta contemplará como mínimo:

- Ordenación y diseño de los viales interiores.
- Acondicionado y diseño de zonas de aparcamiento.
- Drenaje superficial de las zonas exteriores del recinto.
- Diseño de la sección del firme apropiada para calzada y aceras.
- Diseño del sistema de alumbrado exterior de las instalaciones.

La urbanización, en cuanto a viales se refiere permitirá una circunvalación total de la planta desaladora con acceso a todos los puntos singulares (edificios, descarga y extracción de materiales y productos, etc.). Incluirá aceras, zonas verdes, redes de riego y abastecimiento de agua potable, farolas de alumbrado, señalización de tráfico, etc.

En el anexo 9 se puede ver a modo orientativo como quedaría una posible implantación de la planta objeto del presente proyecto, claro está, todo ello solamente de forma teórica y sin ningún tipo de restricción en cuanto a espacio a ocupar con las instalaciones.

15 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN NECESARIA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Dada la gran envergadura del presente TFG es prácticamente imposible realizar un presupuesto detallado del mismo, ya que para ello se debería realizar previamente la ingeniería básica del mismo. El fin del presente TFG es realizar un estudio de alternativas del sistema de ósmosis para determinar la solución óptima que permita producir el agua requerida en cantidad y diferentes calidades, así como al menos coste posible.

Por otra parte, es necesario tener una cifra de inversión, al menos como orden de magnitud para poder evaluarla la influencia de la inversión necesaria en el coste del agua producida. Por ello en el presente TFG se va a realizar un estudio de costes de inversión basándonos en ratios de desaladoras construidas realmente en la costa mediterránea, no solo española sino también del norte de África y oriente medio.

El problema de aplicar ratios es que, como cada instalación tiene su propia idiosincrasia en cuanto a tipología de captación, tipo y cantidad de etapas de filtración, requerimientos de calidad de agua permeado,... estas diferencias confieren unos determinados costes de construcción a la instalación diseñada, por tanto, dar un ratio de coste de inversión (€/m³ de agua instalada) puede inducir a grandes errores. Para solucionarlo, en el presente TFG se ha procedido a realizar cálculos de ratios para cada uno de los principales capítulos que podrían componer el presupuesto de la desaladora, incluyendo solamente aquellas partidas de instalaciones que realmente están recogidas en el diseño de la desaladora objeto del TFG. De esta forma se consigue una mayor fiabilidad en los datos de costes de inversión obtenidos.

En el anexo 10 se ha desarrollado el cálculo para los tres tamaños de planta, pero, aquí en los datos que se incorporan a continuación solamente se recogen los costes estimados de inversión para la construcción de la desaladora de 500.000 m³/día.

A modo resumen se puede decir que la inversión a realizar para la construcción de la presente planta desaladora es la siguiente:

- | | |
|----------------------|-----------------|
| • Equipos mecánicos | 133.718.666,51€ |
| • Equipos eléctricos | 61.276.550€ |

• Imprevistos de equipos	19.499.521,67€
• Obra civil	75.272.535.18€
• Imprevistos Obra Civil	15.054.507.04€
• Ingeniería	9.144.653,42€

Lo que hace un total de presupuesto de ejecución material de 313.966.433.99€.

A esta cifra habría que añadirle un 13% de gastos generales y un 6% de beneficio industrial, según las buenas prácticas de la ingeniería, lo que lleva a un coste de la desaladora de 373.620.056.45€.

Si calculamos la ratio global, este resulta 0.747 €/m³, lo cual está perfectamente dentro de las ratios que se barajan en la construcción de instalaciones de grandes desaladoras a nivel mundial.

Por otra parte, si se simula el coste de amortización por m³ de agua producida:

AMORTIZACIÓN		
COSTES DE INVERSION	373.620.056 €	
% DE FINANCIACIÓN	100%	
CAPITAL AMORTIZABLE	373.620.056 €	
INTERÉS NOMINAL	2,5%	
NÚMERO DE AÑOS	30	
PAGOS POR AÑO	12	
PERIODOS	360,0	
INTERÉS EFECTIVO (T.A.E.)	0,20833%	
RESULTADOS AMORTIZACIÓN		
CUOTA MENSUAL	1.476.251 €	
TOTAL PAGADO	531.450.333 €	
TOTAL INTERES	157.830.277 €	
COSTE ANUAL	17.715.011 €	€/año
COSTE ESPECÍFICO DE AMORTIZACIÓN	0,0984 €	€/m ³

Tabla15.1 Calculo de coste de amortización

16 CALCULO DE EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES

A lo largo del presente TFG se ha ido comprobando que la instalación ha de ser diseñada para las peores condiciones de producción que se puedan encontrar, pero

también para la mejores, en cuanto a edad de las membranas (ensuciamiento) y temperatura del agua. Esto es debido a que el sistema de membranas tendrá un requerimiento diferente de presión de alimentación de agua, en función tanto de la temperatura de ésta como del ensuciamiento de las membranas, siempre bajo la hipótesis de que la producción se mantendría constante. A esto además hay que sumarle la complejidad añadida de diseñar para que la planta sea capaz de producir agua con dos diferentes concentraciones de boro en el agua permeada.

Según lo anterior, el determinar un coste de operación y por tanto coste de producción de agua desalada, depende entre otros muchos de los siguientes factores:

- Estado de las membranas (ensuciamiento de las mismas).
- Temperatura del agua.
- Calidad de agua requerida.

En el presente RFG se han realizado los diferentes estudios de explotación:

- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 0.5 ppm y a 12°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 0.5 ppm y a 25°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 1 ppm y a 12°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 1 ppm y a 25°C.

El factor de la edad de las membranas ha sido obviado, de forma que todos los cálculos han sido realizados para el peor de los casos, es decir, suponiendo 3 años de edad de las mismas. Los resultados de dichos estudios han sido incorporados en el anexo 11.

Como es obvio, uno de los factores de mayor influencia en el coste de operación es el coste energético. En el anexo 12 se realizan las tablas de potencias y cálculos de consumos energéticos para:

- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 0.5 ppm y a 12°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 0.5 ppm y a 25°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 1 ppm y a 12°C.
- Para un contenido en boro en el permeado máximo de 1 ppm y a 25°C.

A modo de resumen se puede consultar la tabla 16.1:

	Coste fijo (€/m ³)	Coste Variable (€/m ³)	Total (€/m ³)
Boro <0,5 y 12°C	0,0286	0,32	0,3486
Boro <0,5 y 25°C	0,0286	0,392	0,4206
Boro <1 y 12°C	0,0286	0,32	0,3486
Boro <1 y 25°C	0,0286	0,3414	0,37

Tabla16.1 Calculo de coste de operación y mantenimiento

El coste final del m³ de agua producida dependerá de la temperatura a la que se produzca, es decir, del mes del año, y de la calidad que se requiera, pero, de lo anterior se puede afirmar que dicho coste estará entre 0.3486 y 0.4206 €/m³.

Es importante notar que estos valores de coste son todavía sin aplicar ningún tipo de porcentaje de Gastos Generales ni beneficio industrial ni impuestos, por supuesto.

Por simplificar el cálculo, suponiendo que la mitad del año se produjese a una temperatura de 12°C y la otra mitad a 25°C, los costes puros de explotación incluyendo gastos generales (13%) y beneficio industrial (6%) y sin incluir impuestos, en función de la calidad de agua requerida serían los indicados en la tabla 16.2:

	Total (€/m ³)
Boro <0,5	0,458
Boro <1	0,428

Tabla16.2 Costes de O&M previo a impuestos.

Sumándole a estas cifras el coste de amortización el resultado final antes de impuestos sería:

	Total (€/m ³)
Boro <0,5	0,5564 €
Boro <1	0,5264 €

Tabla16.3 Calculo de coste final (O&M + amortización) previo a impuestos.

17 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden extraer del presente Trabajo Fin de Grado son las siguientes:

- La cuenca del Segura sufre un continuo déficit hídrico el cual se ve agravado con los continuos ceses de aportes desde el trasvase Tajo Segura debido al paulatino descenso de los recursos hídricos del Tajo.

- El actual estado del arte de la desalación de agua de mar permite que hoy día, a través de la tecnología de ósmosis inversa producir agua de calidad a unos costes energéticos y económicos mucho más reducidos que hace unos años cuando se utilizaban casi en exclusividad tecnologías de evaporación.
- La introducción de los recuperadores de energía tipo cámaras isobáricas, frente a las anteriores tecnologías de turbinas Pelton han permitido dar un gran paso en la reducción del consumo energético asociado a la desalación.
- Mediante el uso y combinación de membranas es posible producir un agua de calidad, adecuada a los requerimientos del usuario, incluso es posible dotar a las instalaciones de la flexibilidad necesaria para poder producir agua de diferentes calidades, independientemente de las condiciones de temperatura del agua a desalar y de la edad de las membranas.

El diseño realizado comprende las siguientes características principales:

- El número de tubos de presión del primer paso es 130 Uds.
- El número de membranas por tubo de presión del primer paso es de 7 Uds./tubo.
- El número de tubos del segundo paso es de 38 + 19 Uds.
- El número de membranas por tubo del segundo paso es de 6 Uds./tubo.
- El sistema ha de ser diseñado de forma flexible para que sea capaz de producir los 10.000 m³/día de agua requerida con un solo paso o con dos.
- El sistema ha de ser diseñado para poder extraer un Split de permeado de entre 0% y 80%
- Con este diseño, el modo más idóneo de operar es:
- A baja temperatura (12°C) y para conseguir calidad de agua para consumo humano (Concentración máxima de Boro <1 ppm). La forma idónea de operación es con un solo paso (CASO 18).
- A baja temperatura (12°C) y para conseguir calidad de agua para riego (Concentración máxima de Boro <0.5 ppm). La forma idónea de operación es con un solo paso (CASO 18).
- A alta temperatura (25°C) y para conseguir calidad de agua para consumo humano (Concentración máxima de Boro <1 ppm). La forma idónea de operación es con dos pasos y utilizando un Split del 60.5% (CASO16)
- A alta temperatura (25°C) y para conseguir calidad de agua para consumo riego (Concentración máxima de boro <0.5 ppm). La forma idónea de operación es con dos pasos sin utilización de Split (CASO 14).
- Las presiones de aporte a cada bastidor de ósmosis inversa para la producción definida de 10.000 m³/día, teniendo en cuenta las variaciones de temperatura entre

12 y 25°C y teniendo en cuenta el grado de ensuciamiento de las membranas, entre 0 y 3 años en primer paso y entre 0 y 5 años en segundo, se resumen en la tabla 2.6:

- Los consumos energéticos varían con la temperatura y la calidad del agua requerida de forma que se consigue producir agua a baja temperatura, del orden de 12°C con consumos específicos de entre 3.3984 kWh/m³ para una calidad de agua con un contenido máximo en boro en el agua producida inferior a 1 ppm y 4.2470 kWh/m² para un contenido en boro en el agua producida inferior a 0.5 ppm. Para el caso de temperatura más alta, del orden de 25°C estos valores pasarán a ser 3.6264 kWh/m³ y 3.3984 kWh/m² respectivamente.
- Los costes de producción de agua desalada, incluyendo amortización de la inversión así como costes de operación y mantenimiento están en torno a 0.5 €/m³ de agua producida.

18 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- Basic Principle of Membrane Technology . Mulder, M. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1991
- Desalación de Aguas Salobres y del mar. Ósmosis Inversa. Medina, J.A.. Ed. Mundi-Prensa, 1999
- Desalination engineering planning and design. Nikolay Voutchkov. Ed. Mc Graw Hill, 2013
- Handbook of Industrial Membranes . K. Scoott. Elsevier Advanced Technology, Oxford, 1995
- Handbook of Industrial Membrane Technology . Porter, M.C. Noyes Publications, N.J. 1990
- La calidad del Agua y las membranas semipermeables . Torres M. y Medina. J.A. Ingeniería Civil 1986
- Membrane Applications, Encyclopedía of Science and Technology . Lee, Eric. Academic Press Inc.1987

- Manual Práctico de Osmosis Inversa . Piqué, G. G. UOP Fluid Systems 1989
- Osmoise Inverse and Ultrafiltration . Morel. A. H. Academic Press 1987
- Ósmosis Inversa. Fundamentos, Tecnología y Aplicaciones. Fariñas, M. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A., 1999
- Sustainable desalination handbook. Plant selection, design and implementation. Editor: Gnaneswar Gude. ISBN: 9789128094969. Elsevier, 2018
- Synthetic Membrane Processes. Belfort, G. Academic Press N.Y. 1993
- Technical Manual. FILMTEC™ Reverse Osmosis Membranes. (DOW)
- Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana. Awwa, Lyonnaies des Eaux WRCSA. McGraw-Hill, Madrid 1998

REVISTAS

- Desalination. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam
- Desalination & Water Reuse. Lineal Publising Co., Boca Ratón, Florida
- Environmental Science and Technology.
- Filtration & Separation Magazine. Elsevier Advanced Technology, England
- Journal of American Water Works Association.
- Journal of Applied Polymer Science.
- Journal of Colloid Science.
- Journal of Membrane Sciencie. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam
- Separations Science and Technology. Marcel Dekker, N.Y.

INFORMES Y REPORTS

- AcuaMed. (2011). La desalación en España. Sostenibilidad para zonas vulnerables. Ministerio del Medio ambiente, rural y marino. Gobierno de España.
- "Consensus of the Meeting: Nutrient minerals in drinking-water and the potential health consequences of long-term consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking-waters" Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. World Health Organization August 2004 "Boron in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality".World Health Organization, August 2004.
- "Desalination for safe water supply. Guidance for the Health and Environmental Aspects Applicable to Desalination. WHO/SDE/WSH/07. Public Health and the Environment. World Health Organization, Geneva 2007"
- "Guía de Desalacion: aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano". Informes, estudios e investigación 2009. Ministerio de Sanidad y Política Social. Gobierno de España
- Safe Drinking-water from Desalination. WHO/HSE/WSH/11.03, (2011)

CONGRESOS

- Proceedings de los Congresos internacionales de la IDA (International Desalination Association) www.idadesal.org
- Proceedings de los Congresos de AEDyR (Asociación Española de Desalacion y Reutilización) www.aedyr.com
- Proceedings de los Congresos intenacionales de la EDS (European Desalination Society) www.edsoc.com
- "Water desalination for agricultural applications". Proceedings of the FAO Expert Consultation on Water Desalination for Agricultural Applications 26-27 April 2004, FAO. Rome
- WHO guidelines for drinking water quality (2011)

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 1. ANÁLISIS DE AGUA DE
MAR**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

Informe de análisis

* Las actividades marcadas no están amparadas por la acreditación de ENAC.

DATOS GENERALES	
INFORME Nº:	2135248
ANÁLISIS Nº:	4122199
MUESTRA REMITIDA POR:	DESALADORA CANAL DE ALICANTE UTE I
DOMICILIO:	CTRA.N-332 KM.99,9 (APDO.84)
POBLACION:	03195-ALICANTE
DENOMINACIÓN MUESTRA:	AGUA DE MAR (ANILLO)
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	Plástico de 500 mL(1), Plástico estéril 500 mL (Tiosulf. Sódico)(1), Tubo estéril 50 mL(2), conteniendo agua de mar
FECHA RECEPCIÓN:	27/09/2017
FECHA FINALIZACIÓN Y EMISIÓN:	26/10/2017

Análisis realizado por LABAQUA. Ensayos cubiertos por la acreditación ENAC nº 109/LE285; C/ Dracma,16-18- Pol. Ind. Las Atalayas 03114 ALICANTE - Tel. 965 10 60 70 - Fax 965 10 60 80:
Fecha inicio análisis 27/09/2017.

PARÁMETROS	MÉTODOS	RESULTADOS	UNIDADES
Caracteres organolépticos			
Color	A-C-PE-0028 Fotometría	< 1.0	mg/L Pt/Co
Turbidez	A-A-PE-0021 Nefelometría	< 0.10	UNF
Caracteres Físico-Químicos			
Anhidrido carbónico libre	A-A-PE-0017 Anhidrido carbonico libre	30.1	mg/L
Bicarbonatos	A-A-PE-0033 Valorador Metrohm	145.7	mg/L
pH	A-A-PE-0010 Electrometría	7.2	U. pH.
Cloro residual libre	A-C-PE-0018 Espectrofotometría absorción	< 0.05	mg/L
Conductividad a 20°C	A-A-PE-0004 Electrometría	49200	µS/cm
* Sólidos disueltos	A-F-PE-0018 Gravimetría	39896	mg/L
Cationes Mayoritarios			
Calcio	A-D-PE-0025 ICP-OES	652.0	mg/L
Magnesio	A-D-PE-0025 ICP-OES	1660.3	mg/L
Potasio	A-D-PE-0025 ICP-OES	520.9	mg/L
Silice	A-D-PE-0025 ICP-OES	< 2,41	mg/L
Sodio	A-D-PE-0025 ICP-OES	14146.2	mg/L
Aniones			
Bromuros	A-BV-PE-0050 HPLC-Conductividad	130.0	mg/L
Carbonatos	A-A-PE-0033 Valorador Metrohm	< 2.0	mg/L
Cloruros	A-BV-PE-0001 HPLC-Conductividad	21660.0	mg/L
Fluoruros	A-BV-PE-0020 Electrometría	1599	µg/L
Nitratos	A-C-PE-0025 Reducción de Cadmio	2.1	mg/L
Ortofosfatos	A-C-PE-0006 Espectrofotometría Absorción	< 0.10	mgPO ₄ /L
Sulfatos	A-BV-PE-0001 HPLC-Conductividad	3120.0	mg/L
Metales			
* Azufre	A-D-PE-0025 ICP-OES	119.20	mg/L
Boro	A-D-PE-0025 ICP-OES	5.01	mg/L
Estroncio	A-D-PE-0025 ICP-OES	16.50	mg/L
Caracteres microbiológicos			
Bacterias coliformes	A-E-PE-0061. Aislamiento en cultivo	0	u.f.c./100 mL
<i>Clostridium perfringens</i>	A-E-PE-0048. Filtr. Membrana.	0	u.f.c./100 mL
Enterococos	A-E-PE-0013. Aislamiento en cultivo	0	u.f.c./100 mL
<i>Escherichia coli</i>	A-E-PE-0061. Aislamiento en cultivo	0	u.f.c./100 mL

DATOS GENERALES

INFORME Nº: 2135248

PARÁMETROS	MÉTODOS	RESULTADOS	UNIDADES
Microorganismos aerobios a 22°C	ISO 6222:1999	22	u.f.c./mL

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

FECHA DE TOMA: 27/09/2017 HORA 10:00

OBSERVACIONES

Resultados en microbiología: de 1 a 3 ufc se interpreta como organismo presente y de 4 a 9 ufc como recuento estimado.

Avance de resultados.

Este informe sólo afecta a la muestra analizada. Sólo podrá reproducirse parcialmente con la autorización por escrito del laboratorio. El laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Aprobado en Labaqua Alicante por Técnico Superior: Julio Llorca Porcel, Director Técnico: Francisco García Andreu.

Documento firmado electrónicamente en su formato digital. Autenticidad verificable utilizando el certificado raíz de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre.

Emitido en ALICANTE, 26 de Octubre de 2017

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 2. TABLA DE CASOS
ESTUDIADOS**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

ANEXO 2. TABLA DE CASOS ESTUDIADOS.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9	CASO 10	CASO 11
Temperatura	12	12	25	25	25	25	25	25	25	25	12
Pasos	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
Configuración Híbrida	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO
Split	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Consumo específico Estimado	3,016	2,759	2,729	2,566	2,644	3,399	3,606	2,732	2,607	3,528	4,232
Paso 1											
Tubos de Presión	120	120	120	120	120	120	120	108	108	120	120
Membranas por tubo	7	7	7	7	2+5	7	7	7	2+5	2+5	7
Membranas Alimentación	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440
Membranas Rechazo	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Flujo Medio	12,134	12,134	12,134	12,134	12,135	13,496	13,496	13,483	13,483	13,496	13,498
Caudal de Permeado	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	11.122,00	11.122,00	10.000,00	10.000,00	11.122,00	11.123,00
Caudal de Alimentación	22.222,00	22.222,00	22.222,00	22.222,00	22.222,00	24.715,00	24.715,00	22.222,00	22.222,00	24.715,00	24.718,00
Presión de Alimentación	78,8	71,76	71,3	66,82	68,99	68,4	73,75	71,27	69,83	71,79	83,02
Conversión	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Boro Permeado	0,488	0,894	1,018	1,681	1,358	1,586	0,947	0,937	1,055	1,159	0,454
Paso 2											
Tubos de Presión						38+19	38+19			38+19	38+19
Membranas por tubo						6	6			6	6
Membranas						TM720-400	TM720-400			TM720-400	TM720-400
Flujo Medio						32,66	32,66			32,66	32,66
Caudal de Permeado						9.998,00	9.998,00			9.999,00	9.999,00
Caudal de Alimentación						11.122,00	11.122,00			11.122,00	11.123,00
Presión de Alimentación						12,361	12,09			12,167	19,212
Conversión						89,9	89,9			89,9	89,9
Boro Permeado						0,846	0,502			0,615	0,177
Total											
Boro Total						0,846	0,502			0,615	0,177
Caudal Total										10.000,00	10.000,00

	CASO 12	CASO 13	CASO 14	CASO 15	CASO 16	CASO 17	CASO 18	CASO 19	CASO 20	CASO 21
Temperatura	12	25	25	12	25	12	12	25	25	12
Pasos	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
Configuración Híbrida	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Split	NO	NO	NO	NO	60,50%	75,51%	NO	60,50%	NO	NOI
Consumo específico Estimado	4,131	3,523	3,677	4,334	2,888	3,024	2,797	2,773	3,503	2,78
Paso 1										
Tubos de Presión	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Membranas por tubo	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Membranas Alimentación	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Membranas Rechazo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Flujo Medio	12,459	12,459	12,89	12,89	11,666	11,485	11,201	11,666	12,89	11,201
Caudal de Permeado	11.123,00	1.123,00	11.507,00	11.507,00	10.415,00	10.253,00	10.000,00	10.415,00	11.507,00	10.000,00
Caudal de Alimentación	24.718,00	24.718,00	25.572,00	25.572,00	23.144,00	23.145,00	22.222,00	23.144,00	25.572,00	22.222,00
Presión de Alimentación	79,59	71,71	72,54	80,98	70,24	75,67	72,91	67,36	68,92	72,45
Conversión	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Boro Permeado	0,478	0,997	0,976	0,467	1,638	0,892	0,452	1,502	0,849	0,444
Paso 2										
Tubos de Presión	38+19	38+19	38+19	38+19	38+19	38+19		38+19	38+19	
Membranas por tubo	6	6	6	6	6	6		6	6	
Membranas	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400		TM720-400	TM720-400	
Flujo Medio	32,66	32,66	32,66	32,66	12,075	7,374		12,079	32,66	
Caudal de Permeado	9.999,00	9.999,00	9.998,00	9.998,00	3.697,00	2.258,00		3.698,00	9.999,00	
Caudal de Alimentación	11.123,00	11.123,00	11.507,00	11.507,00	4.113,00	2.511,00		4.113,00	11.507,00	
Presión de Alimentación	19,247	12,167	12,06	19,223	6,158	4,998		5,798	11,513	
Conversión	89,9	89,9	86,9	86,9	89,9	89,9		89,9	86,9	
Boro Permeado	0,186	0,53	0,482	0,168	1,24	0,639		1,061	0,363	
Total										
Boro Total					0,868	0,43		0,722	0,363	
Caudal Total					9.999,00	10.000,00		9.999,00	9.999,00	

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 3. PROYECCIONES DE
MEMBRANAS DE LOS DIFERENTES
CASOS ESTUDIADOS.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	1 F1-SS-CHO-SRS-0-12 TML820M-440
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:1. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,8		47.259,2	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,7 / 64.455,7		65.621,1 / 65.621,1	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,30	
Temperatura	deg C	25,00			
dp total	bar	0,717		0,717	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,58	
Factor de caudal	3,00 años			0,848	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	12,134		12,134	
Caudal de rechazo	m3/day	12.222		12.222	
TDS Producto	mg/L	399,7		399,7	
TDS Rechazo	mg/L	83.741		85.597	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.136,94		1.079,39	
Potencia recuperada	kilovatio	983,7			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	57,55			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,290	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,729		2,591	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.184	1,685
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.014	4,291
Na	mg/L	14.149	14.461	25.609	141,4
K	mg/L	520,9	532,4	941,2	7,276
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,864	29,96	0,0427
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,2	1,829
Cl	mg/L	25.834	26.405	46.781	232,0
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.665	8,932
NO3	mg/L	2,100	2,146	3,792	0,0326
F	mg/L	1,500	1,533	2,708	0,0233
Br	mg/L	130,0	132,9	235,4	1,168
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,294	1,018
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0002
CO3	mg/L	0,699	0,714	1,586	4,71E-05
CO2	mg/L	9,602	9,814	9,730	9,761
TDS	mg/L	46.238	47.259	83.741	399,7
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.456 / 64.456	65.621 / 65.621	104.878 / 104.878	815,5 / 815,7
pH	pH	7,200	7,199	7,422	5,370
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,800 / 34,61	60,948 / 64,32	0,327 / 0,33
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,14	-5,54 / -5,52
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 712%	297% / 19.257%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	12,134
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,30
dp Elementos	bar	0,717
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,58
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.259
TDS Permeado	mg/L	399,7
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	185,2
Caudal de producto	m3/day	21,35
TDS Producto	mg/L	154,1
Flujo	l/m2/hr	21,76
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,570
TDS Producto	mg/L	1.340
Ratio Rechazo / Producto	ratio	22,29
Caudal de salmuera	m3/day	101,9
Presión conductora neta	bar	8,837
Beta		1,035

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

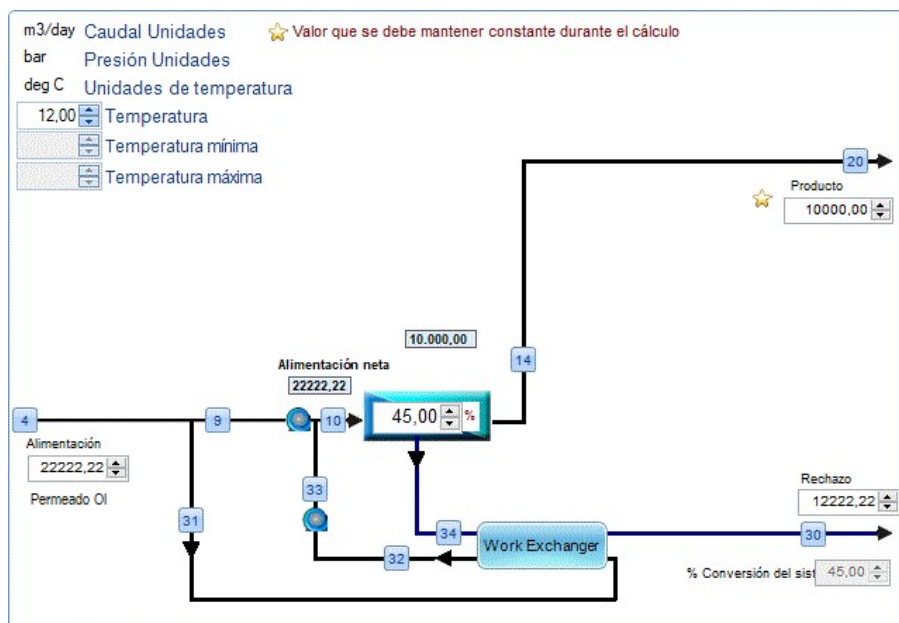
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:09:20
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	1:F1-SS-CHO-SRS-0-12 TML820M-440
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,68	0,0	399,7	815,5	5,370
4. Alimentación Neta	22.222,12	0,0	46.237,76	64.455,7	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,54	71,30	47.259,16	65.621,1	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,44	1,000	83.740,61	104.878,3	7,422
34. Alta presión a ERD	12.222,44	70,58	85.596,98	106.741,5	7,425
31. Alimentación a ERD	12.100,21	0,0	46.237,76	64.455,7	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,21	68,01	48.112,86	66.594,6	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,21	71,30	48.112,86	66.594,6	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,528	10,904	9,769	8,323	6,807
Caudal Alimentación(m3/day)	185,2	163,8	146,0	131,7	120,8
Caudal Producto(m3/day)	21,35	17,864	14,260	10,962	8,219
Caudal Rechazo(m3/day)	163,8	146,0	131,7	120,8	112,5
Flujo(l/m2/hr)	21,76	18,209	14,536	11,174	8,378
Beta	1,106	1,099	1,087	1,072	1,058

Presión Alimentación (bar)	71,30	71,15	71,03	70,92	70,82
dp(bar)	0,145	0,125	0,109	0,0961	0,0869
Presión Rechazo(bar)	71,15	71,03	70,92	70,82	70,74
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,80	39,22	43,90	48,53	52,81
Pi_Memb(bar)	40,82	45,54	50,10	54,22	57,75
Pi_Rechazo(bar)	39,22	43,90	48,53	52,81	56,55
Pi_Permeado(bar)	0,127	0,174	0,246	0,358	0,525
Presión Neta(bar)	30,56	25,76	21,17	17,074	13,648
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,428	4,294			
Caudal Alimentación(m3/day)	112,5	106,4			
Caudal Producto(m3/day)	6,108	4,570			
Caudal Rechazo(m3/day)	106,4	101,9			
Flujo(l/m2/hr)	6,226	4,658			
Beta	1,045	1,035			
Presión Alimentación (bar)	70,74	70,66			
dp(bar)	0,0801	0,0752			
Presión Rechazo(bar)	70,66	70,58			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,55	59,69			
Pi_Memb(bar)	60,67	63,06			
Pi_Rechazo(bar)	59,69	62,26			
Pi_Permeado(bar)	0,763	1,085			
Presión Neta(bar)	10,924	8,837			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,647	0,889	1,265	1,846	2,717
Mg	1,648	2,265	3,221	4,699	6,918
Na	54,36	74,68	106,2	154,8	227,9
K	2,800	3,847	5,468	7,971	11,727
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0164	0,0225	0,032	0,0467	0,0688
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,977	1,149	1,434	1,920	2,688
CL	89,24	122,6	174,3	254,2	374,0
SO4	3,431	4,715	6,705	9,782	14,401
NO3	0,0125	0,0172	0,0245	0,0357	0,0525
F	0,009	0,0123	0,0175	0,0255	0,0375
Br	0,449	0,617	0,877	1,279	1,882
B	0,507	0,657	0,871	1,167	1,557
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,54E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,63E-06	1,23E-05	1,94E-05	3,56E-05	7,19E-05
CO2	9,814	9,654	9,701	9,750	9,774
pH	5,213	5,285	5,373	5,490	5,628
TDS	154,1	211,5	300,4	437,8	643,9
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	3,969	5,665	1,685		
Mg	10,104	14,423	4,291		
Na	332,6	474,5	141,4		
K	17,116	24,41	7,276		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,100	0,143	0,0427		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		

HCO3	3,798	5,303	1,829
CL	546,0	779,0	232,0
SO4	21,03	30,02	8,932
NO3	0,0766	0,109	0,0326
F	0,0547	0,0781	0,0233
Br	2,748	3,920	1,168
B	2,035	2,580	1,018
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0007	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	4,71E-05
CO2	9,875	9,962	9,761
pH	5,765	5,898	5,370
TDS	939,7	1.340,18	399,7

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	753,1	845,2	936,6	1.021,44
Mg	1.696,67	1.917,52	2.151,91	2.384,55	2.600,60
Na	14.461,37	16.338,53	18.328,90	20.301,87	22.130,90
K	532,4	601,4	674,5	747,0	814,1
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,864	19,060	21,39	23,70	25,85
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	168,7	189,1	209,2	227,9
CL	26.405,12	29.833,95	33.470,02	37.074,94	40.417,67
SO4	3.188,92	3.603,98	4.044,45	4.481,62	4.887,59
NO3	2,146	2,424	2,719	3,011	3,281
F	1,533	1,732	1,942	2,151	2,343
Br	132,9	150,1	168,4	186,6	203,4
B	5,121	5,722	6,342	6,934	7,457
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,130	0,144	0,157
CO3	0,714	0,599	0,766	0,952	1,147
CO2	9,814	9,654	9,701	9,750	9,774
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.259,16	53.397,00	59.905,82	66.359,25	72.343,84
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.095,85	1.158,51	666,4		
Mg	2.790,04	2.949,58	1.696,67		
Na	23.730,62	25.073,47	14.461,37		
K	872,7	921,8	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,73	29,32	16,864		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	244,2	257,8	148,9		
CL	43.342,33	45.798,47	26.405,12		
SO4	5.243,51	5.543,24	3.188,92		
NO3	3,517	3,714	2,146		
F	2,512	2,653	1,533		
Br	218,1	230,5	132,9		
B	7,888	8,224	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,168	0,178	0,102		
CO3	1,320	1,474	0,714		
CO2	9,875	9,962	9,814		
pH	7,387	7,405	7,200		
TDS	77.580,44	81.978,86	47.259,16		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	2 F1-SS-CHO-SRS-0-12 TM820V-440
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:0. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.262	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455,4 / 46.708,5		65.624,5 / 47.565,7	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,76	
Temperatura	deg C	12,000			
dp total	bar	0,975		0,975	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,78	
Factor de caudal	3,00 años			0,848	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	12,134		12,134	
Caudal de rechazo	m3/day	12.222		12.222	
TDS Producto	mg/L	251,4		251,4	
TDS Rechazo	mg/L	83.861		85.724	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.149,52		1.087,46	
Potencia recuperada	kilovatio	987,6			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	62,06			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,548	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,759		2,610	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.185	1,058
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.016	2,693
Na	mg/L	14.149	14.462	25.652	88,77
K	mg/L	520,9	532,4	943,4	4,571
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,866	29,98	0,0268
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,9	1,310
Cl	mg/L	25.834	26.407	46.852	145,7
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.668	5,607
NO3	mg/L	2,100	2,147	3,802	0,0205
F	mg/L	1,500	1,533	2,715	0,0146
Br	mg/L	130,0	132,9	235,8	0,733
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,393	0,894
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0001
CO3	mg/L	0,513	0,524	1,180	1,48E-05
CO2	mg/L	11,770	12,030	11,816	11,997
TDS	mg/L	46.237	47.262	83.861	251,4
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.709	65.624 / 47.566	105.004 / 76.566	520,8 / 365,8
pH	pH	7,200	7,199	7,427	5,268
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,577 / 32,18	33,284 / 32,92	58,376 / 61,09	0,197 / 0,20
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10	-6,25 / -6,38
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 203%	198% / 5.879%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	34% / 43%	35% / 44%	69% / 86%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820V-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	12,134
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,76
dp Elementos	bar	0,975
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,78
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.262
TDS Permeado	mg/L	251,4
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	185,2
Caudal de producto	m3/day	20,76
TDS Producto	mg/L	101,7
Flujo	l/m2/hr	21,16
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,892
TDS Producto	mg/L	781,9
Ratio Rechazo / Producto	ratio	20,82
Caudal de salmuera	m3/day	101,9
Presión conductora neta	bar	9,734
Beta		1,061

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

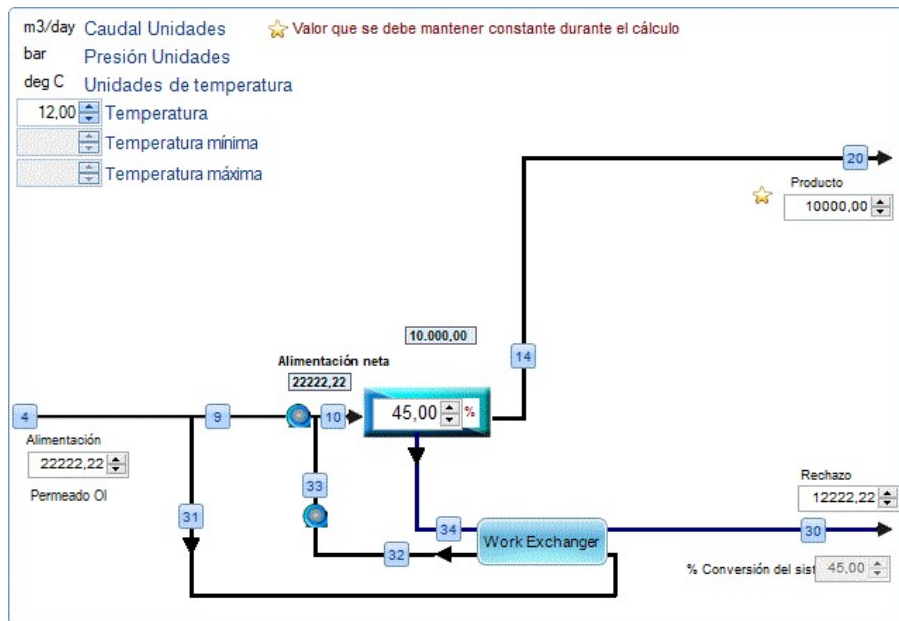
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:10:19
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	2:F1-SS-CHO-SRS-0-12 TM820V-440
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,71	0,0	251,4	520,8	5,268
4. Alimentación Neta	22.222,12	0,0	46.237,43	64.455,4	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,59	71,76	47.261,99	65.624,5	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,41	1,000	83.861,38	105.003,6	7,427
34. Alta presión a ERD	12.222,41	70,78	85.723,75	106.872,7	7,430
31. Alimentación a ERD	12.100,19	0,0	46.237,43	64.455,4	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,19	68,21	48.118,59	66.601,3	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,19	71,76	48.118,59	66.601,3	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440
Área m^2 / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,209	10,632	9,628	8,354	6,990
Caudal Alimentación(m3/day)	185,2	164,4	146,9	132,8	121,7
Caudal Producto(m3/day)	20,76	17,482	14,148	11,093	8,507
Caudal Rechazo(m3/day)	164,4	146,9	132,8	121,7	113,2
Flujo(l/m2/hr)	21,16	17,820	14,421	11,308	8,671
Beta	1,171	1,159	1,141	1,119	1,098
Presión Alimentación (bar)	71,76	71,56	71,39	71,24	71,11

dp(bar)	0,197	0,170	0,148	0,131	0,118
Presión Rechazo(bar)	71,56	71,39	71,24	71,11	70,99
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,28	37,39	41,73	46,07	50,16
Pi_Memb(bar)	41,20	45,68	49,92	53,70	56,94
Pi_Rechazo(bar)	37,39	41,73	46,06	50,16	53,83
Pi_Permeado(bar)	0,0801	0,108	0,150	0,213	0,304
Presión Neta(bar)	30,55	25,92	21,57	17,720	14,470
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820V-440	TM820V-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,699	4,583			
Caudal Alimentación(m3/day)	113,2	106,7			
Caudal Producto(m3/day)	6,452	4,892			
Caudal Rechazo(m3/day)	106,7	101,9			
Flujo(l/m2/hr)	6,576	4,986			
Beta	1,078	1,061			
Presión Alimentación (bar)	70,99	70,88			
dp(bar)	0,109	0,102			
Presión Rechazo(bar)	70,88	70,78			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	53,83	56,99			
Pi_Memb(bar)	59,62	61,81			
Pi_Rechazo(bar)	56,99	59,64			
Pi_Permeado(bar)	0,434	0,609			
Presión Neta(bar)	11,829	9,734			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,426	0,578	0,804	1,142	1,637
Mg	1,085	1,471	2,047	2,908	4,168
Na	35,79	48,51	67,50	95,86	137,4
K	1,844	2,499	3,476	4,936	7,073
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0108	0,0146	0,0203	0,0289	0,0414
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,825	0,921	1,091	1,343	1,751
CL	58,75	79,63	110,8	157,4	225,5
SO4	2,259	3,062	4,262	6,054	8,678
NO3	0,0083	0,0112	0,0156	0,0221	0,0317
F	0,0059	0,008	0,0111	0,0158	0,0226
Br	0,296	0,401	0,558	0,792	1,135
B	0,447	0,576	0,758	1,004	1,328
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,96E-05	6,73E-05	9,36E-05	0,0001	0,0002
CO3	4,42E-06	5,62E-06	7,98E-06	1,23E-05	2,13E-05
CO2	12,030	11,925	11,956	12,003	12,039
pH	5,143	5,190	5,258	5,340	5,448
TDS	101,7	137,7	191,3	271,5	388,7

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	2,340	3,299	1,058
Mg	5,957	8,398	2,693
Na	196,2	276,6	88,77
K	10,102	14,235	4,571
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0592	0,0835	0,0268
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	2,337	3,187	1,310

CL	322,1	454,0	145,7
SO4	12,400	17,482	5,607
NO3	0,0452	0,0637	0,0205
F	0,0323	0,0455	0,0146
Br	1,621	2,285	0,733
B	1,731	2,206	0,894
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0003	0,0004	0,0001
CO3	3,89E-05	7,47E-05	1,48E-05
CO2	12,056	12,062	11,997
pH	5,565	5,693	5,268
TDS	555,0	781,9	251,4

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	750,5	839,7	929,1	1.013,71
Mg	1.696,78	1.910,85	2.138,01	2.365,57	2.580,93
Na	14.462,20	16.283,39	18.214,89	20.148,26	21.976,03
K	532,4	599,4	670,4	741,5	808,6
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,866	18,993	21,25	23,51	25,65
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	168,0	187,8	207,6	226,3
CL	26.406,89	29.733,09	33.261,03	36.792,76	40.132,05
SO4	3.189,14	3.591,45	4.018,37	4.446,02	4.850,72
NO3	2,147	2,416	2,703	2,989	3,259
F	1,533	1,726	1,930	2,135	2,328
Br	132,9	149,6	167,4	185,1	201,9
B	5,121	5,711	6,322	6,915	7,453
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,129	0,143	0,155
CO3	0,524	0,432	0,551	0,684	0,824
CO2	12,030	11,925	11,956	12,003	12,039
pH	7,200	7,248	7,290	7,328	7,360
TDS	47.261,99	53.215,74	59.530,55	65.852,35	71.829,99
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.089,77	1.155,50	666,4		
Mg	2.774,57	2.941,90	1.696,78		
Na	23.617,22	25.032,75	14.462,20		
K	868,9	920,8	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,58	29,24	16,866		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	243,1	257,6	148,9		
CL	43.131,06	45.718,38	26.406,89		
SO4	5.214,60	5.529,02	3.189,14		
NO3	3,502	3,711	2,147		
F	2,501	2,651	1,533		
Br	217,0	230,1	132,9		
B	7,914	8,288	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,167	0,177	0,102		
CO3	0,963	1,092	0,524		
CO2	12,056	12,062	12,030		
pH	7,387	7,410	7,200		
TDS	77.198,85	81.831,12	47.261,99		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	3 F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:1. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,8		47.259,2	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,7 / 64.455,7		65.621,1 / 65.621,1	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,30	
Temperatura	deg C	25,00			
dp total	bar	0,717		0,717	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,58	
Factor de caudal	3,00 años			0,848	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	12,134		12,134	
Caudal de rechazo	m3/day	12.222		12.222	
TDS Producto	mg/L	399,7		399,7	
TDS Rechazo	mg/L	83.741		85.597	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.136,94		1.079,39	
Potencia recuperada	kilovatio	983,7			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	57,55			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,290	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,729		2,591	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.184	1,685
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.014	4,291
Na	mg/L	14.149	14.461	25.609	141,4
K	mg/L	520,9	532,4	941,2	7,276
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,864	29,96	0,0427
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,2	1,829
Cl	mg/L	25.834	26.405	46.781	232,0
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.665	8,932
NO3	mg/L	2,100	2,146	3,792	0,0326
F	mg/L	1,500	1,533	2,708	0,0233
Br	mg/L	130,0	132,9	235,4	1,168
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,294	1,018
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0002
CO3	mg/L	0,699	0,714	1,586	4,71E-05
CO2	mg/L	9,602	9,814	9,730	9,761
TDS	mg/L	46.238	47.259	83.741	399,7
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.456 / 64.456	65.621 / 65.621	104.878 / 104.878	815,5 / 815,7
pH	pH	7,200	7,199	7,422	5,370
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,800 / 34,61	60,948 / 64,32	0,327 / 0,33
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,14	-5,54 / -5,52
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 712%	297% / 19.257%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	12,134
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,30
dp Elementos	bar	0,717
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,58
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.259
TDS Permeado	mg/L	399,7
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	185,2
Caudal de producto	m3/day	21,35
TDS Producto	mg/L	154,1
Flujo	l/m2/hr	21,76
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,570
TDS Producto	mg/L	1.340
Ratio Rechazo / Producto	ratio	22,29
Caudal de salmuera	m3/day	101,9
Presión conductora neta	bar	8,837
Beta		1,035

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0. Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

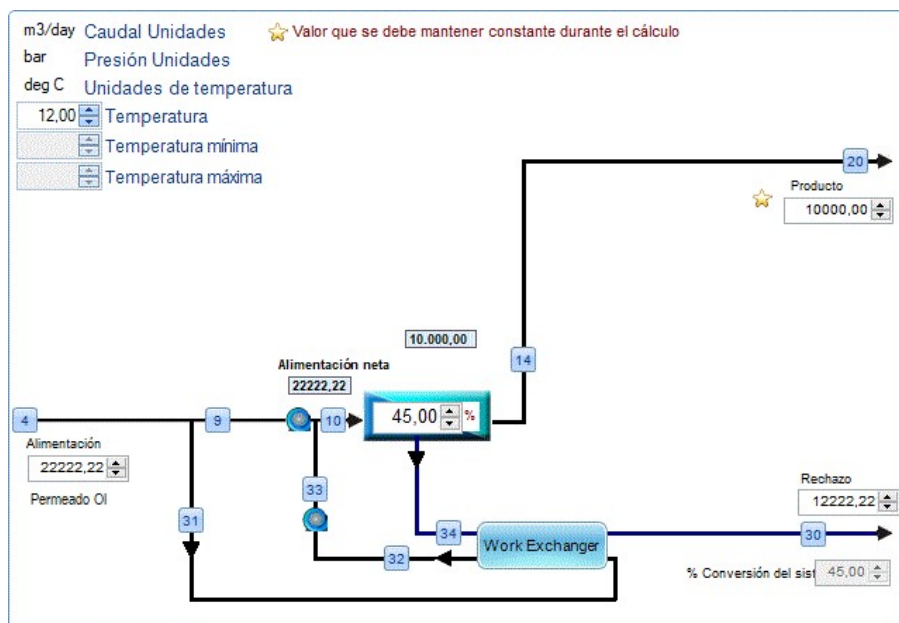
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:10:41
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	3:F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,68	0,0	399,7	815,5	5,370
4. Alimentación Neta	22.222,12	0,0	46.237,76	64.455,7	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,54	71,30	47.259,16	65.621,1	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,44	1,000	83.740,61	104.878,3	7,422
34. Alta presión a ERD	12.222,44	70,58	85.596,98	106.741,5	7,425
31. Alimentación a ERD	12.100,21	0,0	46.237,76	64.455,7	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,21	68,01	48.112,86	66.594,6	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,21	71,30	48.112,86	66.594,6	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,528	10,904	9,769	8,323	6,807
Caudal Alimentación(m3/day)	185,2	163,8	146,0	131,7	120,8
Caudal Producto(m3/day)	21,35	17,864	14,260	10,962	8,219
Caudal Rechazo(m3/day)	163,8	146,0	131,7	120,8	112,5
Flujo(l/m2/hr)	21,76	18,209	14,536	11,174	8,378
Beta	1,106	1,099	1,087	1,072	1,058

Presión Alimentación (bar)	71,30	71,15	71,03	70,92	70,82
dp(bar)	0,145	0,125	0,109	0,0961	0,0869
Presión Rechazo(bar)	71,15	71,03	70,92	70,82	70,74
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,80	39,22	43,90	48,53	52,81
Pi_Memb(bar)	40,82	45,54	50,10	54,22	57,75
Pi_Rechazo(bar)	39,22	43,90	48,53	52,81	56,55
Pi_Permeado(bar)	0,127	0,174	0,246	0,358	0,525
Presión Neta(bar)	30,56	25,76	21,17	17,074	13,648
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,428	4,294			
Caudal Alimentación(m3/day)	112,5	106,4			
Caudal Producto(m3/day)	6,108	4,570			
Caudal Rechazo(m3/day)	106,4	101,9			
Flujo(l/m2/hr)	6,226	4,658			
Beta	1,045	1,035			
Presión Alimentación (bar)	70,74	70,66			
dp(bar)	0,0801	0,0752			
Presión Rechazo(bar)	70,66	70,58			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,55	59,69			
Pi_Memb(bar)	60,67	63,06			
Pi_Rechazo(bar)	59,69	62,26			
Pi_Permeado(bar)	0,763	1,085			
Presión Neta(bar)	10,924	8,837			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,647	0,889	1,265	1,846	2,717
Mg	1,648	2,265	3,221	4,699	6,918
Na	54,36	74,68	106,2	154,8	227,9
K	2,800	3,847	5,468	7,971	11,727
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0164	0,0225	0,032	0,0467	0,0688
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,977	1,149	1,434	1,920	2,688
CL	89,24	122,6	174,3	254,2	374,0
SO4	3,431	4,715	6,705	9,782	14,401
NO3	0,0125	0,0172	0,0245	0,0357	0,0525
F	0,009	0,0123	0,0175	0,0255	0,0375
Br	0,449	0,617	0,877	1,279	1,882
B	0,507	0,657	0,871	1,167	1,557
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,54E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,63E-06	1,23E-05	1,94E-05	3,56E-05	7,19E-05
CO2	9,814	9,654	9,701	9,750	9,774
pH	5,213	5,285	5,373	5,490	5,628
TDS	154,1	211,5	300,4	437,8	643,9
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	3,969	5,665	1,685		
Mg	10,104	14,423	4,291		
Na	332,6	474,5	141,4		
K	17,116	24,41	7,276		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,100	0,143	0,0427		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		

HCO3	3,798	5,303	1,829
CL	546,0	779,0	232,0
SO4	21,03	30,02	8,932
NO3	0,0766	0,109	0,0326
F	0,0547	0,0781	0,0233
Br	2,748	3,920	1,168
B	2,035	2,580	1,018
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0007	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	4,71E-05
CO2	9,875	9,962	9,761
pH	5,765	5,898	5,370
TDS	939,7	1.340,18	399,7

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	753,1	845,2	936,6	1.021,44
Mg	1.696,67	1.917,52	2.151,91	2.384,55	2.600,60
Na	14.461,37	16.338,53	18.328,90	20.301,87	22.130,90
K	532,4	601,4	674,5	747,0	814,1
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,864	19,060	21,39	23,70	25,85
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	168,7	189,1	209,2	227,9
CL	26.405,12	29.833,95	33.470,02	37.074,94	40.417,67
SO4	3.188,92	3.603,98	4.044,45	4.481,62	4.887,59
NO3	2,146	2,424	2,719	3,011	3,281
F	1,533	1,732	1,942	2,151	2,343
Br	132,9	150,1	168,4	186,6	203,4
B	5,121	5,722	6,342	6,934	7,457
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,130	0,144	0,157
CO3	0,714	0,599	0,766	0,952	1,147
CO2	9,814	9,654	9,701	9,750	9,774
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.259,16	53.397,00	59.905,82	66.359,25	72.343,84
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.095,85	1.158,51	666,4		
Mg	2.790,04	2.949,58	1.696,67		
Na	23.730,62	25.073,47	14.461,37		
K	872,7	921,8	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,73	29,32	16,864		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	244,2	257,8	148,9		
CL	43.342,33	45.798,47	26.405,12		
SO4	5.243,51	5.543,24	3.188,92		
NO3	3,517	3,714	2,146		
F	2,512	2,653	1,533		
Br	218,1	230,5	132,9		
B	7,888	8,224	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,168	0,178	0,102		
CO3	1,320	1,474	0,714		
CO2	9,875	9,962	9,814		
pH	7,387	7,405	7,200		
TDS	77.580,44	81.978,86	47.259,16		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	4 F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:0. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.262	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455,4 / 46.708,5		65.624,5 / 47.565,7	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,76	
Temperatura	deg C	12,000			
dp total	bar	0,975		0,975	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,78	
Factor de caudal	3,00 años			0,848	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	12,134		12,134	
Caudal de rechazo	m3/day	12.222		12.222	
TDS Producto	mg/L	251,4		251,4	
TDS Rechazo	mg/L	83.861		85.724	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.149,52		1.087,46	
Potencia recuperada	kilovatio	987,6			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	62,06			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,548	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,759		2,610	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.185	1,058
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.016	2,693
Na	mg/L	14.149	14.462	25.652	88,77
K	mg/L	520,9	532,4	943,4	4,571
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,866	29,98	0,0268
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,9	1,310
Cl	mg/L	25.834	26.407	46.852	145,7
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.668	5,607
NO3	mg/L	2,100	2,147	3,802	0,0205
F	mg/L	1,500	1,533	2,715	0,0146
Br	mg/L	130,0	132,9	235,8	0,733
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,393	0,894
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0001
CO3	mg/L	0,513	0,524	1,180	1,48E-05
CO2	mg/L	11,770	12,030	11,816	11,997
TDS	mg/L	46.237	47.262	83.861	251,4
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.709	65.624 / 47.566	105.004 / 76.566	520,8 / 365,8
pH	pH	7,200	7,199	7,427	5,268
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,577 / 32,18	33,284 / 32,92	58,376 / 61,09	0,197 / 0,20
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10	-6,25 / -6,38
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 203%	198% / 5.879%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	34% / 43%	35% / 44%	69% / 86%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820V-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	12,134
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,76
dp Elementos	bar	0,975
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,78
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.262
TDS Permeado	mg/L	251,4
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	185,2
Caudal de producto	m3/day	20,76
TDS Producto	mg/L	101,7
Flujo	l/m2/hr	21,16
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,892
TDS Producto	mg/L	781,9
Ratio Rechazo / Producto	ratio	20,82
Caudal de salmuera	m3/day	101,9
Presión conductora neta	bar	9,734
Beta		1,061

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

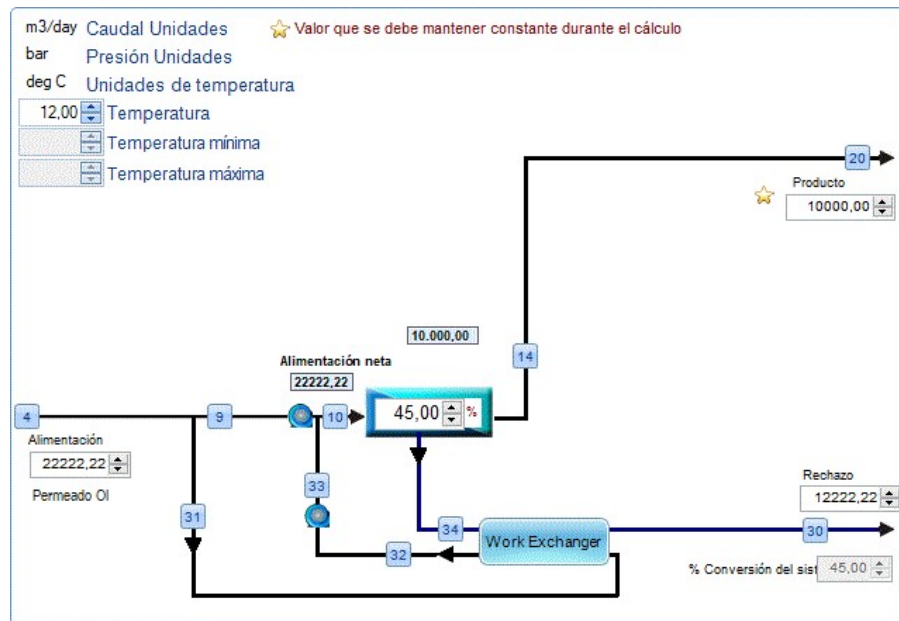
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:11:01
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	4:F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,71	0,0	251,4	520,8	5,268
4. Alimentación Neta	22.222,12	0,0	46.237,43	64.455,4	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,59	71,76	47.261,99	65.624,5	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,41	1,000	83.861,38	105.003,6	7,427
34. Alta presión a ERD	12.222,41	70,78	85.723,75	106.872,7	7,430
31. Alimentación a ERD	12.100,19	0,0	46.237,43	64.455,4	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,19	68,21	48.118,59	66.601,3	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,19	71,76	48.118,59	66.601,3	7,198
Detalles del elemento del Paso1					

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,209	10,632	9,628	8,354	6,990
Caudal Alimentación(m3/day)	185,2	164,4	146,9	132,8	121,7
Caudal Producto(m3/day)	20,76	17,482	14,148	11,093	8,507
Caudal Rechazo(m3/day)	164,4	146,9	132,8	121,7	113,2
Flujo(l/m2/hr)	21,16	17,820	14,421	11,308	8,671
Beta	1,171	1,159	1,141	1,119	1,098
Presión Alimentación (bar)	71,76	71,56	71,39	71,24	71,11

dp(bar)	0,197	0,170	0,148	0,131	0,118
Presión Rechazo(bar)	71,56	71,39	71,24	71,11	70,99
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,28	37,39	41,73	46,07	50,16
Pi_Memb(bar)	41,20	45,68	49,92	53,70	56,94
Pi_Rechazo(bar)	37,39	41,73	46,06	50,16	53,83
Pi_Permeado(bar)	0,0801	0,108	0,150	0,213	0,304
Presión Neta(bar)	30,55	25,92	21,57	17,720	14,470
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820V-440	TM820V-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,699	4,583			
Caudal Alimentación(m3/day)	113,2	106,7			
Caudal Producto(m3/day)	6,452	4,892			
Caudal Rechazo(m3/day)	106,7	101,9			
Flujo(l/m2/hr)	6,576	4,986			
Beta	1,078	1,061			
Presión Alimentación (bar)	70,99	70,88			
dp(bar)	0,109	0,102			
Presión Rechazo(bar)	70,88	70,78			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	53,83	56,99			
Pi_Memb(bar)	59,62	61,81			
Pi_Rechazo(bar)	56,99	59,64			
Pi_Permeado(bar)	0,434	0,609			
Presión Neta(bar)	11,829	9,734			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,426	0,578	0,804	1,142	1,637
Mg	1,085	1,471	2,047	2,908	4,168
Na	35,79	48,51	67,50	95,86	137,4
K	1,844	2,499	3,476	4,936	7,073
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0108	0,0146	0,0203	0,0289	0,0414
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,825	0,921	1,091	1,343	1,751
CL	58,75	79,63	110,8	157,4	225,5
SO4	2,259	3,062	4,262	6,054	8,678
NO3	0,0083	0,0112	0,0156	0,0221	0,0317
F	0,0059	0,008	0,0111	0,0158	0,0226
Br	0,296	0,401	0,558	0,792	1,135
B	0,447	0,576	0,758	1,004	1,328
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,96E-05	6,73E-05	9,36E-05	0,0001	0,0002
CO3	4,42E-06	5,62E-06	7,98E-06	1,23E-05	2,13E-05
CO2	12,030	11,925	11,956	12,003	12,039
pH	5,143	5,190	5,258	5,340	5,448
TDS	101,7	137,7	191,3	271,5	388,7

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	2,340	3,299	1,058
Mg	5,957	8,398	2,693
Na	196,2	276,6	88,77
K	10,102	14,235	4,571
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0592	0,0835	0,0268
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	2,337	3,187	1,310

CL	322,1	454,0	145,7
SO4	12,400	17,482	5,607
NO3	0,0452	0,0637	0,0205
F	0,0323	0,0455	0,0146
Br	1,621	2,285	0,733
B	1,731	2,206	0,894
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0003	0,0004	0,0001
CO3	3,89E-05	7,47E-05	1,48E-05
CO2	12,056	12,062	11,997
pH	5,565	5,693	5,268
TDS	555,0	781,9	251,4

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	750,5	839,7	929,1	1.013,71
Mg	1.696,78	1.910,85	2.138,01	2.365,57	2.580,93
Na	14.462,20	16.283,39	18.214,89	20.148,26	21.976,03
K	532,4	599,4	670,4	741,5	808,6
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,866	18,993	21,25	23,51	25,65
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	168,0	187,8	207,6	226,3
CL	26.406,89	29.733,09	33.261,03	36.792,76	40.132,05
SO4	3.189,14	3.591,45	4.018,37	4.446,02	4.850,72
NO3	2,147	2,416	2,703	2,989	3,259
F	1,533	1,726	1,930	2,135	2,328
Br	132,9	149,6	167,4	185,1	201,9
B	5,121	5,711	6,322	6,915	7,453
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,129	0,143	0,155
CO3	0,524	0,432	0,551	0,684	0,824
CO2	12,030	11,925	11,956	12,003	12,039
pH	7,200	7,248	7,290	7,328	7,360
TDS	47.261,99	53.215,74	59.530,55	65.852,35	71.829,99

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.089,77	1.155,50	666,4
Mg	2.774,57	2.941,90	1.696,78
Na	23.617,22	25.032,75	14.462,20
K	868,9	920,8	532,4
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,58	29,24	16,866
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	243,1	257,6	148,9
CL	43.131,06	45.718,38	26.406,89
SO4	5.214,60	5.529,02	3.189,14
NO3	3,502	3,711	2,147
F	2,501	2,651	1,533
Br	217,0	230,1	132,9
B	7,914	8,288	5,121
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,167	0,177	0,102
CO3	0,963	1,092	0,524
CO2	12,056	12,062	12,030
pH	7,387	7,410	7,200
TDS	77.198,85	81.831,12	47.261,99

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	5 F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:1. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total	Paso 1		
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4	47.257,8		
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3	65.619,6 / 65.619,6		
Presión de Alimentación	bar	0,0	69,00		
Temperatura	deg C	25,00			
dp total	bar	0,694	0,694		
Presión de rechazo	bar	1,000	68,30		
Factor de caudal	3,00 años		0,848		
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		
Conversión	%	45,00%	45,0%		
Caudal Alimentación	m3/day	22.222	22.221		
Caudal de producto	m3/day	10.000	10.000		
Flujo medio	l/m2/hr	12,135	12,135		
Caudal de rechazo	m3/day	12.222	12.222		
TDS Producto	mg/L	444,4	444,4		
TDS Rechazo	mg/L	83.704	85.559		
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.101,73	1.044,54		
Potencia recuperada	kilovatio	950,7			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	57,19			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,269		
Potencia consumida	kWh/m^3	2,644	2,507		
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.184	1,873
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.014	4,770
Na	mg/L	14.149	14.461	25.597	157,1
K	mg/L	520,9	532,4	940,5	8,086
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,864	29,96	0,0474
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,2	2,001
Cl	mg/L	25.834	26.404	46.760	257,9
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.664	9,929
NO3	mg/L	2,100	2,146	3,789	0,0362
F	mg/L	1,500	1,533	2,706	0,0259
Br	mg/L	130,0	132,9	235,3	1,298
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,022	1,358
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0002
CO3	mg/L	0,699	0,714	1,604	6,05E-05
CO2	mg/L	9,602	9,814	9,620	9,757
TDS	mg/L	46.237	47.258	83.704	444,4
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.620 / 65.620	104.841 / 104.841	905,4 / 905,7
pH	pH	7,200	7,199	7,427	5,395
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,799 / 34,61	60,920 / 64,29	0,363 / 0,36
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,53 / 0,14	-5,42 / -5,39
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,4%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 712%	301% / 19.673%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.221
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	12,135
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	69,00
dp Elementos	bar	0,694
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	68,30
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.258
TDS Permeado	mg/L	444,4
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	185,2
Caudal de producto	m3/day	25,22
TDS Producto	mg/L	169,9
Flujo	l/m2/hr	25,71
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	3,703
TDS Producto	mg/L	1.621
Ratio Rechazo / Producto	ratio	27,51
Caudal de salmuera	m3/day	101,9
Presión conductora neta	bar	7,004
Beta		1,028

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0. Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

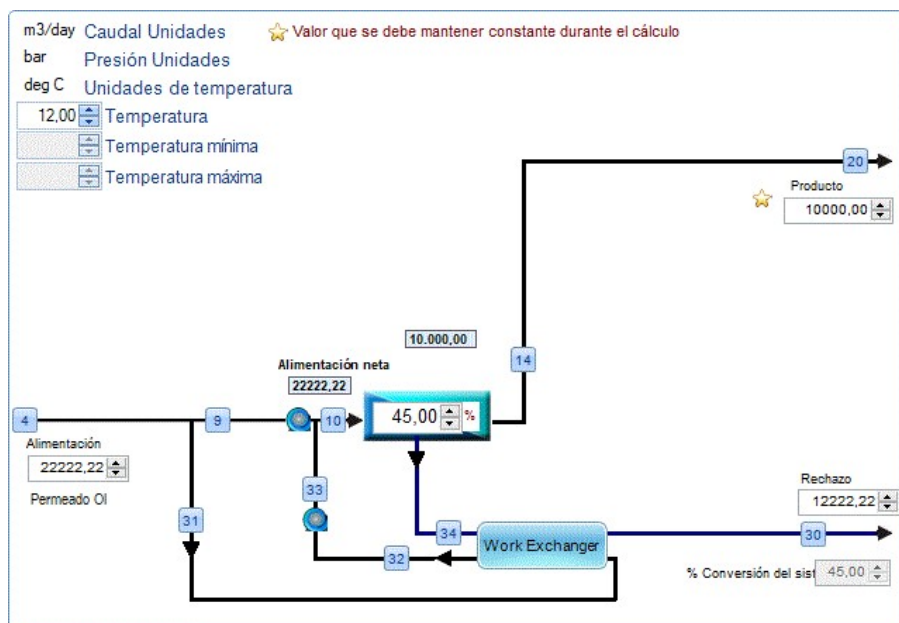
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:11:18
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	5:F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,81	0,0	444,4	905,4	5,395
4. Alimentación Neta	22.222,12	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,27	69,00	47.257,82	65.619,6	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,31	1,000	83.704,43	104.840,7	7,427
34. Alta presión a ERD	12.222,31	68,30	85.559,02	106.702,2	7,430
31. Alimentación a ERD	12.100,09	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,09	65,73	48.110,70	66.592,1	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,09	69,00	48.110,70	66.592,1	7,198

Detalles del elemento del Paso 1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	13,619	12,373	10,425	6,899	5,544
Caudal Alimentación(m3/day)	185,2	160,0	140,2	125,6	116,9
Caudal Producto(m3/day)	25,22	19,793	14,612	8,662	6,480
Caudal Rechazo(m3/day)	160,0	140,2	125,6	116,9	110,4
Flujo(l/m2/hr)	25,71	20,18	14,895	8,829	6,606
Beta	1,128	1,114	1,093	1,059	1,046

Presión Alimentación (bar)	69,00	68,85	68,73	68,63	68,54
dp(bar)	0,143	0,120	0,103	0,0913	0,0841
Presión Rechazo(bar)	68,85	68,73	68,63	68,54	68,46
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,80	40,15	45,67	50,83	54,49
Pi_Memb(bar)	42,11	47,61	52,58	55,67	58,56
Pi_Rechazo(bar)	40,14	45,66	50,83	54,49	57,58
Pi_Permiado(bar)	0,140	0,208	0,322	0,464	0,671
Presión Neta(bar)	26,98	21,43	16,481	13,463	10,727
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	4,403	3,508			
Caudal Alimentación(m3/day)	110,4	105,6			
Caudal Producto(m3/day)	4,861	3,703			
Caudal Rechazo(m3/day)	105,6	101,9			
Flujo(l/m2/hr)	4,955	3,774			
Beta	1,036	1,028			
Presión Alimentación (bar)	68,46	68,38			
dp(bar)	0,0787	0,0748			
Presión Rechazo(bar)	68,38	68,30			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	57,59	60,15			
Pi_Memb(bar)	60,93	62,88			
Pi_Rechazo(bar)	60,14	62,24			
Pi_Permiado(bar)	0,951	1,310			
Presión Neta(bar)	8,603	7,004			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,713	1,065	1,655	2,402	3,483
Mg	1,815	2,711	4,214	6,116	8,868
Na	59,87	89,38	138,9	201,5	292,0
K	3,084	4,603	7,151	10,370	15,024
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,018	0,0269	0,0419	0,0608	0,0881
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,026	1,295	1,784	2,408	3,365
CL	98,27	146,7	228,0	330,7	479,3
SO4	3,778	5,643	8,773	12,732	18,459
NO3	0,0138	0,0206	0,032	0,0464	0,0673
F	0,0099	0,0147	0,0229	0,0332	0,0481
Br	0,495	0,738	1,147	1,664	2,412
B	0,854	1,155	1,589	1,389	1,815
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	8,30E-05	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004
CO3	9,56E-06	1,58E-05	3,07E-05	5,68E-05	0,0001
CO2	9,814	9,639	9,715	9,824	9,826
pH	5,233	5,335	5,463	5,580	5,718
TDS	169,9	253,4	393,3	569,4	824,8
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	4,959	6,858	1,873		
Mg	12,625	17,460	4,770		
Na	415,4	574,2	157,1		
K	21,37	29,53	8,086		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,125	0,174	0,0474		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		

HCO3	4,694	6,403	2,001
CL	682,0	942,7	257,9
SO4	26,28	36,34	9,929
NO3	0,0957	0,132	0,0362
F	0,0683	0,0944	0,0259
Br	3,432	4,744	1,298
B	2,309	2,838	1,358
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0006	0,0008	0,0002
CO3	0,0002	0,0005	6,05E-05
CO2	9,814	9,809	9,757
pH	5,855	5,983	5,395
TDS	1.173,39	1.621,46	444,4

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	771,3	880,1	982,3	1.054,95
Mg	1.696,64	1.963,84	2.240,76	2.501,05	2.685,92
Na	14.460,93	16.731,42	19.081,34	21.285,84	22.848,19
K	532,4	615,8	702,2	783,0	840,3
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,864	19,520	22,27	24,86	26,70
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	172,7	196,8	219,2	235,2
CL	26.404,35	30.551,80	34.845,12	38.873,83	41.729,85
SO4	3.188,86	3.691,02	4.211,41	4.700,51	5.047,87
NO3	2,146	2,483	2,830	3,156	3,386
F	1,533	1,773	2,022	2,254	2,419
Br	132,9	153,7	175,3	195,6	210,0
B	5,121	5,793	6,448	7,014	7,431
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,118	0,135	0,151	0,162
CO3	0,714	0,632	0,835	1,047	1,222
CO2	9,814	9,639	9,715	9,824	9,826
pH	7,200	7,263	7,310	7,347	7,375
TDS	47.257,82	54.682,06	62.367,55	69.579,94	74.693,60
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.116,66	1.167,86	666,4		
Mg	2.843,04	2.973,39	1.696,64		
Na	24.172,03	25.266,10	14.460,93		
K	888,7	928,7	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	28,26	29,55	16,864		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	248,8	259,9	148,9		
CL	44.150,89	46.152,78	26.404,35		
SO4	5.343,05	5.587,91	3.188,86		
NO3	3,581	3,742	2,146		
F	2,558	2,673	1,533		
Br	222,2	232,2	132,9		
B	7,760	8,011	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,171	0,179	0,102		
CO3	1,383	1,524	0,714		
CO2	9,814	9,809	9,814		
pH	7,397	7,415	7,200		
TDS	79.029,07	82.614,59	47.257,82		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	6 F1-CS-CHO-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.145,2		474,60	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3		65.491,1 / 65.491,1		956,9 / 956,86	
Presión de Alimentación	bar	0,0		68,40		12,361	
Temperatura	deg C	25,00					
dp total	bar	1,935		0,810		1,124	
Presión de rechazo	bar	1,000		67,59		11,236	
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%	
Conversión	%	40,45%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	24.716		24.715		11.122	
Caudal de producto	m3/day	9.998		11.122		9.998	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		13,496		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	13.594		13.594		1.124	
TDS Producto	mg/L	8,683		455,3		8,683	
TDS Rechazo	mg/L	83.494		85.344		4.619	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.416,23		1.151,59		198,8	
Potencia recuperada	kilovatio	1.045,90					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	65,89					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,387			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,400		2,485		0,477	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2	
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,919	18,904	
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.007	4,885	48,13	
Na	mg/L	14.149	14.426	25.532	166,7	1.625	
K	mg/L	520,9	531,1	938,1	8,281	80,08	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	16,500	16,824	29,89	0,0486	0,478	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,3	14,571	138,3	
Cl	mg/L	25.834	26.341	46.643	264,1	2.575	
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.650	10,168	100,0	
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,779	0,0371	0,357	
F	mg/L	1,500	1,529	2,699	0,0265	0,255	
Br	mg/L	130,0	132,6	234,7	1,329	12,938	
B (Boro)	mg/L	5,010	5,108	7,817	1,586	8,169	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0022	
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,561	0,969	12,366	
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,810	0,0222	0,191	
TDS	mg/L	46.237	47.145	83.494	474,6	4.619	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.491 / 65.491	104.629 / 104.629	956,9 / 956,9	8.250,7 / 8.250,7	
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,417	9,000	8,985	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,717 / 34,52	60,770 / 64,11	0,384 / 0,37	3,648 / 3,50	
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,51 / 0,13		0,71 / 0,72	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,2% / 0,3%	
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	293% / 18.630%		154% / 4.523%	

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0093	1,919	0,0093	
Mg	mg/L	0,0237	4,885	0,0237	
Na	mg/L	2,799	160,9	2,799	
K	mg/L	0,210	8,281	0,210	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0002	0,0486	0,0002	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,335	2,054	0,335	
CO3	mg/L	0,004	6,62E-05	0,004	
CO2	mg/L	0,0464	9,761	0,0464	
Cl	mg/L	4,363	264,1	4,363	
SO4	mg/L	0,0676	10,168	0,0676	
NO3	mg/L	0,0011	0,0371	0,0011	
F	mg/L	0,0008	0,0265	0,0008	
Br	mg/L	0,024	1,329	0,024	
PO4	mg/L	7,68E-07	0,0002	7,68E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,846	1,586	0,846	
TDS	mg/L	8,683	455,3	8,683	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	21,43 / 21,43	928,06 / 928,06	21,43 / 21,43	
pH	pH	8,137	5,395	8,137	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,008 / 0,01	0,373 / 0,37	0,008 / 0,01	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820V-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.715
Caudal de producto	m3/day	11.122
Flujo medio	l/m2/hr	13,496
Caudal de salmuera	m3/day	13.594
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	68,40
dp Elementos	bar	0,810
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	67,59
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.145
TDS Permeado	mg/L	455,3
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	206,0
Caudal de producto	m3/day	25,61
TDS Producto	mg/L	163,5
Flujo	l/m2/hr	26,10
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,491
TDS Producto	mg/L	1.697
Ratio Rechazo / Producto	ratio	25,22
Caudal de salmuera	m3/day	113,3
Presión conductora neta	bar	6,441
Beta		1,031

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.122	4.015
Caudal de producto	m3/day	7.107	2.891
Flujo medio	l/m2/hr	34,82	28,33
Caudal de salmuera	m3/day	4.015	1.124
Conversión %	%	63,90 %	72,01 %
Presión de Alimentación	bar	12,361	11,657
dp Elementos	bar	0,703	0,421
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	11,657	11,236
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	474,6	1.307
TDS Permeado	mg/L	4,521	18,916
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	211,3
Caudal de producto	m3/day	32,78	28,67
TDS Producto	mg/L	2,680	9,211
Flujo	l/m2/hr	36,62	32,02
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,35	20,57
TDS Producto	mg/L	7,719	40,09
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,599	2,876
Caudal de salmuera	m3/day	105,7	59,15
Presión conductora neta	bar	10,541	7,382
Beta		1,240	1,236

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 10,10 mg/l, 112,28 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

- Índice Stiff Davis Rechazo =0,16 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation
- TM720-400. Etapas1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- Paso 2, Etapas2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,876

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

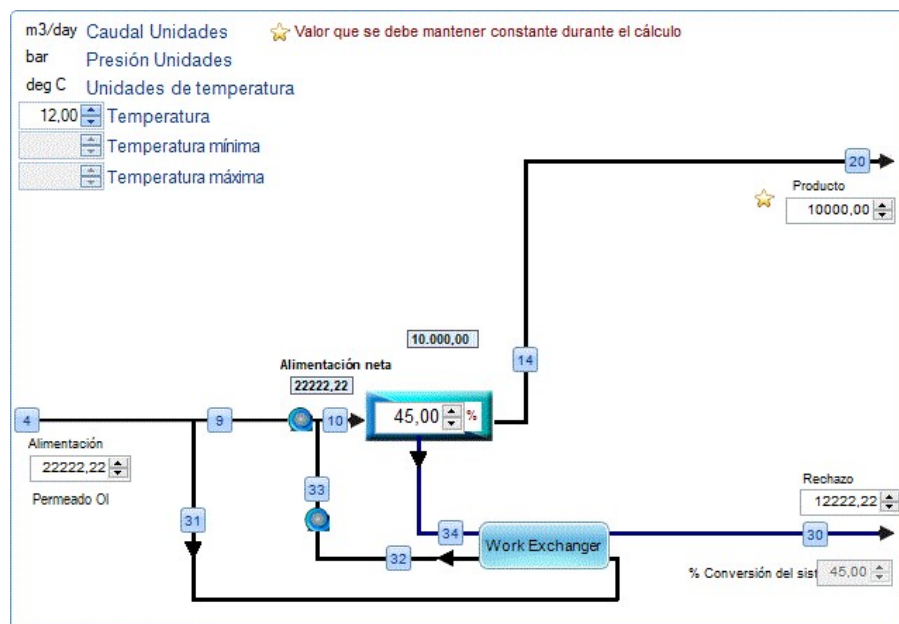
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:11:39
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	6:F1-CS-CHO-SRS-0-25 TM820V-440
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,34	0,0	8,683	21,4	8,137
4. Alimentación Neta	24.715,96	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.715,38	68,40	47.145,16	65.491,1	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.594,15	1,000	83.493,96	104.629,3	7,417
34. Alta presión a ERD	13.594,15	67,59	85.343,60	106.486,1	7,420
31. Alimentación a ERD	13.458,21	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	13.458,21	65,01	48.110,18	66.591,6	7,198
33. Booster en la alimentación	13.458,21	68,40	48.110,18	66.591,6	7,198
14. Permeado Paso 1	11.121,81	0,0	455,3	927,7	5,395
38. Entre pasos tratado	11.121,81	0,0	455,3	927,7	5,395
40. Paso 2 Alimentación	11.121,81	12,361	474,6	956,9	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.123,89	11,236	4.619,46	8.250,7	8,985

20. Producto Final	9.998,34	0,0	8,683	21,4	8,137
--------------------	----------	-----	-------	------	-------

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440	TM820V-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	12,434	11,454	9,893	8,085	6,355
Caudal Alimentación(m3/day)	206,0	180,4	159,7	143,9	132,3
Caudal Producto(m3/day)	25,61	20,66	15,799	11,634	8,406
Caudal Rechazo(m3/day)	180,4	159,7	143,9	132,3	123,9
Flujo(l/m2/hr)	26,10	21,06	16,104	11,858	8,568
Beta	1,117	1,106	1,089	1,071	1,054
Presión Alimentación (bar)	68,40	68,23	68,09	67,97	67,86
dp(bar)	0,166	0,141	0,122	0,108	0,0979
Presión Rechazo(bar)	68,23	68,09	67,97	67,86	67,76
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,52	44,51	49,26	53,47
Pi_Memb(bar)	41,33	46,31	50,92	54,89	58,13
Pi_Rechazo(bar)	39,52	44,50	49,25	53,46	56,97
Pi_Permado(bar)	0,135	0,193	0,285	0,431	0,651
Presión Neta(bar)	27,14	22,08	17,445	13,534	10,446
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820V-440	TM820V-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	4,912	3,813			
Caudal Alimentación(m3/day)	123,9	117,8			
Caudal Producto(m3/day)	6,085	4,491			
Caudal Rechazo(m3/day)	117,8	113,3			
Flujo(l/m2/hr)	6,202	4,578			
Beta	1,041	1,031			
Presión Alimentación (bar)	67,76	67,67			
dp(bar)	0,0909	0,0859			
Presión Rechazo(bar)	67,67	67,59			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,98	59,82			
Pi_Memb(bar)	60,73	62,80			
Pi_Rechazo(bar)	59,81	62,08			
Pi_Permado(bar)	0,962	1,372			
Presión Neta(bar)	8,124	6,441			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,686	0,983	1,462	2,220	3,369
Mg	1,746	2,504	3,723	5,653	8,578
Na	57,59	82,57	122,7	186,2	282,5
K	2,967	4,252	6,319	9,587	14,537
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0174	0,0249	0,037	0,0562	0,0853
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,010	1,230	1,617	2,274	3,293
CL	94,54	135,5	201,5	305,7	463,7
SO4	3,635	5,213	7,751	11,768	17,856
NO3	0,0133	0,019	0,0283	0,0429	0,0651
F	0,0095	0,0136	0,0202	0,0307	0,0465
Br	0,476	0,682	1,014	1,538	2,333

B	0,827	1,087	1,454	1,939	2,529
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,98E-05	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004
CO3	9,28E-06	1,43E-05	2,50E-05	5,07E-05	0,0001
CO2	9,791	9,612	9,709	9,768	9,877
pH	5,228	5,315	5,423	5,560	5,708
TDS	163,5	234,1	347,6	527,1	798,8

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	5,007	7,175	1,919
Mg	12,747	18,267	4,885
Na	419,5	600,7	160,9
K	21,58	30,90	8,281
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,127	0,182	0,0486
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	4,792	6,736	2,054
CL	688,6	986,2	264,1
SO4	26,53	38,02	10,168
NO3	0,0966	0,138	0,0371
F	0,069	0,0988	0,0265
Br	3,465	4,963	1,329
B	3,182	3,835	1,586
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0006	0,0008	0,0002
CO3	0,0002	0,0005	6,62E-05
CO2	9,938	9,977	9,761
pH	5,860	5,998	5,395
TDS	1.185,72	1.697,24	455,3

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	759,1	857,2	951,1	1.034,58
Mg	1.692,59	1.932,69	2.182,36	2.421,56	2.634,05
Na	14.426,45	16.466,80	18.586,13	20.613,27	22.409,95
K	531,1	606,1	684,0	758,4	824,2
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,824	19,210	21,69	24,07	26,18
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	170,0	191,7	212,4	230,6
CL	26.341,40	30.068,39	33.940,28	37.644,53	40.928,70
SO4	3.181,25	3.632,47	4.101,66	4.551,14	4.950,41
NO3	2,141	2,443	2,757	3,057	3,322
F	1,529	1,745	1,969	2,183	2,373
Br	132,6	151,3	170,8	189,4	206,0
B	5,108	5,716	6,315	6,849	7,281
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,131	0,146	0,159
CO3	0,713	0,612	0,789	0,982	1,164
CO2	9,791	9,612	9,709	9,768	9,877
pH	7,200	7,258	7,300	7,338	7,365
TDS	47.145,16	53.816,75	60.747,69	67.379,08	73.258,99

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.104,56	1.161,37	664,8
Mg	2.812,23	2.956,86	1.692,59
Na	23.911,67	25.125,32	14.426,45
K	879,2	923,5	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,95	29,39	16,824
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	245,9	258,3	148,6
CL	43.674,94	45.895,69	26.341,40

SO4	5,285,16	5.556,83	3.181,25
NO3	3,543	3,721	2,141
F	2,530	2,658	1,529
Br	219,8	231,0	132,6
B	7,603	7,832	5,108
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,169	0,178	0,102
CO3	1,332	1,477	0,713
CO2	9,938	9,977	9,791
pH	7,387	7,405	7,200
TDS	78.176,58	82.154,04	47.145,16

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	11,200	12,376	13,859	15,770	18,297
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	259,9	227,7	196,2	165,2
Caudal Producto(m3/day)	32,78	32,17	31,56	30,94	30,23
Caudal Rechazo(m3/day)	259,9	227,7	196,2	165,2	135,0
Flujo(l/m2/hr)	36,62	35,93	35,26	34,56	33,77
Beta	1,154	1,164	1,176	1,192	1,213
Presión Alimentación (bar)	12,361	12,183	12,032	11,905	11,802
dp(bar)	0,177	0,151	0,127	0,104	0,0821
Presión Rechazo(bar)	12,184	12,032	11,905	11,802	11,719
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,384	0,432	0,492	0,570	0,675
Pi_Memb(bar)	0,470	0,536	0,623	0,740	0,904
Pi_Rechazo(bar)	0,432	0,492	0,570	0,675	0,824
Pi_Permeado(bar)	0,0028	0,0032	0,0038	0,0046	0,0057
Presión Neta(bar)	11,804	11,574	11,348	11,117	10,860

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	21,74
Caudal Alimentación(m3/day)	135,0
Caudal Producto(m3/day)	29,35
Caudal Rechazo(m3/day)	105,7
Flujo(l/m2/hr)	32,79
Beta	1,240
Presión Alimentación (bar)	11,719
dp(bar)	0,0621
Presión Rechazo(bar)	11,657
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,824
Pi_Memb(bar)	1,153
Pi_Rechazo(bar)	1,049
Pi_Permeado(bar)	0,0075
Presión Neta(bar)	10,541

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0027	0,0031	0,0037	0,0047	0,006
Mg	0,0068	0,0079	0,0095	0,0119	0,0153
Na	0,805	0,936	1,131	1,407	1,812
K	0,0607	0,0705	0,0852	0,106	0,136

Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	6,75E-05	7,85E-05	9,49E-05	0,0001	0,0002
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,109	0,125	0,148	0,180	0,227
CL	1,255	1,459	1,763	2,193	2,824
SO4	0,0194	0,0225	0,0272	0,0339	0,0436
NO3	0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0007
F	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005
Br	0,0069	0,008	0,0097	0,0121	0,0155
B	0,412	0,457	0,515	0,592	0,695
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	2,20E-07	2,55E-07	3,09E-07	3,84E-07	4,96E-07
CO3	0,0005	0,0006	0,0008	0,001	0,0013
CO2	0,0222	0,0241	0,0271	0,031	0,0361
pH	8,028	8,046	8,058	8,072	8,089
TDS	2,680	3,089	3,695	4,542	5,778

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0082	0,0047
Mg	0,0208	0,0119
Na	2,454	1,404
K	0,185	0,106
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0001
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,300	0,179
CL	3,825	2,188
SO4	0,0591	0,0338
NO3	0,0009	0,0005
F	0,0007	0,0004
Br	0,0211	0,012
B	0,843	0,580
SiO2	0,0	0,0
PO4	6,72E-07	3,84E-07
CO3	0,0018	0,001
CO2	0,0433	0,0304
pH	8,113	8,066
TDS	7,719	4,521

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,919	2,160	2,465	2,861	3,396
Mg	4,885	5,500	6,276	7,284	8,645
Na	166,7	187,6	214,0	248,2	294,4
K	8,281	9,317	10,623	12,319	14,605
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0486	0,0547	0,0624	0,0724	0,0859
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,571	16,436	18,714	21,67	25,64
CL	264,1	297,2	339,0	393,3	466,5
SO4	10,168	11,448	13,062	15,159	17,991
NO3	0,0371	0,0417	0,0476	0,0551	0,0654
F	0,0265	0,0298	0,034	0,0394	0,0467
Br	1,329	1,496	1,706	1,979	2,347
B	1,586	1,734	1,915	2,140	2,429
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
CO3	0,969	1,051	1,225	1,457	1,778
CO2	0,0222	0,0241	0,0271	0,031	0,0361
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	474,6	534,1	609,1	706,5	838,0
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			

Ca	4,155	1,919
Mg	10,578	4,885
Na	360,0	166,7
K	17,845	8,281
Ba	0,0	0,0
Sr	0,105	0,0486
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	31,25	14,571
CL	570,3	264,1
SO4	22,01	10,168
NO3	0,0798	0,0371
F	0,057	0,0265
Br	2,869	1,329
B	2,818	1,586
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0002
CO3	2,251	0,969
CO2	0,0433	0,0222
pH	9,023	9,000
TDS	1.024,32	474,6

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	13,566	15,189	17,198	19,673	22,63
Caudal Alimentación(m3/day)	211,3	182,6	154,9	128,3	103,0
Caudal Producto(m3/day)	28,67	27,74	26,64	25,23	23,31
Caudal Rechazo(m3/day)	182,6	154,9	128,3	103,0	79,72
Flujo(l/m2/hr)	32,02	30,99	29,76	28,19	26,04
Beta	1,167	1,179	1,192	1,208	1,224
Presión Alimentación (bar)	11,657	11,542	11,446	11,370	11,311
dp(bar)	0,116	0,0952	0,0763	0,0592	0,0439
Presión Rechazo(bar)	11,542	11,446	11,370	11,311	11,267
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	1,048	1,210	1,422	1,711	2,121
Pi_Memb(bar)	1,313	1,545	1,860	2,302	2,945
Pi_Rechazo(bar)	1,210	1,423	1,712	2,122	2,727
Pi_Permiado(bar)	0,0089	0,0108	0,0135	0,0177	0,0245
Presión Neta(bar)	10,293	9,957	9,559	9,053	8,365
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	25,80				
Caudal Alimentación(m3/day)	79,72				
Caudal Producto(m3/day)	20,57				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,15				
Flujo(l/m2/hr)	22,97				
Beta	1,236				
Presión Alimentación (bar)	11,267				
dp(bar)	0,0311				
Presión Rechazo(bar)	11,236				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	2,726				
Pi_Memb(bar)	3,901				

Pi_Rechazo(bar)	3,649
Pi_Permiado(bar)	0,0364
Presión Neta(bar)	7,382

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0098	0,0121	0,0155	0,0207	0,0293
Mg	0,025	0,0308	0,0394	0,0528	0,0747
Na	2,949	3,633	4,652	6,220	8,792
K	0,222	0,273	0,349	0,467	0,659
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0007
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,364	0,442	0,555	0,728	1,006
CL	4,596	5,664	7,251	9,696	13,706
SO4	0,0711	0,0877	0,112	0,150	0,213
NO3	0,0011	0,0014	0,0018	0,0024	0,0034
F	0,0008	0,001	0,0013	0,0017	0,0024
Br	0,0253	0,0312	0,0399	0,0533	0,0754
B	0,946	1,089	1,280	1,546	1,941
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	8,08E-07	9,97E-07	1,28E-06	1,71E-06	2,42E-06
CO3	0,0021	0,0026	0,0034	0,0047	0,0068
CO2	0,0554	0,0637	0,0745	0,089	0,111
pH	8,085	8,093	8,104	8,123	8,136
TDS	9,211	11,268	14,302	18,943	26,51

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0449	0,0208
Mg	0,114	0,0529
Na	13,441	6,228
K	1,006	0,467
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0011	0,0005
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,468	0,720
CL	20,95	9,708
SO4	0,326	0,151
NO3	0,0051	0,0024
F	0,0037	0,0017
Br	0,115	0,0534
B	2,553	1,500
SiO2	0,0	0,0
PO4	3,71E-06	1,71E-06
CO3	0,0601	0,0114
CO2	0,142	0,0859
pH	8,915	8,159
TDS	40,09	18,916

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	5,307	6,138	7,235	8,735	10,869
Mg	13,511	15,627	18,421	22,24	27,67
Na	459,3	530,9	625,3	754,2	937,4
K	22,75	26,29	30,95	37,30	46,32
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,134	0,155	0,183	0,221	0,275
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	39,79	45,91	53,96	64,91	80,46
CL	727,7	841,2	990,9	1.195,18	1.485,51
SO4	28,11	32,51	38,32	46,25	57,54
NO3	0,102	0,118	0,138	0,167	0,207
F	0,0727	0,084	0,0988	0,119	0,148

Br	3,660	4,231	4,983	6,009	7,468
B	3,367	3,747	4,222	4,834	5,639
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0006	0,0007	0,0008	0,001	0,0013
CO3	2,937	3,460	4,172	5,182	6,613
CO2	0,0554	0,0637	0,0745	0,089	0,111
pH	9,020	9,018	9,015	9,013	9,005
TDS	1.306,76	1.510,40	1.778,89	2.145,39	2.666,17
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	14,038	5,307			
Mg	35,74	13,511			
Na	1.209,00	459,3			
K	59,68	22,75			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,355	0,134			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	103,4	39,79			
CL	1.915,90	727,7			
SO4	74,31	28,11			
NO3	0,267	0,102			
F	0,190	0,0727			
Br	9,630	3,660			
B	6,720	3,367			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0016	0,0006			
CO3	8,850	2,937			
CO2	0,142	0,0554			
pH	8,997	9,020			
TDS	3.438,06	1.306,76			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	7 F1-CS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440 + SP
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.147		380,92
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3		65.493,2 / 65.493,2		769 / 768,98
Presión de Alimentación	bar	0,0		73,75		12,091
Temperatura	deg C	25,00				
dp total	bar	1,969		0,830		1,139
Presión de rechazo	bar	1,000		72,92		10,950
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%
Conversión	%	40,45%		45,0%		89,9%
Caudal Alimentación	m3/day	24.716		24.715		11.122
Caudal de producto	m3/day	9.998		11.122		9.998
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		13,496		32,66
Caudal de rechazo	m3/day	13.594		13.594		1.124
TDS Producto	mg/L	6,567		361,8		6,567
TDS Rechazo	mg/L	83.571		85.425		3.711
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.502,26		1.241,71		194,4
Potencia recuperada	kilovatio	1.131,78				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	66,15				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,400		
Potencia consumida	kWh/m^3	3,606		2,679		0,467
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,525	15,029
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.008	3,883	38,26
Na	mg/L	14.149	14.427	25.559	133,7	1.304
K	mg/L	520,9	531,1	939,5	6,587	63,74
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,825	29,90	0,0386	0,380
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,1	14,135	134,4
Cl	mg/L	25.834	26.342	46.687	210,0	2.049
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.652	8,084	79,53
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,785	0,0295	0,285
F	mg/L	1,500	1,530	2,704	0,0211	0,203
Br	mg/L	130,0	132,6	234,9	1,057	10,295
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,328	0,947	4,908
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0018
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,621	0,907	11,515
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,504	0,0218	0,186
TDS	mg/L	46.237	47.147	83.571	380,9	3.711
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.493 / 65.493	104.709 / 104.709	769,0 / 769,0	6.690,0 / 6.690,0
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,432	9,000	8,990
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,719 / 34,52	60,828 / 64,18	0,307 / 0,30	2,929 / 2,81
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,53 / 0,14		0,63 / 0,68
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,1% / 0,2%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	303% / 19.940%		142% / 3.825%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0072	1,525	0,0072	
Mg	mg/L	0,0183	3,883	0,0183	
Na	mg/L	2,156	127,9	2,156	
K	mg/L	0,161	6,587	0,161	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0002	0,0386	0,0002	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,316	1,688	0,316	
CO3	mg/L	0,0018	3,81E-05	0,0018	
CO2	mg/L	0,0451	9,664	0,0451	
Cl	mg/L	3,334	210,0	3,334	
SO4	mg/L	0,0516	8,084	0,0516	
NO3	mg/L	0,0008	0,0295	0,0008	
F	mg/L	0,0006	0,0211	0,0006	
Br	mg/L	0,0183	1,057	0,0183	
PO4	mg/L	5,86E-07	0,0002	5,86E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,502	0,947	0,502	
TDS	mg/L	6,567	361,8	6,567	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	15,76 / 15,76	740,51 / 740,51	15,76 / 15,76	
pH	pH	8,104	5,356	8,104	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,006 / 0,01	0,296 / 0,30	0,006 / 0,01	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.715
Caudal de producto	m3/day	11.122
Flujo medio	l/m2/hr	13,496
Caudal de salmuera	m3/day	13.594
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	73,75
dp Elementos	bar	0,830
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	72,92
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.147
TDS Permeado	mg/L	361,8
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	206,0
Caudal de producto	m3/day	22,52
TDS Producto	mg/L	147,3
Flujo	l/m2/hr	22,95
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	5,546
TDS Producto	mg/L	1.123
Ratio Rechazo / Producto	ratio	20,42
Caudal de salmuera	m3/day	113,3
Presión conductora neta	bar	10,993
Beta		1,039

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.122	4.081
Caudal de producto	m3/day	7.041	2.957
Flujo medio	l/m2/hr	34,50	28,98
Caudal de salmuera	m3/day	4.081	1.124
Conversión %	%	63,31 %	72,46 %
Presión de Alimentación	bar	12,091	11,382
dp Elementos	bar	0,708	0,432
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	11,382	10,950
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	380,9	1.032
TDS Permeado	mg/L	3,420	14,060
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	214,8
Caudal de producto	m3/day	32,34	28,71
TDS Producto	mg/L	2,098	6,862
Flujo	l/m2/hr	36,12	32,08
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,31	21,89
TDS Producto	mg/L	5,737	29,40
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,664	2,702
Caudal de salmuera	m3/day	107,4	59,16
Presión conductora neta	bar	10,509	7,843
Beta		1,237	1,251

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 9,98 mg/l, 110,98 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

- Índice Stiff Davis Rechazo =0,18 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation
- TM720-400. Etapas1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- TM720-400. Etapas2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
- Paso 2, Etapas2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,702

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

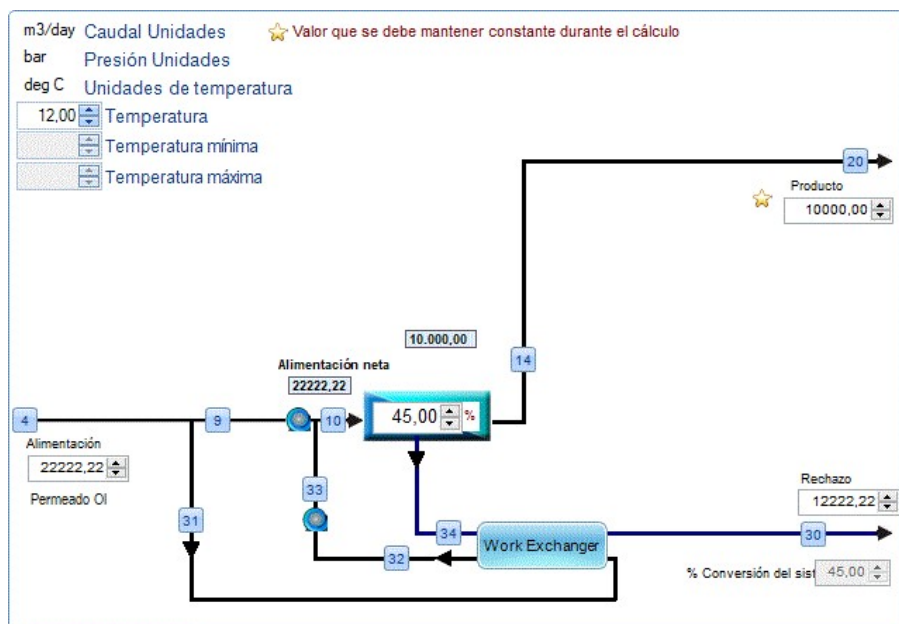
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:12:06
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	7:F1-CS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440 + SP
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,22	0,0	6.567	15,8	8,104
4. Alimentación Neta	24.715,96	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.715,22	73,75	47.146,99	65.493,2	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.593,99	1,000	83.571,45	104.709	7,432
34. Alta presión a ERD	13.593,99	72,92	85.424,93	106.569,5	7,435
31. Alimentación a ERD	13.458,05	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	13.458,05	70,35	48.114,06	66.596	7,198
33. Booster en la alimentación	13.458,05	73,75	48.114,06	66.596	7,198
14. Permeado Paso 1	11.121,97	0,0	361,8	740,3	5,356
38. Entre pasos tratado	11.121,97	0,0	361,8	740,3	5,356
40. Paso 2 Alimentación	11.121,97	12,091	380,9	769	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.124,02	10,950	3.710,81	6.690	8,990

20. Producto Final	9.998,22	0,0	6,567	15,8	8,104
--------------------	----------	-----	-------	------	-------

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	10,933	10,515	9,645	8,448	7,104
Caudal Alimentación(m3/day)	206,0	183,4	164,2	148,3	135,8
Caudal Producto(m3/day)	22,52	19,289	15,832	12,530	9,648
Caudal Rechazo(m3/day)	183,4	164,2	148,3	135,8	126,1
Flujo(l/m2/hr)	22,95	19,662	16,138	12,772	9,834
Beta	1,102	1,096	1,087	1,075	1,061
Presión Alimentación (bar)	73,75	73,58	73,44	73,31	73,20
dp(bar)	0,167	0,145	0,126	0,112	0,101
Presión Rechazo(bar)	73,58	73,44	73,31	73,20	73,10
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	38,88	43,33	47,84	52,13
Pi_Memb(bar)	40,42	44,94	49,42	53,60	57,29
Pi_Rechazo(bar)	38,87	43,33	47,83	52,13	56,00
Pi_Permiado(bar)	0,121	0,161	0,222	0,314	0,450
Presión Neta(bar)	33,39	28,76	24,22	20,03	16,389

Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7
Modelo	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3,000	3,000
SPI% / año	5,000	5,000
SPI Aplicada	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848
Conversión %	5,802	4,667
Caudal Alimentación(m3/day)	126,1	118,8
Caudal Producto(m3/day)	7,319	5,546
Caudal Rechazo(m3/day)	118,8	113,3
Flujo(l/m2/hr)	7,460	5,653
Beta	1,049	1,039
Presión Alimentación (bar)	73,10	73,01
dp(bar)	0,0925	0,0863
Presión Rechazo(bar)	73,01	72,92
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	56,00	59,35
Pi_Memb(bar)	60,43	63,04
Pi_Rechazo(bar)	59,34	62,14
Pi_Permiado(bar)	0,645	0,911
Presión Neta(bar)	13,382	10,993

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,619	0,826	1,140	1,616	2,325
Mg	1,575	2,103	2,901	4,114	5,919
Na	51,97	69,35	95,65	135,6	195,0
K	2,677	3,572	4,926	6,980	10,037
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0157	0,0209	0,0288	0,0409	0,0588
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,951	1,098	1,332	1,720	2,327
CL	85,31	113,8	157,0	222,5	320,1
SO4	3,280	4,378	6,040	8,564	12,322
NO3	0,012	0,016	0,0221	0,0313	0,0449
F	0,0086	0,0114	0,0158	0,0223	0,0321
Br	0,429	0,573	0,790	1,120	1,611

B	0,487	0,616	0,799	1,049	1,381
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,20E-05	9,62E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,18E-06	1,13E-05	1,69E-05	2,86E-05	5,37E-05
CO2	9,791	9,580	9,592	9,630	9,665
pH	5,203	5,270	5,348	5,450	5,573
TDS	147,3	196,4	270,7	383,4	551,1

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	3,344	4,743	1,525
Mg	8,515	12,077	3,883
Na	280,4	397,4	127,9
K	14,428	20,45	6,587
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0846	0,120	0,0386
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,251	4,497	1,688
CL	460,2	652,4	210,0
SO4	17,725	25,14	8,084
NO3	0,0646	0,0915	0,0295
F	0,0461	0,0654	0,0211
Br	2,316	3,283	1,057
B	1,797	2,286	0,947
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0002	3,81E-05
CO2	9,685	9,697	9,664
pH	5,710	5,843	5,356
TDS	792,2	1.122,59	361,8

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	746,4	834,0	922,9	1.007,86
Mg	1.692,66	1.900,24	2.123,28	2.349,61	2.566,03
Na	14.427,02	16.191,56	18.085,99	20.006,29	21.839,82
K	531,1	596,0	665,6	736,2	803,4
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,825	18,888	21,10	23,35	25,51
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	167,2	186,7	206,4	225,1
CL	26.342,43	29.565,50	33.026,21	36.534,67	39.885,30
SO4	3.181,38	3.571,49	3.990,64	4.415,96	4.822,64
NO3	2,141	2,403	2,683	2,967	3,238
F	1,530	1,716	1,917	2,119	2,313
Br	132,6	148,8	166,2	183,8	200,7
B	5,109	5,676	6,270	6,854	7,390
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,114	0,128	0,142	0,155
CO3	0,713	0,592	0,753	0,935	1,128
CO2	9,791	9,580	9,592	9,630	9,665
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.146,99	52.916,56	59.111,46	65.392,11	71.390,64

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.084,76	1.151,37	664,8
Mg	2.761,82	2.931,40	1.692,66
Na	23.495,16	24.924,98	14.427,02
K	864,1	916,5	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,45	29,14	16,825
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	242,0	256,6	148,6
CL	42.911,15	45.525,75	26.342,43

SO4	5.190,53	5.509,12	3.181,38
NO3	3,482	3,693	2,141
F	2,487	2,638	1,530
Br	215,9	229,1	132,6
B	7,850	8,222	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,166	0,177	0,102
CO3	1,320	1,499	0,713
CO2	9,685	9,697	9,791
pH	7,392	7,415	7,200
TDS	76.808,26	81.490,17	47.146,99

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	11,048	12,198	13,651	15,525	18,016
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	260,4	228,6	197,4	166,7
Caudal Producto(m3/day)	32,34	31,76	31,20	30,65	30,04
Caudal Rechazo(m3/day)	260,4	228,6	197,4	166,7	136,7
Flujo(l/m2/hr)	36,12	35,48	34,86	34,23	33,56
Beta	1,151	1,161	1,174	1,189	1,210
Presión Alimentación (bar)	12,091	11,912	11,761	11,633	11,528
dp(bar)	0,177	0,152	0,128	0,105	0,0832
Presión Rechazo(bar)	11,913	11,761	11,633	11,528	11,445
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,307	0,345	0,392	0,454	0,536
Pi_Memb(bar)	0,375	0,427	0,495	0,586	0,715
Pi_Rechazo(bar)	0,345	0,393	0,454	0,536	0,652
Pi_Permeado(bar)	0,0021	0,0024	0,0027	0,0033	0,0041
Presión Neta(bar)	11,627	11,411	11,204	10,997	10,775

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	21,44
Caudal Alimentación(m3/day)	136,7
Caudal Producto(m3/day)	29,31
Caudal Rechazo(m3/day)	107,4
Flujo(l/m2/hr)	32,74
Beta	1,237
Presión Alimentación (bar)	11,445
dp(bar)	0,0632
Presión Rechazo(bar)	11,382
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,652
Pi_Memb(bar)	0,909
Pi_Rechazo(bar)	0,827
Pi_Permeado(bar)	0,0054
Presión Neta(bar)	10,509

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0022	0,0025	0,003	0,0036	0,0046
Mg	0,0055	0,0064	0,0075	0,0091	0,0117
Na	0,653	0,758	0,889	1,074	1,380
K	0,049	0,0568	0,0666	0,0804	0,103

Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	5,49E-05	6,37E-05	7,48E-05	9,04E-05	0,0001
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,107	0,122	0,141	0,168	0,211
CL	1,010	1,172	1,374	1,661	2,133
SO4	0,0156	0,0181	0,0212	0,0256	0,0329
NO3	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005
F	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004
Br	0,0056	0,0065	0,0076	0,0091	0,0117
B	0,248	0,274	0,309	0,353	0,412
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,77E-07	2,05E-07	2,41E-07	2,91E-07	3,74E-07
CO3	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0011
CO2	0,0218	0,0235	0,0264	0,0302	0,0351
pH	8,015	8,033	8,041	8,045	8,062
TDS	2,098	2,417	2,820	3,386	4,303

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0062	0,0036
Mg	0,0158	0,0092
Na	1,860	1,089
K	0,139	0,0815
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	9,17E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,278	0,169
CL	2,877	1,684
SO4	0,0445	0,026
NO3	0,0007	0,0004
F	0,0005	0,0003
Br	0,0158	0,0093
B	0,498	0,346
SiO2	0,0	0,0
PO4	5,05E-07	2,95E-07
CO3	0,0016	0,0009
CO2	0,042	0,0296
pH	8,081	8,045
TDS	5,737	3,420

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,525	1,714	1,952	2,260	2,675
Mg	3,883	4,365	4,971	5,755	6,811
Na	133,7	150,2	171,0	197,9	234,0
K	6,587	7,398	8,418	9,739	11,514
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0386	0,0434	0,0494	0,0572	0,0677
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,135	15,908	18,079	20,88	24,65
CL	210,0	236,0	268,6	310,9	367,7
SO4	8,084	9,086	10,346	11,978	14,175
NO3	0,0295	0,0331	0,0377	0,0436	0,0515
F	0,0211	0,0237	0,0269	0,0311	0,0368
Br	1,057	1,187	1,352	1,564	1,850
B	0,947	1,034	1,140	1,271	1,440
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003
CO3	0,907	0,990	1,149	1,361	1,653
CO2	0,0218	0,0235	0,0264	0,0302	0,0351
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	380,9	428,0	487,1	563,7	666,6
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			

Ca	3,262	1,525
Mg	8,305	3,883
Na	285,1	133,7
K	14,021	6,587
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0826	0,0386
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	29,95	14,135
CL	448,0	210,0
SO4	17,283	8,084
NO3	0,0627	0,0295
F	0,0448	0,0211
Br	2,254	1,057
B	1,666	0,947
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0002
CO3	2,079	0,907
CO2	0,042	0,0218
pH	9,023	9,000
TDS	812,2	380,9

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	13,368	15,007	17,076	19,707	23,03
Caudal Alimentación(m3/day)	214,8	186,1	158,2	131,1	105,3
Caudal Producto(m3/day)	28,71	27,93	27,01	25,85	24,25
Caudal Rechazo(m3/day)	186,1	158,2	131,1	105,3	81,05
Flujo(l/m2/hr)	32,08	31,19	30,17	28,87	27,09
Beta	1,165	1,178	1,193	1,211	1,231
Presión Alimentación (bar)	11,382	11,264	11,166	11,087	11,027
dp(bar)	0,118	0,0976	0,0784	0,0608	0,045
Presión Rechazo(bar)	11,264	11,166	11,087	11,027	10,982
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,827	0,952	1,117	1,343	1,666
Pi_Memb(bar)	1,033	1,214	1,460	1,811	2,333
Pi_Rechazo(bar)	0,952	1,117	1,343	1,666	2,153
Pi_Permiado(bar)	0,0064	0,0077	0,0097	0,0126	0,0174
Presión Neta(bar)	10,295	10,007	9,674	9,257	8,687
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	27,01				
Caudal Alimentación(m3/day)	81,05				
Caudal Producto(m3/day)	21,89				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,16				
Flujo(l/m2/hr)	24,45				
Beta	1,251				
Presión Alimentación (bar)	10,982				
dp(bar)	0,0314				
Presión Rechazo(bar)	10,950				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	2,153				
Pi_Memb(bar)	3,147				

Pi_Rechazo(bar)	2,930
Pi_Permado(bar)	0,026
Presión Neta(bar)	7,843

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0075	0,0092	0,0116	0,0154	0,0218
Mg	0,019	0,0234	0,0296	0,0393	0,0554
Na	2,239	2,756	3,487	4,617	6,511
K	0,167	0,206	0,260	0,344	0,485
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0006
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,335	0,406	0,506	0,658	0,907
CL	3,463	4,261	5,392	7,139	10,068
SO4	0,0536	0,0659	0,0835	0,111	0,156
NO3	0,0009	0,0011	0,0013	0,0018	0,0025
F	0,0006	0,0007	0,0009	0,0013	0,0018
Br	0,0191	0,0234	0,0297	0,0393	0,0554
B	0,554	0,634	0,741	0,891	1,115
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,08E-07	7,49E-07	9,49E-07	1,26E-06	1,78E-06
CO3	0,0018	0,0023	0,0029	0,0039	0,0056
CO2	0,0523	0,0593	0,0702	0,0839	0,104
pH	8,059	8,072	8,082	8,095	8,108
TDS	6,862	8,389	10,547	13,861	19,385

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0334	0,0157
Mg	0,0849	0,04
Na	9,965	4,695
K	0,742	0,350
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0008	0,0004
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,356	0,664
CL	15,410	7,261
SO4	0,239	0,113
NO3	0,0038	0,0018
F	0,0027	0,0013
Br	0,0848	0,0399
B	1,471	0,873
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,72E-06	1,28E-06
CO3	0,0089	0,004
CO2	0,136	0,0818
pH	8,127	8,088
TDS	29,40	14,060

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	4,151	4,790	5,634	6,792	8,455
Mg	10,568	12,195	14,345	17,292	21,53
Na	362,4	418,0	491,4	591,8	735,9
K	17,810	20,53	24,12	29,03	36,08
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,105	0,121	0,143	0,172	0,214
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	37,95	43,66	51,26	61,59	76,40
CL	569,5	656,8	772,0	929,9	1.156,40
SO4	21,99	25,37	29,84	35,97	44,77
NO3	0,0797	0,0918	0,108	0,130	0,161
F	0,0569	0,0656	0,077	0,0927	0,115

Br	2,864	3,303	3,882	4,676	5,814
B	1,984	2,205	2,483	2,841	3,320
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,001
CO3	2,752	3,262	3,874	4,792	6,102
CO2	0,0523	0,0593	0,0702	0,0839	0,104
pH	9,025	9,028	9,025	9,023	9,015
TDS	1.032,23	1.190,46	1.399,18	1.685,12	2.095,31
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	10,979	4,151			
Mg	27,95	10,568			
Na	954,2	362,4			
K	46,73	17,810			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,278	0,105			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	98,81	37,95			
CL	1.499,42	569,5			
SO4	58,12	21,99			
NO3	0,209	0,0797			
F	0,149	0,0569			
Br	7,537	2,864			
B	3,980	1,984			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0013	0,0005			
CO3	8,105	2,752			
CO2	0,136	0,0523			
pH	9,003	9,025			
TDS	2.716,48	1.032,23			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	8 F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:1. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.259,6	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3		65.621,6 / 65.621,6	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,27	
Temperatura	deg C	25,00			
dp total	bar	0,819		0,819	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,45	
Factor de caudal	3,00 años			0,955	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	13,483		13,483	
Caudal de rechazo	m3/day	12.223		12.223	
TDS Producto	mg/L	360,9		360,9	
TDS Rechazo	mg/L	83.771		85.629	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.138,24		1.078,92	
Potencia recuperada	kilovatio	981,8			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	59,31			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,391	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,732		2,589	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.184	1,522
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.015	3,874
Na	mg/L	14.149	14.461	25.620	127,6
K	mg/L	520,9	532,4	941,7	6,570
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,865	29,97	0,0385
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,3	1,693
Cl	mg/L	25.834	26.405	46.799	209,5
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.666	8,064
NO3	mg/L	2,100	2,146	3,794	0,0294
F	mg/L	1,500	1,533	2,710	0,021
Br	mg/L	130,0	132,9	235,5	1,054
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,358	0,937
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0002
CO3	mg/L	0,699	0,714	1,587	3,96E-05
CO2	mg/L	9,602	9,815	9,734	9,771
TDS	mg/L	46.237	47.260	83.771	360,9
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.622 / 65.622	104.910 / 104.910	738,5 / 738,8
pH	pH	7,200	7,199	7,422	5,343
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,800 / 34,61	60,970 / 64,35	0,295 / 0,30
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,14	-5,65 / -5,63
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 712%	298% / 19.277%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	756	756
Total de cajas de presión	108	108
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	13,483
Caudal de salmuera	m3/day	12.223
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,27
dp Elementos	bar	0,819
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,45
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.260
TDS Permeado	mg/L	360,9
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	205,8
Caudal de producto	m3/day	23,91
TDS Producto	mg/L	138,0
Flujo	l/m2/hr	24,38
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,988
TDS Producto	mg/L	1.230
Ratio Rechazo / Producto	ratio	22,69
Caudal de salmuera	m3/day	113,2
Presión conductora neta	bar	8,565
Beta		1,035

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

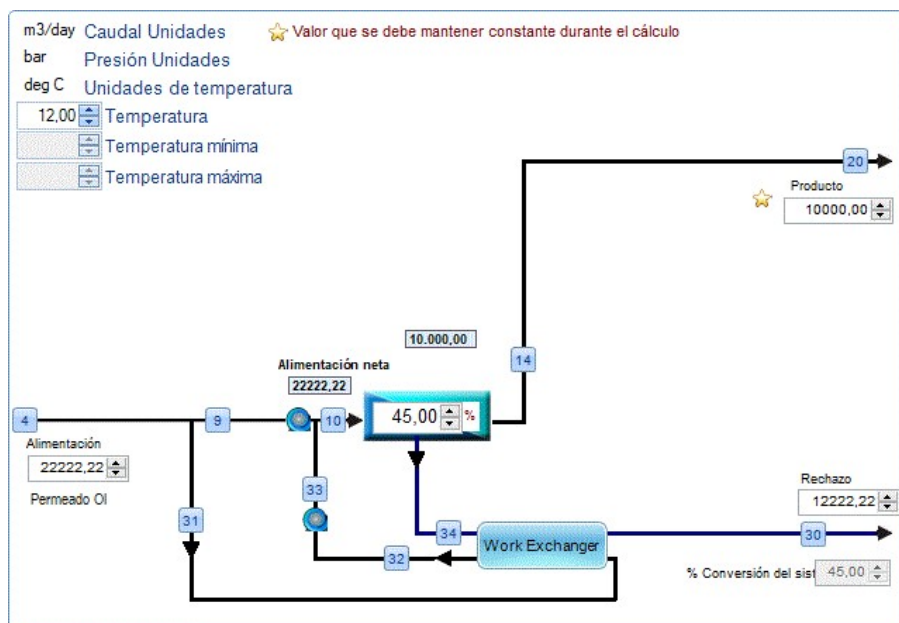
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:12:35
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	8:F1-SS-CHO-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,70	0,0	360,9	738,5	5,343
4. Alimentación Neta	22.222,22	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,67	71,27	47.259,61	65.621,6	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,52	1,000	83.771,36	104.910,1	7,422
34. Alta presión a ERD	12.222,52	70,45	85.629,27	106.774,9	7,425
31. Alimentación a ERD	12.100,30	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,30	67,88	48.114,06	66.596	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,30	71,27	48.114,06	66.596	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,955	0,955	0,955	0,955	0,955
Conversión %	11,623	10,968	9,794	8,308	6,762
Caudal Alimentación(m3/day)	205,8	181,8	161,9	146,0	133,9
Caudal Producto(m3/day)	23,91	19,945	15,856	12,133	9,054
Caudal Rechazo(m3/day)	181,8	161,9	146,0	133,9	124,9
Flujo(l/m2/hr)	24,38	20,33	16,163	12,368	9,229
Beta	1,109	1,101	1,088	1,073	1,058

Presión Alimentación (bar)	71,27	71,10	70,96	70,84	70,73
dp(bar)	0,166	0,143	0,124	0,110	0,0992
Presión Rechazo(bar)	71,10	70,96	70,84	70,73	70,63
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,80	39,27	43,98	48,63	52,92
Pi_Memb(bar)	40,93	45,69	50,26	54,38	57,88
Pi_Rechazo(bar)	39,26	43,98	48,63	52,92	56,64
Pi_Permeado(bar)	0,113	0,156	0,222	0,325	0,478
Presión Neta(bar)	30,39	25,52	20,89	16,784	13,359
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,955	0,955			
Conversión %	5,364	4,222			
Caudal Alimentación(m3/day)	124,9	118,2			
Caudal Producto(m3/day)	6,698	4,988			
Caudal Rechazo(m3/day)	118,2	113,2			
Flujo(l/m2/hr)	6,827	5,085			
Beta	1,045	1,035			
Presión Alimentación (bar)	70,63	70,53			
dp(bar)	0,0916	0,086			
Presión Rechazo(bar)	70,53	70,45			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,65	59,76			
Pi_Memb(bar)	60,76	63,10			
Pi_Rechazo(bar)	59,75	62,29			
Pi_Permeado(bar)	0,699	0,997			
Presión Neta(bar)	10,643	8,565			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,579	0,800	1,142	1,674	2,475
Mg	1,475	2,036	2,908	4,262	6,301
Na	48,67	67,14	95,88	140,4	207,6
K	2,507	3,458	4,938	7,231	10,684
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0147	0,0202	0,0289	0,0424	0,0626
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,929	1,081	1,335	1,768	2,473
CL	79,89	110,2	157,4	230,5	340,7
SO4	3,072	4,239	6,055	8,872	13,117
NO3	0,0112	0,0155	0,0221	0,0324	0,0478
F	0,008	0,0111	0,0158	0,0231	0,0342
Br	0,402	0,555	0,792	1,160	1,715
B	0,459	0,597	0,798	1,078	1,449
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,75E-05	9,31E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	7,77E-06	1,08E-05	1,67E-05	2,99E-05	6,03E-05
CO2	9,815	9,663	9,717	9,769	9,791
pH	5,193	5,260	5,343	5,455	5,593
TDS	138,0	190,2	271,3	397,1	586,6
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	3,629	5,199	1,522		
Mg	9,239	13,238	3,874		
Na	304,2	435,6	127,6		
K	15,655	22,41	6,570		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,0918	0,132	0,0385		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		

HCO3	3,493	4,918	1,693
CL	499,4	715,1	209,5
SO4	19,232	27,55	8,064
NO3	0,0701	0,100	0,0294
F	0,0501	0,0717	0,021
Br	2,513	3,599	1,054
B	1,911	2,443	0,937
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	3,96E-05
CO2	9,889	9,971	9,771
pH	5,730	5,868	5,343
TDS	859,5	1.230,46	360,9

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	754,0	846,8	938,6	1.023,47
Mg	1.696,70	1.919,64	2.155,88	2.389,63	2.605,76
Na	14.461,48	16.356,91	18.363,74	20.347,09	22.177,93
K	532,4	602,1	675,9	748,7	815,9
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,865	19,081	21,43	23,75	25,90
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	168,9	189,4	209,7	228,4
CL	26.405,35	29.867,43	33.533,38	37.157,03	40.502,79
SO4	3.188,98	3.607,96	4.051,92	4.491,18	4.897,30
NO3	2,146	2,427	2,724	3,018	3,288
F	1,533	1,734	1,946	2,156	2,349
Br	132,9	150,3	168,7	187,0	203,8
B	5,121	5,734	6,367	6,971	7,505
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,130	0,144	0,157
CO3	0,714	0,600	0,768	0,955	1,150
CO2	9,815	9,663	9,717	9,769	9,791
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.259,61	53.456,87	60.019,05	66.505,87	72.495,68
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.097,51	1.159,51	666,4		
Mg	2.794,26	2.952,13	1.696,70		
Na	23.771,18	25.101,36	14.461,48		
K	874,3	922,9	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,77	29,34	16,865		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	244,6	258,1	148,9		
CL	43.415,27	45.847,86	26.405,35		
SO4	5.251,50	5.548,08	3.188,98		
NO3	3,523	3,719	2,146		
F	2,517	2,656	1,533		
Br	218,5	230,7	132,9		
B	7,944	8,286	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,168	0,178	0,102		
CO3	1,323	1,476	0,714		
CO2	9,889	9,971	9,815		
pH	7,387	7,405	7,200		
TDS	77.710,29	82.066,31	47.259,61		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	9 F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:1. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total	Paso 1		
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4	47.260		
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3	65.622,1 / 65.622,1		
Presión de Alimentación	bar	0,0	69,83		
Temperatura	deg C	25,00			
dp total	bar	0,796	0,796		
Presión de rechazo	bar	1,000	69,03		
Factor de caudal	3,00 años		0,955		
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		
Conversión	%	45,00%	45,0%		
Caudal Alimentación	m3/day	22.222	22.222		
Caudal de producto	m3/day	10.000	10.000		
Flujo medio	l/m2/hr	13,483	13,483		
Caudal de rechazo	m3/day	12.222	12.222		
TDS Producto	mg/L	342,7	342,7		
TDS Rechazo	mg/L	83.787	85.645		
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.116,03	1.057,12		
Potencia recuperada	kilovatio	961,3			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	58,91			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,367		
Potencia consumida	kWh/m^3	2,679	2,537		
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,4	1.184	1,444
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.015	3,676
Na	mg/L	14.149	14.462	25.626	121,1
K	mg/L	520,9	532,4	942,0	6,235
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,865	29,97	0,0365
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	263,4	1,632
Cl	mg/L	25.834	26.406	46.808	198,8
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.666	7,652
NO3	mg/L	2,100	2,146	3,796	0,0279
F	mg/L	1,500	1,533	2,711	0,0199
Br	mg/L	130,0	132,9	235,5	1,000
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,264	1,055
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	0,0002
CO3	mg/L	0,699	0,714	1,587	3,63E-05
CO2	mg/L	9,602	9,815	9,735	9,789
TDS	mg/L	46.237	47.260	83.787	342,7
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.622 / 65.622	104.926 / 104.926	702,8 / 703,1
pH	pH	7,200	7,199	7,422	5,337
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,800 / 34,61	60,982 / 64,36	0,281 / 0,28
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,14	-5,71 / -5,69
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 712%	298% / 19.293%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	756	756
Total de cajas de presión	108	108
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	13,483
Caudal de salmuera	m3/day	12.222
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	69,83
dp Elementos	bar	0,796
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	69,03
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.260
TDS Permeado	mg/L	342,7
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	205,8
Caudal de producto	m3/day	28,61
TDS Producto	mg/L	151,8
Flujo	l/m2/hr	29,16
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,271
TDS Producto	mg/L	1.231
Ratio Rechazo / Producto	ratio	26,50
Caudal de salmuera	m3/day	113,2
Presión conductora neta	bar	7,251
Beta		1,030

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

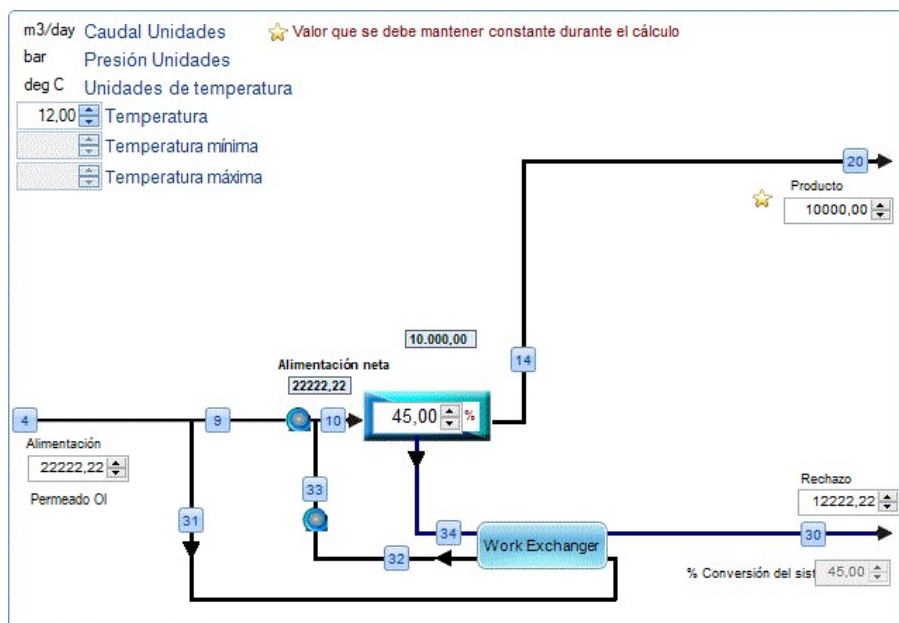
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:13:08
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	9:F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,78	0,0	342,7	702,8	5,337
4. Alimentación Neta	22.222,22	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,82	69,83	47.260,01	65.622,1	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,44	1,000	83.786,80	104.926,2	7,422
34. Alta presión a ERD	12.222,44	69,03	85.645,48	106.791,7	7,425
31. Alimentación a ERD	12.100,22	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,22	66,46	48.114,83	66.596,9	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,22	69,83	48.114,83	66.596,9	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	0	0	0	0
SPI Aplicada	15,763	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,955	0,955	0,955	0,955	0,955
Conversión %	13,905	12,615	8,828	7,319	5,867
Caudal Alimentación(m3/day)	205,8	177,2	154,8	141,1	130,8
Caudal Producto(m3/day)	28,61	22,35	13,667	10,329	7,675
Caudal Rechazo(m3/day)	177,2	154,8	141,1	130,8	123,1
Flujo(l/m2/hr)	29,16	22,78	13,931	10,529	7,823
Beta	1,133	1,118	1,079	1,064	1,050

Presión Alimentación (bar)	69,83	69,66	69,53	69,41	69,30
dp(bar)	0,164	0,136	0,118	0,106	0,0969
Presión Rechazo(bar)	69,67	69,53	69,41	69,30	69,21
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,80	40,28	45,95	50,29	54,15
Pi_Memb(bar)	42,36	48,02	51,78	55,44	58,50
Pi_Rechazo(bar)	40,28	45,95	50,28	54,14	57,42
Pi_Permeado(bar)	0,125	0,162	0,231	0,337	0,493
Presión Neta(bar)	27,53	21,77	17,959	14,310	11,338
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	0,0	0,0			
SPI Aplicada	0,0	0,0			
Factor de caudal	0,955	0,955			
Conversión %	4,623	3,636			
Caudal Alimentación(m3/day)	123,1	117,4			
Caudal Producto(m3/day)	5,692	4,271			
Caudal Rechazo(m3/day)	117,4	113,2			
Flujo(l/m2/hr)	5,802	4,353			
Beta	1,039	1,030			
Presión Alimentación (bar)	69,21	69,12			
dp(bar)	0,0904	0,0856			
Presión Rechazo(bar)	69,12	69,03			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	57,43	60,12			
Pi_Memb(bar)	60,98	63,00			
Pi_Rechazo(bar)	60,11	62,30			
Pi_Permeado(bar)	0,711	0,997			
Presión Neta(bar)	9,015	7,251			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,636	0,828	1,185	1,739	2,552
Mg	1,620	2,109	3,018	4,427	6,497
Na	53,45	69,54	99,47	145,9	214,0
K	2,754	3,582	5,122	7,510	11,016
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0161	0,021	0,03	0,044	0,0646
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,976	1,120	1,374	1,825	2,530
CL	87,74	114,1	163,3	239,4	351,3
SO4	3,373	4,390	6,282	9,215	13,525
NO3	0,0123	0,016	0,0229	0,0336	0,0493
F	0,0088	0,0115	0,0164	0,024	0,0352
Br	0,442	0,574	0,822	1,205	1,768
B	0,775	0,941	0,802	1,086	1,454
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,41E-05	9,64E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,61E-06	1,17E-05	1,77E-05	3,17E-05	6,27E-05
CO2	9,815	9,666	9,767	9,838	9,879
pH	5,213	5,275	5,353	5,465	5,598
TDS	151,8	197,3	281,4	412,4	604,8
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	3,691	5,201	1,444		
Mg	9,398	13,242	3,676		
Na	309,4	435,8	121,1		
K	15,924	22,42	6,235		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,0934	0,132	0,0365		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		

HCO3	3,542	4,898	1,632
CL	508,0	715,4	198,8
SO4	19,563	27,56	7,652
NO3	0,0713	0,100	0,0279
F	0,0509	0,0717	0,0199
Br	2,556	3,600	1,000
B	1,903	2,410	1,055
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	3,63E-05
CO2	9,898	9,914	9,789
pH	5,735	5,868	5,337
TDS	874,2	1.230,83	342,7

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,4	773,9	885,6	971,2	1.047,74
Mg	1.696,71	1.970,47	2.254,62	2.472,65	2.667,56
Na	14.461,60	16.788,53	19.202,07	21.051,84	22.702,66
K	532,4	618,0	706,7	774,6	835,2
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,865	19,586	22,41	24,58	26,51
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	173,3	197,9	216,8	233,6
CL	26.405,57	30.655,93	35.064,93	38.444,56	41.461,40
SO4	3.189,00	3.703,49	4.237,49	4.647,21	5.013,44
NO3	2,146	2,491	2,848	3,122	3,366
F	1,533	1,779	2,035	2,230	2,404
Br	132,9	154,3	176,4	193,5	208,6
B	5,121	5,823	6,527	7,082	7,555
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,119	0,136	0,149	0,161
CO3	0,714	0,635	0,842	1,021	1,198
CO2	9,815	9,666	9,767	9,838	9,879
pH	7,200	7,263	7,310	7,342	7,370
TDS	47.260,01	54.868,31	62.760,50	68.810,48	74.211,43
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.112,88	1.166,64	666,4		
Mg	2.833,42	2.970,28	1.696,71		
Na	24.104,34	25.257,58	14.461,60		
K	886,5	928,7	532,4		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	28,16	29,52	16,865		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	248,0	259,7	148,9		
CL	44.023,71	46.132,74	26.405,57		
SO4	5.325,08	5.582,21	3.189,00		
NO3	3,573	3,742	2,146		
F	2,552	2,673	1,533		
Br	221,5	232,1	132,9		
B	7,935	8,228	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,171	0,179	0,102		
CO3	1,362	1,505	0,714		
CO2	9,898	9,914	9,815		
pH	7,392	7,410	7,200		
TDS	78.799,19	82.575,88	47.260,01		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	10 F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,8		47.147,9		407,30	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.456,9 / 64.456,9		65.494,3 / 65.494,3		821,9 / 821,94	
Presión de Alimentación	bar	0,0		71,79		12,167	
Temperatura	deg C	25,00					
dp total	bar	1,942		0,807		1,135	
Presión de rechazo	bar	1,000		70,98		11,031	
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%	
Conversión	%	40,45%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	24.716		24.715		11.122	
Caudal de producto	m3/day	9.999		11.122		9.999	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		13,496		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	13.594		13.594		1.123	
TDS Producto	mg/L	7,169		388,0		7,169	
TDS Rechazo	mg/L	83.551		85.404		3.968	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.470,00		1.208,63		195,6	
Potencia recuperada	kilovatio	1.100,53					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	65,75					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,379			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,528		2,608		0,470	
iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2	
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,635	16,118	
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.007	4,163	41,04	
Na	mg/L	14.149	14.427	25.552	143,0	1.395	
K	mg/L	520,9	531,1	939,1	7,060	68,34	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	16,500	16,824	29,89	0,0414	0,408	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,6	14,367	136,6	
Cl	mg/L	25.835	26.343	46.676	225,1	2.197	
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.652	8,666	85,30	
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,783	0,0316	0,305	
F	mg/L	1,500	1,529	2,702	0,0226	0,218	
Br	mg/L	130,0	132,6	234,9	1,133	11,038	
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,159	1,159	5,994	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0019	
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,581	0,931	11,893	
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,709	0,0221	0,188	
TDS	mg/L	46.239	47.148	83.551	407,3	3.968	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.457 / 64.457	65.494 / 65.494	104.689 / 104.689	821,9 / 821,9	7.133,2 / 7.133,2	
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,422	9,000	8,990	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,063 / 33,82	34,719 / 34,52	60,813 / 64,16	0,329 / 0,32	3,133 / 3,00	
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,13		0,66 / 0,70	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,2% / 0,2%	
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	296% / 19.063%		147% / 4.101%	

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0078	1,635	0,0078	
Mg	mg/L	0,0198	4,163	0,0198	
Na	mg/L	2,333	137,1	2,333	
K	mg/L	0,174	7,060	0,174	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0002	0,0414	0,0002	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,324	1,788	0,324	
CO3	mg/L	0,0019	4,35E-05	0,0019	
CO2	mg/L	0,0459	9,778	0,0459	
Cl	mg/L	3,615	225,1	3,615	
SO4	mg/L	0,056	8,666	0,056	
NO3	mg/L	0,0009	0,0316	0,0009	
F	mg/L	0,0006	0,0226	0,0006	
Br	mg/L	0,0199	1,133	0,0199	
PO4	mg/L	6,36E-07	0,0002	6,36E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,615	1,159	0,615	
TDS	mg/L	7,169	388,0	7,169	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	17,43 / 17,43	793,00 / 793,00	17,43 / 17,43	
pH	pH	8,112	5,370	8,112	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,007 / 0,01	0,317 / 0,32	0,007 / 0,01	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapas 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820V-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.715
Caudal de producto	m3/day	11.122
Flujo medio	l/m2/hr	13,496
Caudal de salmuera	m3/day	13.594
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,79
dp Elementos	bar	0,807
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,98
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.148
TDS Permeado	mg/L	388,0
Primer elemento	Paso1	Etapas 1
Caudal Alimentación	m3/day	206,0
Caudal de producto	m3/day	26,99
TDS Producto	mg/L	160,8
Flujo	l/m2/hr	27,51
Último Elemento	Paso1	Etapas 1
Caudal de producto	m3/day	4,799
TDS Producto	mg/L	1.278
Ratio Rechazo / Producto	ratio	23,61
Caudal de salmuera	m3/day	113,3
Presión conductora neta	bar	9,337
Beta		1,034

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.122	4.062
Caudal de producto	m3/day	7.060	2.939
Flujo medio	l/m2/hr	34,59	28,80
Caudal de salmuera	m3/day	4.062	1.123
Conversión %	%	63,48 %	72,34 %
Presión de Alimentación	bar	12,167	11,460
dp Elementos	bar	0,706	0,429
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	11,460	11,031
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	407,3	1.109
TDS Permeado	mg/L	3,736	15,418
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	213,8
Caudal de producto	m3/day	32,46	28,70
TDS Producto	mg/L	2,271	7,533
Flujo	l/m2/hr	36,26	32,06
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,32	21,51
TDS Producto	mg/L	6,302	32,37
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,645	2,749
Caudal de salmuera	m3/day	106,9	59,13
Presión conductora neta	bar	10,519	7,711
Beta		1,238	1,247

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 10,09 mg/l, 112,27 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,16 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.

See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

2. TM720-400. Etapas1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

3. TM720-400. Etapas1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

4. TM720-400. Etapas1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

5. TM720-400. Etapas1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

6. TM720-400. Etapas1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

7. TM720-400. Etapas1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

8. TM720-400. Etapas2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

9. TM720-400. Etapas2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

10. TM720-400. Etapas2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

11. TM720-400. Etapas2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

12. TM720-400. Etapas2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

13. TM720-400. Etapas2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

14. Paso 2, Etapas2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,749

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

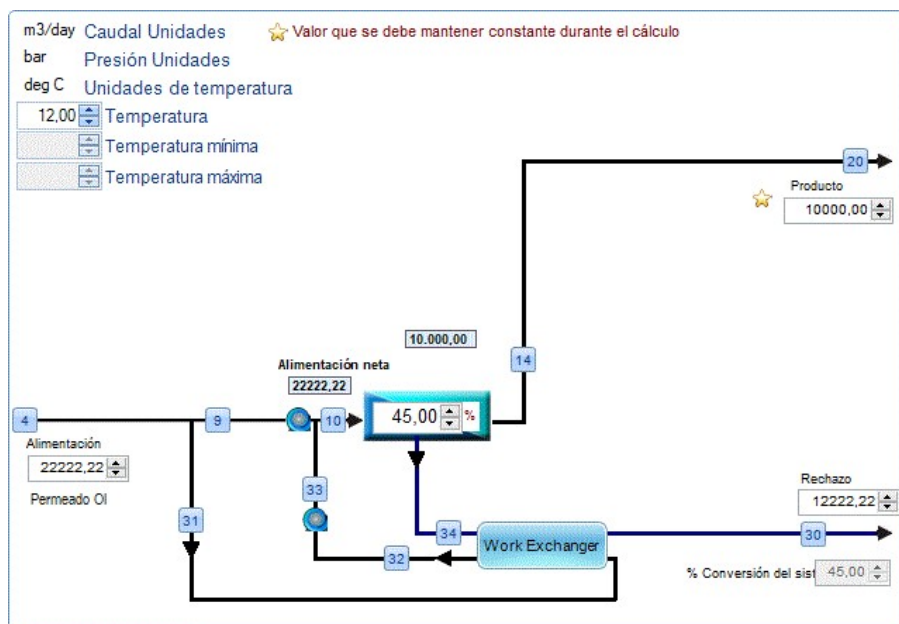
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:13:30
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	10:F1-SS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820V-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,80	0,0	7,169	17,4	8,112
4. Alimentación Neta	24.715,96	0,0	46.238,76	64.456,9	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.715,47	71,79	47.147,88	65.494,3	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.594,12	1,000	83.551,49	104.688,8	7,422
34. Alta presión a ERD	13.594,12	70,98	85.403,92	106.548,3	7,425
31. Alimentación a ERD	13.458,18	0,0	46.238,76	64.456,9	7,200
32. ERD para impulsar	13.458,18	68,41	48.114,36	66.596,4	7,198
33. Booster en la alimentación	13.458,18	71,79	48.114,36	66.596,4	7,198
14. Permeado Paso 1	11.121,84	0,0	388,0	792,8	5,370
38. Entre pasos tratado	11.121,84	0,0	388,0	792,8	5,370
40. Paso 2 Alimentación	11.121,84	12,167	407,3	821,9	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.123,43	11,031	3.968,45	7.133,2	8,990

20. Producto Final	9.998,80	0,0	7,169	17,4	8,112
--------------------	----------	-----	-------	------	-------

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820V-440	TM820V-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	13,103	12,198	8,763	7,509	6,221
Caudal Alimentación(m3/day)	206,0	179,0	157,1	143,4	132,6
Caudal Producto(m3/day)	26,99	21,83	13,771	10,766	8,250
Caudal Rechazo(m3/day)	179,0	157,1	143,4	132,6	124,4
Flujo(l/m2/hr)	27,51	22,25	14,037	10,974	8,410
Beta	1,125	1,113	1,078	1,065	1,053
Presión Alimentación (bar)	71,79	71,62	71,48	71,36	71,26
dp(bar)	0,165	0,139	0,120	0,108	0,0983
Presión Rechazo(bar)	71,62	71,48	71,36	71,26	71,16
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,82	45,21	49,44	53,35
Pi_Memb(bar)	41,75	47,18	50,90	54,66	57,91
Pi_Rechazo(bar)	39,82	45,21	49,44	53,34	56,77
Pi_Permado(bar)	0,132	0,191	0,262	0,371	0,529
Presión Neta(bar)	30,11	24,60	20,83	17,087	13,922

Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7
Modelo	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3,000	3,000
SPI% / año	5,000	5,000
SPI Aplicada	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848
Conversión %	5,047	4,064
Caudal Alimentación(m3/day)	124,4	118,1
Caudal Producto(m3/day)	6,276	4,799
Caudal Rechazo(m3/day)	118,1	113,3
Flujo(l/m2/hr)	6,397	4,891
Beta	1,042	1,034
Presión Alimentación (bar)	71,16	71,07
dp(bar)	0,0913	0,086
Presión Rechazo(bar)	71,07	70,98
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	56,78	59,70
Pi_Memb(bar)	60,64	62,90
Pi_Rechazo(bar)	59,69	62,13
Pi_Permado(bar)	0,747	1,035
Presión Neta(bar)	11,353	9,337

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,674	0,975	1,349	1,915	2,737
Mg	1,717	2,481	3,435	4,877	6,968
Na	56,64	81,83	113,2	160,7	229,5
K	2,917	4,214	5,829	8,272	11,811
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0171	0,0247	0,0341	0,0485	0,0693
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,998	1,223	1,510	1,978	2,684
CL	92,97	134,3	185,8	263,8	376,7
SO4	3,574	5,166	7,151	10,152	14,506
NO3	0,0131	0,0189	0,0261	0,037	0,0529
F	0,0093	0,0135	0,0186	0,0265	0,0378
Br	0,468	0,676	0,935	1,327	1,896

B	0,815	1,078	0,899	1,178	1,536
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,85E-05	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
CO3	9,05E-06	1,40E-05	2,16E-05	3,77E-05	7,11E-05
CO2	9,791	9,674	9,735	9,799	9,857
pH	5,223	5,310	5,393	5,500	5,623
TDS	160,8	232,0	320,3	454,3	648,5

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	3,882	5,403	1,635
Mg	9,884	13,755	4,163
Na	325,4	452,6	137,1
K	16,741	23,28	7,060
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0982	0,137	0,0414
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,719	5,097	1,788
CL	534,1	742,9	225,1
SO4	20,57	28,63	8,666
NO3	0,075	0,104	0,0316
F	0,0535	0,0744	0,0226
Br	2,688	3,738	1,133
B	1,968	2,458	1,159
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	4,35E-05
CO2	9,906	9,959	9,778
pH	5,755	5,883	5,370
TDS	919,2	1.278,20	388,0

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	765,0	871,1	954,6	1.031,99
Mg	1.692,64	1.947,62	2.217,85	2.430,53	2.627,46
Na	14.427,41	16.594,42	18.888,44	20.691,73	22.358,59
K	531,1	610,8	695,1	761,3	822,4
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,824	19,359	22,04	24,16	26,12
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	171,2	194,7	213,1	230,1
CL	26.342,99	30.301,32	34.492,28	37.787,29	40.833,71
SO4	3.181,34	3.660,53	4.168,35	4.568,02	4.938,06
NO3	2,141	2,462	2,802	3,068	3,314
F	1,529	1,759	2,001	2,192	2,367
Br	132,6	152,5	173,6	190,1	205,5
B	5,109	5,756	6,406	6,935	7,402
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,117	0,134	0,146	0,158
CO3	0,713	0,618	0,815	0,987	1,161
CO2	9,791	9,674	9,735	9,799	9,857
pH	7,200	7,258	7,305	7,337	7,365
TDS	47.147,88	54.233,44	61.735,57	67.634,23	73.088,32

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.100,27	1.158,55	664,8
Mg	2.801,31	2.949,68	1.692,64
Na	23.826,67	25.075,78	14.427,41
K	876,2	921,8	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,84	29,32	16,824
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	245,1	257,7	148,6
CL	43.517,69	45.802,29	26.342,99

SO4	5.264,70	5.543,43	3.181,34
NO3	3,531	3,714	2,141
F	2,522	2,653	1,529
Br	219,0	230,5	132,6
B	7,791	8,101	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,169	0,178	0,102
CO3	1,326	1,474	0,713
CO2	9,906	9,959	9,791
pH	7,387	7,405	7,200
TDS	77.894,03	81.985,23	47.147,88

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	11,091	12,249	13,710	15,595	18,096
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	260,2	228,4	197,0	166,3
Caudal Producto(m3/day)	32,46	31,88	31,31	30,73	30,10
Caudal Rechazo(m3/day)	260,2	228,4	197,0	166,3	136,2
Flujo(l/m2/hr)	36,26	35,61	34,97	34,33	33,62
Beta	1,152	1,162	1,174	1,190	1,211
Presión Alimentación (bar)	12,167	11,989	11,837	11,710	11,605
dp(bar)	0,177	0,152	0,127	0,104	0,0829
Presión Rechazo(bar)	11,990	11,837	11,710	11,605	11,523
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,329	0,370	0,420	0,486	0,575
Pi_Memb(bar)	0,402	0,458	0,531	0,629	0,768
Pi_Rechazo(bar)	0,370	0,421	0,486	0,575	0,700
Pi_Permado(bar)	0,0023	0,0026	0,003	0,0037	0,0046
Presión Neta(bar)	11,677	11,457	11,245	11,031	10,800

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	21,53
Caudal Alimentación(m3/day)	136,2
Caudal Producto(m3/day)	29,32
Caudal Rechazo(m3/day)	106,9
Flujo(l/m2/hr)	32,76
Beta	1,238
Presión Alimentación (bar)	11,523
dp(bar)	0,0629
Presión Rechazo(bar)	11,460
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,700
Pi_Memb(bar)	0,977
Pi_Rechazo(bar)	0,889
Pi_Permado(bar)	0,006
Presión Neta(bar)	10,519

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0023	0,0027	0,0032	0,0039	0,005
Mg	0,0059	0,0068	0,008	0,0099	0,0127
Na	0,696	0,808	0,949	1,167	1,499
K	0,0523	0,0606	0,0712	0,0875	0,112

Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	5,85E-05	6,79E-05	7,97E-05	9,81E-05	0,0001
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,109	0,124	0,144	0,173	0,218
CL	1,079	1,252	1,470	1,808	2,323
SO4	0,0166	0,0193	0,0227	0,0279	0,0359
NO3	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0006
F	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
Br	0,0059	0,0069	0,0081	0,01	0,0128
B	0,303	0,335	0,377	0,432	0,505
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,89E-07	2,19E-07	2,57E-07	3,17E-07	4,07E-07
CO3	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0012
CO2	0,0221	0,0239	0,0268	0,0306	0,0357
pH	8,020	8,038	8,045	8,058	8,074
TDS	2,271	2,616	3,054	3,720	4,726

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0067	0,0039
Mg	0,0171	0,0099
Na	2,024	1,175
K	0,152	0,0881
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	9,89E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,286	0,173
CL	3,137	1,822
SO4	0,0485	0,0281
NO3	0,0008	0,0005
F	0,0006	0,0003
Br	0,0173	0,01
B	0,611	0,424
SiO2	0,0	0,0
PO4	5,51E-07	3,19E-07
CO3	0,0017	0,0009
CO2	0,0427	0,0301
pH	8,093	8,053
TDS	6,302	3,736

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,635	1,839	2,095	2,427	2,875
Mg	4,163	4,681	5,334	6,180	7,320
Na	143,0	160,7	183,0	211,9	250,9
K	7,060	7,934	9,033	10,456	12,372
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0414	0,0465	0,053	0,0614	0,0728
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,367	16,180	18,398	21,27	25,12
CL	225,1	253,1	288,2	333,8	395,1
SO4	8,666	9,745	11,103	12,863	15,234
NO3	0,0316	0,0355	0,0404	0,0468	0,0554
F	0,0226	0,0254	0,0289	0,0334	0,0396
Br	1,133	1,273	1,450	1,679	1,988
B	1,159	1,265	1,395	1,557	1,765
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003
CO3	0,931	1,015	1,180	1,399	1,701
CO2	0,0221	0,0239	0,0268	0,0306	0,0357
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	407,3	457,8	521,4	603,7	714,6
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			

Ca	3,509	1,635
Mg	8,935	4,163
Na	306,0	143,0
K	15,081	7,060
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0888	0,0414
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	30,55	14,367
CL	481,9	225,1
SO4	18,592	8,666
NO3	0,0675	0,0316
F	0,0482	0,0226
Br	2,424	1,133
B	2,043	1,159
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0002
CO3	2,144	0,931
CO2	0,0427	0,0221
pH	9,023	9,000
TDS	871,4	407,3

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	13,426	15,062	17,115	19,705	22,93
Caudal Alimentación(m3/day)	213,8	185,1	157,2	130,3	104,6
Caudal Producto(m3/day)	28,70	27,88	26,91	25,68	23,99
Caudal Rechazo(m3/day)	185,1	157,2	130,3	104,6	80,64
Flujo(l/m2/hr)	32,06	31,14	30,06	28,68	26,80
Beta	1,166	1,178	1,193	1,210	1,229
Presión Alimentación (bar)	11,460	11,342	11,245	11,167	11,107
dp(bar)	0,118	0,0969	0,0778	0,0603	0,0447
Presión Rechazo(bar)	11,342	11,245	11,167	11,107	11,062
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,888	1,024	1,202	1,445	1,793
Pi_Memb(bar)	1,111	1,306	1,572	1,948	2,505
Pi_Rechazo(bar)	1,024	1,202	1,446	1,793	2,314
Pi_Permiado(bar)	0,0071	0,0086	0,0108	0,014	0,0194
Presión Neta(bar)	10,295	9,995	9,644	9,201	8,597
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	26,68				
Caudal Alimentación(m3/day)	80,64				
Caudal Producto(m3/day)	21,51				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,13				
Flujo(l/m2/hr)	24,03				
Beta	1,247				
Presión Alimentación (bar)	11,062				
dp(bar)	0,0313				
Presión Rechazo(bar)	11,031				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	2,314				
Pi_Memb(bar)	3,361				

Pi_Rechazo(bar)	3,134
Pi_Permiado(bar)	0,029
Presión Neta(bar)	7,711

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0081	0,01	0,0127	0,0169	0,0238
Mg	0,0207	0,0254	0,0322	0,0429	0,0606
Na	2,436	2,994	3,793	5,049	7,125
K	0,182	0,224	0,284	0,377	0,532
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,346	0,420	0,524	0,683	0,943
CL	3,776	4,641	5,879	7,826	11,044
SO4	0,0584	0,0718	0,091	0,121	0,171
NO3	0,0009	0,0011	0,0015	0,0019	0,0027
F	0,0007	0,0008	0,001	0,0014	0,0019
Br	0,0208	0,0255	0,0323	0,0431	0,0608
B	0,681	0,782	0,916	1,102	1,380
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,63E-07	8,16E-07	1,03E-06	1,38E-06	1,95E-06
CO3	0,0019	0,0024	0,0031	0,0042	0,006
CO2	0,0532	0,0619	0,0723	0,0864	0,107
pH	8,071	8,079	8,088	8,102	8,115
TDS	7,533	9,199	11,570	15,270	21,35

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0365	0,0171
Mg	0,093	0,0435
Na	10,914	5,113
K	0,814	0,382
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0009	0,0004
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,407	0,686
CL	16,918	7,925
SO4	0,263	0,123
NO3	0,0042	0,002
F	0,003	0,0014
Br	0,093	0,0436
B	1,816	1,076
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,99E-06	1,40E-06
CO3	0,0096	0,0043
CO2	0,138	0,0839
pH	8,140	8,096
TDS	32,37	15,418

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	4,470	5,162	6,076	7,328	9,122
Mg	11,381	13,143	15,469	18,656	23,22
Na	389,4	449,4	528,5	636,9	791,9
K	19,176	22,12	26,00	31,32	38,91
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,113	0,131	0,154	0,185	0,231
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	38,74	44,67	52,44	63,03	78,18
CL	613,3	707,8	832,5	1.003,14	1.247,40
SO4	23,68	27,34	32,18	38,80	48,30
NO3	0,0858	0,0989	0,116	0,140	0,174
F	0,0613	0,0707	0,0831	0,10	0,124

Br	3,084	3,559	4,186	5,044	6,271
B	2,436	2,709	3,050	3,491	4,077
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0011
CO3	2,843	3,303	3,970	4,918	6,268
CO2	0,0532	0,0619	0,0723	0,0864	0,107
pH	9,025	9,023	9,020	9,018	9,010
TDS	1.108,70	1.279,46	1.504,71	1.813,03	2.254,21
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	11,828	4,470			
Mg	30,12	11,381			
Na	1.025,41	389,4			
K	50,33	19,176			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,299	0,113			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	100,9	38,74			
CL	1.615,20	613,3			
SO4	62,61	23,68			
NO3	0,225	0,0858			
F	0,161	0,0613			
Br	8,119	3,084			
B	4,879	2,436			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0014	0,0005			
CO3	8,409	2,843			
CO2	0,138	0,0532			
pH	9,002	9,025			
TDS	2.918,44	1.108,70			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	11 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:1,Cautions:0,Notices:13. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total	Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,1	47.150,1		209,41	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708,2	65.496,8 / 47.472		422,3 / 296,30	
Presión de Alimentación	bar	0,0	83,02		19,212	
Temperatura	deg C	12,000				
dp total	bar	2,748	1,149		1,599	
Presión de rechazo	bar	1,000	81,87		17,612	
Factor de caudal	3,00 años		0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		27,63%	
Conversión	%	40,45%	45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	24.719	24.718		11.123	
Caudal de producto	m3/day	9.999	11.123		9.999	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a	13,498		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	13.596	13.596		1.125	
TDS Producto	mg/L	2,418	186,2		2,418	
TDS Rechazo	mg/L	83.713	85.573		2.049	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.780,67	1.399,45		308,9	
Potencia recuperada	kilovatio	1.277,39				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	72,28				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,715			
Potencia consumida	kWh/m^3	4,274	3,020		0,742	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,9	1.182	0,784	7,729
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.009	1,996	19,679
Na	mg/L	14.149	14.428	25.609	72,50	710,3
K	mg/L	520,9	531,2	942,1	3,388	33,02
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,826	29,91	0,0198	0,196
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,6	16,817	162,1
Cl	mg/L	25.834	26.344	46.770	108,0	1.058
SO4	mg/L	3.120	3.182	5.656	4,155	40,94
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,797	0,0152	0,148
F	mg/L	1,500	1,530	2,712	0,0108	0,105
Br	mg/L	130,0	132,6	235,3	0,543	5,320
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,724	0,454	2,917
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	9,13E-05	0,0009
CO3	mg/L	0,513	0,523	1,192	0,726	8,791
CO2	mg/L	11,770	12,002	11,673	0,0324	0,292
TDS	mg/L	46.237	47.150	83.713	209,4	2.049
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708	65.497 / 47.472	104.856 / 76.457	422,3 / 296,3	3.729,8 / 2.638,9
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,432	9,000	8,985
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,577 / 32,18	33,207 / 32,84	58,276 / 60,97	0,159 / 0,16	1,531 / 1,47
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10		0,30 / 0,24
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,2%		0,1% / 0,1%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 201%	199% / 5.958%		80% / 800%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	34% / 43%	35% / 43%	69% / 86%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0026	0,784	0,0026	
Mg	mg/L	0,0066	1,996	0,0066	
Na	mg/L	0,766	65,79	0,766	
K	mg/L	0,0553	3,388	0,0553	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	6,59E-05	0,0198	6,59E-05	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,266	1,078	0,266	
CO3	mg/L	0,0002	8,78E-06	0,0002	
CO2	mg/L	0,0679	11,917	0,0679	
Cl	mg/L	1,121	108,0	1,121	
SO4	mg/L	0,0173	4,155	0,0173	
NO3	mg/L	0,0003	0,0152	0,0003	
F	mg/L	0,0002	0,0108	0,0002	
Br	mg/L	0,0062	0,543	0,0062	
PO4	mg/L	1,96E-07	9,13E-05	1,96E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,177	0,454	0,177	
TDS	mg/L	2,418	186,2	2,418	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	5,69 / 3,97	388,55 / 272,55	5,69 / 3,97	
pH	pH	7,467	5,222	7,467	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,002 / 0,00	0,146 / 0,15	0,002 / 0,00	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	840	840
Total de cajas de presión	120	120
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.718
Caudal de producto	m3/day	11.123
Flujo medio	l/m2/hr	13,498
Caudal de salmuera	m3/day	13.596
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	83,02
dp Elementos	bar	1,149
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	81,87
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.150
TDS Permeado	mg/L	186,2
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	206,0
Caudal de producto	m3/day	19,749
TDS Producto	mg/L	87,63
Flujo	l/m2/hr	20,13
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	6,963
TDS Producto	mg/L	467,4
Ratio Rechazo / Producto	ratio	16,272
Caudal de salmuera	m3/day	113,3
Presión conductora neta	bar	19,972
Beta		1,080

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.123	4.280
Caudal de producto	m3/day	6.844	3.155
Flujo medio	l/m2/hr	33,53	30,91
Caudal de salmuera	m3/day	4.280	1.125
Conversión %	%	61,53 %	73,72 %
Presión de Alimentación	bar	19,212	18,236
dp Elementos	bar	0,976	0,624
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	18,236	17,612
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	209,4	542,1
TDS Permeado	mg/L	1,330	4,777
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	225,2
Caudal de producto	m3/day	30,88	28,91
TDS Producto	mg/L	0,853	2,302
Flujo	l/m2/hr	34,49	32,30
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,20	25,92
TDS Producto	mg/L	2,085	9,755
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,857	2,284
Caudal de salmuera	m3/day	112,6	59,19
Presión conductora neta	bar	17,784	15,746
Beta		1,361	1,477

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 11,67 mg/l, 129,79 kg / día

Errores

Advertencias

1. Etapa1, Módulo1 La presión del sistema de alimentación supera el límite., Presión máxima permitida83,00 bar, Real =83,02

Cautions

Notices

1. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
2. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
9. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
12. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
13. Paso 2, Etapa2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,284

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

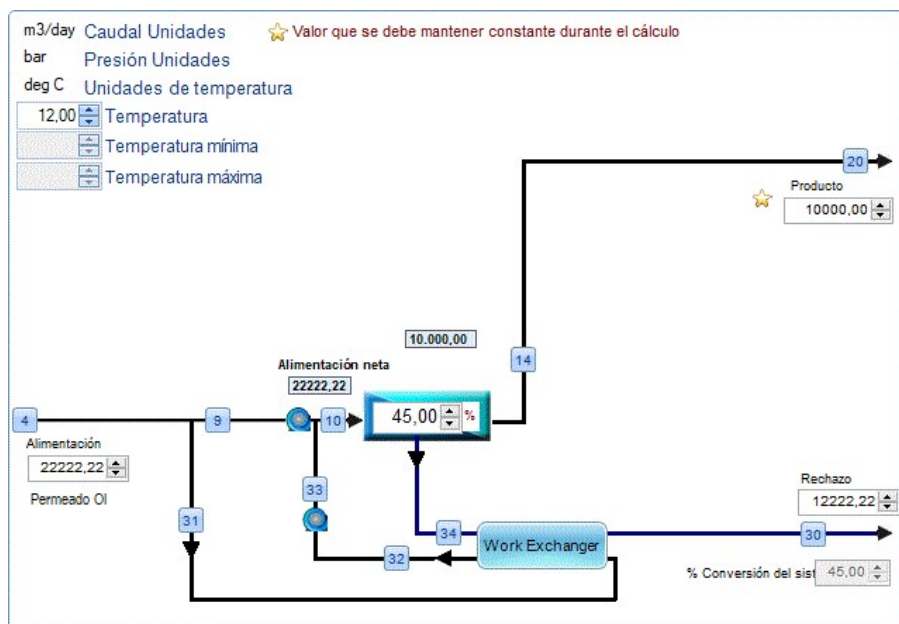
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:13:55
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	11:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,81	0,0	2,418	5,7	7,467
4. Alimentación Neta	24.718,82	0,0	46.237,07	64.455	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.718,08	83,02	47.150,08	65.496,8	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.595,70	1,000	83.712,87	104.855,8	7,432
34. Alta presión a ERD	13.595,70	81,87	85.573,38	106.723,2	7,435
31. Alimentación a ERD	13.459,74	0,0	46.237,07	64.455	7,200
32. ERD para impulsar	13.459,74	79,31	48.120,86	66.603,8	7,198
33. Booster en la alimentación	13.459,74	83,02	48.120,86	66.603,8	7,198
14. Permeado Paso 1	11.123,12	0,0	186,2	388,5	5,222
38. Entre pasos tratado	11.123,12	0,0	186,2	388,5	5,222
40. Paso 2 Alimentación	11.123,12	19,212	209,4	422,3	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.124,66	17,612	2.049,39	3.729,8	8,985
20. Producto Final	9.998,81	0,0	2,418	5,7	7,467

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	9,588	9,536	9,194	8,584	7,752
Caudal Alimentación(m3/day)	206,0	186,2	168,5	153,0	139,9
Caudal Producto(m3/day)	19,749	17,759	15,490	13,133	10,842
Caudal Rechazo(m3/day)	186,2	168,5	153,0	139,9	129,0
Flujo(l/m2/hr)	20,13	18,102	15,789	13,386	11,052
Beta	1,145	1,143	1,136	1,125	1,111
Presión Alimentación (bar)	83,02	82,79	82,59	82,42	82,26
dp(bar)	0,228	0,201	0,177	0,157	0,141
Presión Rechazo(bar)	82,79	82,59	82,42	82,26	82,12
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,21	36,65	40,42	44,42	48,49
Pi_Memb(bar)	39,87	43,90	48,04	52,12	55,94
Pi_Rechazo(bar)	36,65	40,42	44,42	48,49	52,46
Pi_Permado(bar)	0,0688	0,0862	0,111	0,146	0,196
Presión Neta(bar)	43,12	38,89	34,59	30,39	26,48

Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7
Modelo	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3,000	3,000
SPI% / año	5,000	5,000
SPI Aplicada	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848
Conversión %	6,787	5,790
Caudal Alimentación(m3/day)	129,0	120,3
Caudal Producto(m3/day)	8,756	6,963
Caudal Rechazo(m3/day)	120,3	113,3
Flujo(l/m2/hr)	8,925	7,097
Beta	1,096	1,080
Presión Alimentación (bar)	82,12	81,99
dp(bar)	0,128	0,118
Presión Rechazo(bar)	81,99	81,87
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	52,46	56,18
Pi_Memb(bar)	59,39	62,39
Pi_Rechazo(bar)	56,18	59,54
Pi_Permado(bar)	0,267	0,365
Presión Neta(bar)	22,98	19,972

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,367	0,461	0,593	0,783	1,054
Mg	0,935	1,174	1,510	1,993	2,684
Na	30,85	38,71	49,80	65,70	88,46
K	1,589	1,994	2,565	3,384	4,555
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0093	0,0117	0,015	0,0198	0,0267
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,783	0,839	0,925	1,054	1,266
CL	50,64	63,54	81,75	107,8	145,2
SO4	1,947	2,443	3,144	4,148	5,587
NO3	0,0071	0,0089	0,0115	0,0152	0,0204
F	0,0051	0,0064	0,0082	0,0108	0,0146
Br	0,255	0,320	0,411	0,543	0,731
B	0,245	0,297	0,369	0,466	0,597

SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,28E-05	5,37E-05	6,91E-05	9,11E-05	0,0001
CO3	3,97E-06	4,65E-06	5,68E-06	7,47E-06	1,09E-05
CO2	12,002	11,850	11,886	11,887	11,948
pH	5,123	5,155	5,193	5,245	5,318
TDS	87,63	109,8	141,1	186,0	250,2
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1,438	1,972	0,784		
Mg	3,662	5,021	1,996		
Na	120,7	165,4	65,79		
K	6,213	8,516	3,388		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,0364	0,0499	0,0198		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	1,565	2,009	1,078		
CL	198,1	271,5	108,0		
SO4	7,623	10,451	4,155		
NO3	0,0278	0,0381	0,0152		
F	0,0199	0,0272	0,0108		
Br	0,997	1,366	0,543		
B	0,770	0,992	0,454		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,0002	0,0002	9,13E-05		
CO3	1,70E-05	2,87E-05	8,78E-06		
CO2	11,920	11,915	11,917		
pH	5,405	5,508	5,222		
TDS	341,1	467,4	186,2		

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,9	735,3	812,8	895,0	979,0
Mg	1.692,78	1.872,19	2.069,40	2.278,77	2.492,56
Na	14.427,92	15.954,61	17.632,27	19.412,46	21.229,12
K	531,2	587,3	649,0	714,5	781,3
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,826	18,609	20,57	22,65	24,78
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	164,7	181,9	200,2	218,7
CL	26.344,34	29.132,57	32.196,68	35.448,25	38.766,72
SO4	3.181,61	3.518,79	3.889,44	4.282,91	4.684,69
NO3	2,141	2,368	2,616	2,880	3,149
F	1,530	1,691	1,869	2,057	2,249
Br	132,6	146,6	162,0	178,4	195,1
B	5,109	5,625	6,186	6,775	7,368
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,113	0,125	0,137	0,150
CO3	0,523	0,416	0,516	0,637	0,770
CO2	12,002	11,850	11,886	11,887	11,948
pH	7,200	7,243	7,280	7,317	7,350
TDS	47.150,08	52.140,93	57.625,43	63.445,62	69.385,66
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.061,19	1.138,35	664,9		
Mg	2.701,81	2.898,26	1.692,78		
Na	23.005,74	24.672,00	14.427,92		
K	846,5	907,7	531,2		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	26,86	28,81	16,826		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	237,0	254,1	148,6		
CL	42.012,38	45.056,89	26.344,34		
SO4	5.077,91	5.447,08	3.181,61		

NO3	3,412	3,659	2,141
F	2,437	2,613	1,530
Br	211,4	226,7	132,6
B	7,937	8,459	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,163	0,175	0,102
CO3	0,921	1,073	0,523
CO2	11,920	11,915	12,002
pH	7,382	7,410	7,200
TDS	75.195,71	80.645,92	47.150,08

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	10,549	11,649	13,036	14,831	17,233
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	261,8	231,3	201,2	171,3
Caudal Producto(m3/day)	30,88	30,50	30,16	29,84	29,53
Caudal Rechazo(m3/day)	261,8	231,3	201,2	171,3	141,8
Flujo(l/m2/hr)	34,49	34,07	33,69	33,33	32,98
Beta	1,222	1,237	1,257	1,282	1,315
Presión Alimentación (bar)	19,212	18,971	18,764	18,588	18,443
dp(bar)	0,240	0,207	0,176	0,146	0,117
Presión Rechazo(bar)	18,972	18,764	18,588	18,443	18,326
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,159	0,178	0,201	0,231	0,271
Pi_Memb(bar)	0,206	0,234	0,271	0,320	0,391
Pi_Rechazo(bar)	0,178	0,201	0,231	0,271	0,326
Pi_Permeado(bar)	0,0008	0,0009	0,001	0,0012	0,0014
Presión Neta(bar)	18,886	18,634	18,406	18,196	17,995

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	20,59
Caudal Alimentación(m3/day)	141,8
Caudal Producto(m3/day)	29,20
Caudal Rechazo(m3/day)	112,6
Flujo(l/m2/hr)	32,62
Beta	1,361
Presión Alimentación (bar)	18,326
dp(bar)	0,09
Presión Rechazo(bar)	18,236
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,326
Pi_Memb(bar)	0,498
Pi_Rechazo(bar)	0,410
Pi_Permeado(bar)	0,0018
Presión Neta(bar)	17,784

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0009	0,001	0,0012	0,0014	0,0017
Mg	0,0022	0,0026	0,003	0,0036	0,0044
Na	0,259	0,298	0,348	0,415	0,509
K	0,0187	0,0216	0,0252	0,03	0,0368
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sr	2,22E-05	2,56E-05	2,99E-05	3,56E-05	4,38E-05
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,103	0,116	0,133	0,155	0,187
CL	0,378	0,436	0,509	0,606	0,745
SO4	0,0058	0,0067	0,0078	0,0094	0,0115
NO3	9,37E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
F	6,67E-05	7,69E-05	8,96E-05	0,0001	0,0001
Br	0,0021	0,0024	0,0028	0,0033	0,0041
B	0,0823	0,0912	0,103	0,118	0,138
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,61E-08	7,62E-08	8,89E-08	1,06E-07	1,30E-07
CO3	9,91E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
CO2	0,0324	0,0348	0,039	0,0443	0,0513
pH	7,452	7,485	7,467	7,456	7,451
TDS	0,853	0,977	1,133	1,343	1,638

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0022	0,0014
Mg	0,0056	0,0036
Na	0,653	0,411
K	0,0472	0,0298
Ba	0,0	0,0
Sr	5,62E-05	3,53E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,233	0,154
CL	0,955	0,601
SO4	0,0147	0,0093
NO3	0,0002	0,0001
F	0,0002	0,0001
Br	0,0053	0,0033
B	0,168	0,116
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,67E-07	1,05E-07
CO3	0,0002	0,0002
CO2	0,061	0,0436
pH	7,449	7,460
TDS	2,085	1,330

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,784	0,876	0,992	1,140	1,338
Mg	1,996	2,231	2,525	2,903	3,407
Na	72,50	81,02	91,66	105,4	123,6
K	3,388	3,785	4,282	4,920	5,771
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0198	0,0222	0,0251	0,0289	0,0339
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	16,817	18,797	21,24	24,39	28,58
CL	108,0	120,7	136,5	156,9	184,2
SO4	4,155	4,644	5,255	6,042	7,093
NO3	0,0152	0,017	0,0192	0,022	0,0258
F	0,0108	0,0121	0,0137	0,0157	0,0185
Br	0,543	0,607	0,687	0,790	0,927
B	0,454	0,498	0,551	0,618	0,706
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	9,13E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
CO3	0,726	0,804	0,924	1,082	1,297
CO2	0,0324	0,0348	0,039	0,0443	0,0513
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	209,4	234,0	264,7	304,2	357,0
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	1,617	0,784			

Mg	4,116	1,996
Na	149,3	72,50
K	6,965	3,388
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0409	0,0198
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	34,45	16,817
CL	222,3	108,0
SO4	8,567	4,155
NO3	0,0312	0,0152
F	0,0223	0,0108
Br	1,119	0,543
B	0,824	0,454
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0002	9,13E-05
CO3	1,607	0,726
CO2	0,061	0,0324
pH	9,023	9,000
TDS	431,0	209,4

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	12,837	14,527	16,748	19,771	24,06
Caudal Alimentación(m3/day)	225,2	196,3	167,8	139,7	112,1
Caudal Producto(m3/day)	28,91	28,52	28,11	27,62	26,97
Caudal Rechazo(m3/day)	196,3	167,8	139,7	112,1	85,11
Flujo(l/m2/hr)	32,30	31,86	31,40	30,85	30,13
Beta	1,249	1,272	1,301	1,341	1,396
Presión Alimentación (bar)	18,236	18,066	17,924	17,810	17,721
dp(bar)	0,170	0,141	0,114	0,0889	0,0652
Presión Rechazo(bar)	18,066	17,924	17,810	17,721	17,656
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,410	0,470	0,548	0,657	0,817
Pi_Memb(bar)	0,548	0,645	0,781	0,982	1,306
Pi_Rechazo(bar)	0,470	0,548	0,657	0,817	1,072
Pi_Permeado(bar)	0,002	0,0024	0,003	0,0039	0,0053
Presión Neta(bar)	17,605	17,352	17,089	16,787	16,387
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	30,45				
Caudal Alimentación(m3/day)	85,11				
Caudal Producto(m3/day)	25,92				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,19				
Flujo(l/m2/hr)	28,95				
Beta	1,477				
Presión Alimentación (bar)	17,656				
dp(bar)	0,0438				
Presión Rechazo(bar)	17,612				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	1,071				
Pi_Memb(bar)	1,895				
Pi_Rechazo(bar)	1,532				

Pi_Permeado(bar)	0,0081
Presión Neta(bar)	15,746

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0024	0,003	0,0038	0,005	0,007
Mg	0,0062	0,0076	0,0096	0,0126	0,0177
Na	0,720	0,878	1,107	1,458	2,046
K	0,0521	0,0634	0,08	0,105	0,148
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	6,20E-05	7,55E-05	9,53E-05	0,0001	0,0002
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,258	0,308	0,379	0,487	0,666
CL	1,053	1,284	1,619	2,133	2,993
SO4	0,0163	0,0198	0,025	0,033	0,0463
NO3	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005	0,0007
F	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005
Br	0,0058	0,0071	0,0089	0,0117	0,0165
B	0,187	0,214	0,251	0,304	0,387
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,84E-07	2,25E-07	2,84E-07	3,74E-07	5,25E-07
CO3	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0006
CO2	0,0755	0,0854	0,101	0,120	0,151
pH	7,303	7,321	7,321	7,344	7,377
TDS	2,302	2,786	3,485	4,551	6,330

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0109	0,0052
Mg	0,0276	0,0133
Na	3,187	1,536
K	0,230	0,111
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0003	0,0001
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,006	0,508
CL	4,662	2,247
SO4	0,0722	0,0347
NO3	0,0011	0,0006
F	0,0008	0,0004
Br	0,0257	0,0124
B	0,531	0,308
SiO2	0,0	0,0
PO4	8,19E-07	3,94E-07
CO3	0,0009	0,0004
CO2	0,200	0,121
pH	7,428	7,346
TDS	9,755	4,777

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	2,035	2,334	2,731	3,279	4,086
Mg	5,181	5,944	6,952	8,349	10,404
Na	187,8	215,3	251,8	302,2	376,3
K	8,759	10,041	11,737	14,082	17,526
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0515	0,0591	0,0691	0,083	0,103
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	43,25	49,52	57,87	69,35	86,24
CL	279,7	320,8	375,1	450,2	560,7
SO4	10,784	12,370	14,469	17,375	21,65
NO3	0,0392	0,0449	0,0525	0,063	0,0784
F	0,028	0,0321	0,0375	0,045	0,056
Br	1,407	1,614	1,887	2,264	2,820

B	0,994	1,113	1,265	1,469	1,756
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005
CO3	2,088	2,448	2,875	3,520	4,456
CO2	0,0755	0,0854	0,101	0,120	0,151
pH	9,025	9,028	9,025	9,023	9,015
TDS	542,1	621,6	726,8	872,3	1.086,16
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	5,379	2,035			
Mg	13,695	5,181			
Na	494,9	187,8			
K	23,03	8,759			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,136	0,0515			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	113,2	43,25			
CL	737,4	279,7			
SO4	28,49	10,784			
NO3	0,103	0,0392			
F	0,0736	0,028			
Br	3,708	1,407			
B	2,190	0,994			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0006	0,0002			
CO3	5,963	2,088			
CO2	0,200	0,0755			
pH	9,003	9,025			
TDS	1.428,32	542,1			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	12 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:13. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,1		47.149,9		220,91	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708,2		65.496,5 / 47.471,9		445,5 / 312,62	
Presión de Alimentación	bar	0,0		79,59		19,247	
Temperatura	deg C	12,000					
dp total	bar	2,629		1,031		1,598	
Presión de rechazo	bar	1,000		78,56		17,648	
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%	
Conversión	%	40,45%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	24.719		24.718		11.123	
Caudal de producto	m3/day	9.999		11.123		9.999	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		12,459		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	13.596		13.596		1.125	
TDS Producto	mg/L	2,562		197,6		2,562	
TDS Rechazo	mg/L	83.703		85.563		2.162	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.721,07		1.341,56		309,5	
Potencia recuperada	kilovatio	1.223,95					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	70,02					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,599			
Potencia consumida	kWh/m^3	4,131		2,895		0,743	
iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2	
Ca	mg/L	652,0	664,9	1.182	0,832	8,203	
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.009	2,118	20,88	
Na	mg/L	14.149	14.428	25.606	76,57	750,0	
K	mg/L	520,9	531,2	941,9	3,596	35,04	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	16,500	16,826	29,91	0,0211	0,208	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,4	16,931	163,2	
Cl	mg/L	25.834	26.344	46.764	114,6	1.123	
SO4	mg/L	3.120	3.182	5.655	4,409	43,45	
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,796	0,0161	0,157	
F	mg/L	1,500	1,530	2,711	0,0115	0,112	
Br	mg/L	130,0	132,6	235,3	0,577	5,646	
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,704	0,478	3,069	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	9,69E-05	0,001	
CO3	mg/L	0,513	0,523	1,177	0,735	8,849	
CO2	mg/L	11,770	12,002	11,796	0,0326	0,296	
TDS	mg/L	46.237	47.150	83.703	220,9	2.162	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708	65.497 / 47.472	104.846 / 76.449	445,5 / 312,6	3.930,8 / 2.781,9	
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,427	9,000	8,980	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,577 / 32,18	33,207 / 32,84	58,269 / 60,96	0,168 / 0,16	1,617 / 1,55	
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10		0,32 / 0,26	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,2%		0,1% / 0,1%	
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 201%	197% / 5.819%		82% / 858%	

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	34% / 43%	35% / 43%	69% / 86%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0028	0,832	0,0028	
Mg	mg/L	0,007	2,118	0,007	
Na	mg/L	0,813	69,82	0,813	
K	mg/L	0,0589	3,596	0,0589	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	6,98E-05	0,0211	6,98E-05	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,273	1,116	0,273	
CO3	mg/L	0,0012	9,54E-06	0,0012	
CO2	mg/L	0,0685	11,979	0,0685	
Cl	mg/L	1,195	114,6	1,195	
SO4	mg/L	0,0185	4,409	0,0185	
NO3	mg/L	0,0003	0,0161	0,0003	
F	mg/L	0,0002	0,0115	0,0002	
Br	mg/L	0,0066	0,577	0,0066	
PO4	mg/L	2,09E-07	9,69E-05	2,09E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,186	0,478	0,186	
TDS	mg/L	2,562	197,6	2,562	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	6,03 / 4,20	411,59 / 288,76	6,03 / 4,20	
pH	pH	7,503	5,230	7,503	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,002 / 0,00	0,155 / 0,16	0,002 / 0,00	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.718
Caudal de producto	m3/day	11.123
Flujo medio	l/m2/hr	12,459
Caudal de salmuera	m3/day	13.596
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	79,59
dp Elementos	bar	1,031
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	78,56
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.150
TDS Permeado	mg/L	197,6
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	190,1
Caudal de producto	m3/day	18,839
TDS Producto	mg/L	89,99
Flujo	l/m2/hr	19,203
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	6,105
TDS Producto	mg/L	518,9
Ratio Rechazo / Producto	ratio	17,130
Caudal de salmuera	m3/day	104,6
Presión conductora neta	bar	16,894
Beta		1,075

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.123	4.275
Caudal de producto	m3/day	6.849	3.150
Flujo medio	l/m2/hr	33,55	30,87
Caudal de salmuera	m3/day	4.275	1.125
Conversión %	%	61,57 %	73,69 %
Presión de Alimentación	bar	19,247	18,270
dp Elementos	bar	0,975	0,623
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	18,270	17,648
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	220,9	572,6
TDS Permeado	mg/L	1,400	5,090
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	225,0
Caudal de producto	m3/day	30,91	28,91
TDS Producto	mg/L	0,897	2,442
Flujo	l/m2/hr	34,53	32,30
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,20	25,80
TDS Producto	mg/L	2,196	10,459
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,852	2,294
Caudal de salmuera	m3/day	112,5	59,20
Presión conductora neta	bar	17,790	15,678
Beta		1,361	1,475

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 11,73 mg/l, 130,44 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. TM720-400. Etapas1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
2. TM720-400. Etapas1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapas1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapas1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapas1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapas1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapas2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. TM720-400. Etapas2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
9. TM720-400. Etapas2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapas2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapas2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
12. TM720-400. Etapas2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
13. Paso 2, Etapas2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,294

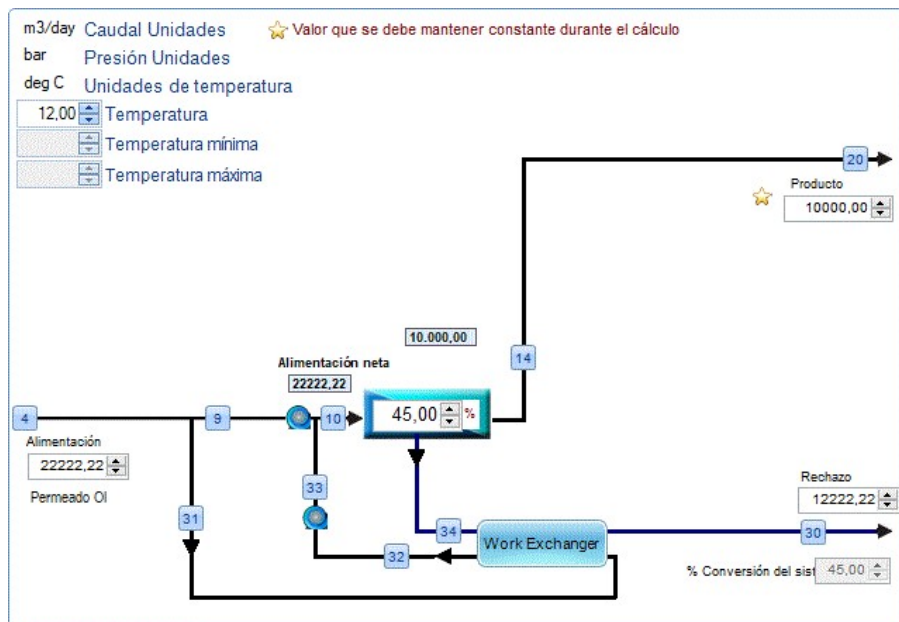
Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:14:20
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	12:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,76	0,0	2,562	6	7,503
4. Alimentación Neta	24.718,82	0,0	46.237,07	64.455	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.717,97	79,59	47.149,86	65.496,5	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.595,72	1,000	83.703,26	104.846,1	7,427
34. Alta presión a ERD	13.595,72	78,56	85.563,29	106.713	7,430
31. Alimentación a ERD	13.459,76	0,0	46.237,07	64.455	7,200
32. ERD para impulsar	13.459,76	75,99	48.120,39	66.603,3	7,198
33. Booster en la alimentación	13.459,76	79,59	48.120,39	66.603,3	7,198
14. Permeado Paso 1	11.123,11	0,0	197,6	411,5	5,230
38. Entre pasos tratado	11.123,11	0,0	197,6	411,5	5,230
40. Paso 2 Alimentación	11.123,11	19,247	220,9	445,5	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.124,71	17,648	2.161,79	3.930,8	8,980
20. Producto Final	9.998,76	0,0	2,562	6	7,503

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	9,908	9,766	9,302	8,557	7,605
Caudal Alimentación(m3/day)	190,1	171,3	154,6	140,2	128,2
Caudal Producto(m3/day)	18,839	16,730	14,378	11,997	9,749
Caudal Rechazo(m3/day)	171,3	154,6	140,2	128,2	118,5
Flujo(l/m2/hr)	19,203	17,053	14,656	12,229	9,938
Beta	1,149	1,145	1,137	1,123	1,108
Presión Alimentación (bar)	79,59	79,38	79,20	79,04	78,90
dp(bar)	0,206	0,180	0,158	0,140	0,126
Presión Rechazo(bar)	79,38	79,20	79,04	78,90	78,78
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,21	36,77	40,66	44,73	48,82
Pi_Memb(bar)	40,07	44,19	48,37	52,39	56,10
Pi_Rechazo(bar)	36,77	40,66	44,73	48,82	52,73
Pi_Permeado(bar)	0,0707	0,0899	0,117	0,157	0,214
Presión Neta(bar)	39,50	35,20	30,89	26,76	22,99
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	6,554	5,516			
Caudal Alimentación(m3/day)	118,5	110,7			
Caudal Producto(m3/day)	7,764	6,105			
Caudal Rechazo(m3/day)	110,7	104,6			
Flujo(l/m2/hr)	7,914	6,223			
Beta	1,091	1,075			
Presión Alimentación (bar)	78,78	78,66			
dp(bar)	0,115	0,106			
Presión Rechazo(bar)	78,66	78,56			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	52,74	56,34			
Pi_Memb(bar)	59,38	62,19			
Pi_Rechazo(bar)	56,34	59,54			
Pi_Permeado(bar)	0,294	0,405			
Presión Neta(bar)	19,688	16,894			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,377	0,481	0,628	0,842	1,150
Mg	0,960	1,224	1,600	2,144	2,928
Na	31,69	40,36	52,77	70,70	96,50
K	1,632	2,079	2,718	3,641	4,969
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0095	0,0122	0,0159	0,0213	0,0291
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,793	0,852	0,953	1,100	1,338
CL	52,01	66,26	86,61	116,0	158,4
SO4	2,000	2,548	3,331	4,464	6,095
NO3	0,0073	0,0093	0,0122	0,0163	0,0223
F	0,0052	0,0067	0,0087	0,0116	0,0159
Br	0,262	0,333	0,436	0,584	0,797
B	0,251	0,309	0,389	0,498	0,645

SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,39E-05	5,60E-05	7,32E-05	9,81E-05	0,0001
CO3	4,07E-06	4,79E-06	6,02E-06	8,13E-06	1,22E-05
CO2	12,002	11,884	11,946	11,958	12,017
pH	5,128	5,160	5,203	5,260	5,338
TDS	89,99	114,5	149,5	200,1	272,9
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1,586	2,189	0,832		
Mg	4,038	5,574	2,118		
Na	133,1	183,7	69,82		
K	6,851	9,454	3,596		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,0401	0,0554	0,0211		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	1,672	2,192	1,116		
CL	218,4	301,5	114,6		
SO4	8,406	11,604	4,409		
NO3	0,0307	0,0423	0,0161		
F	0,0219	0,0302	0,0115		
Br	1,099	1,517	0,577		
B	0,839	1,086	0,478		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,0002	0,0003	9,69E-05		
CO3	1,92E-05	3,40E-05	9,54E-06		
CO2	12,102	12,071	11,979		
pH	5,425	5,538	5,230		
TDS	376,1	518,9	197,6		

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,9	737,9	817,8	901,6	985,9
Mg	1.692,77	1.878,82	2.082,03	2.295,40	2.510,00
Na	14.427,85	16.011,02	17.739,52	19.553,45	21.376,62
K	531,2	589,4	653,0	719,7	786,7
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,826	18,675	20,69	22,82	24,95
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	165,2	182,9	201,5	220,1
CL	26.344,22	29.235,62	32.392,61	35.705,86	39.036,32
SO4	3.181,59	3.531,26	3.913,17	4.314,16	4.717,45
NO3	2,141	2,376	2,632	2,901	3,171
F	1,530	1,697	1,880	2,072	2,265
Br	132,6	147,1	163,0	179,7	196,4
B	5,109	5,643	6,220	6,819	7,410
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,113	0,125	0,138	0,151
CO3	0,523	0,418	0,520	0,643	0,777
CO2	12,002	11,884	11,946	11,958	12,017
pH	7,200	7,243	7,280	7,317	7,350
TDS	47.149,86	52.325,33	57.976,07	63.906,68	69.868,24
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.066,90	1.141,63	664,9		
Mg	2.716,35	2.906,59	1.692,77		
Na	23.128,12	24.741,00	14.427,85		
K	851,0	910,2	531,2		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,00	28,89	16,826		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	238,0	254,5	148,6		
CL	42.236,24	45.183,38	26.344,22		
SO4	5.105,23	5.462,72	3.181,59		

NO3	3,430	3,669	2,141
F	2,450	2,620	1,530
Br	212,5	227,4	132,6
B	7,967	8,467	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,164	0,175	0,102
CO3	0,915	1,063	0,523
CO2	12,102	12,071	12,002
pH	7,377	7,405	7,200
TDS	75.596,31	80.872,35	47.149,86

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	10,559	11,661	13,051	14,848	17,252
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	261,8	231,3	201,1	171,2
Caudal Producto(m3/day)	30,91	30,53	30,18	29,86	29,54
Caudal Rechazo(m3/day)	261,8	231,3	201,1	171,2	141,7
Flujo(l/m2/hr)	34,53	34,10	33,72	33,36	33,00
Beta	1,222	1,238	1,257	1,282	1,315
Presión Alimentación (bar)	19,247	19,005	18,798	18,623	18,477
dp(bar)	0,240	0,207	0,176	0,145	0,117
Presión Rechazo(bar)	19,007	18,798	18,623	18,477	18,360
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,168	0,188	0,212	0,244	0,286
Pi_Memb(bar)	0,217	0,247	0,286	0,339	0,413
Pi_Rechazo(bar)	0,188	0,212	0,244	0,286	0,345
Pi_Permeado(bar)	0,0008	0,0009	0,0011	0,0012	0,0015
Presión Neta(bar)	18,909	18,655	18,425	18,212	18,007

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	20,61
Caudal Alimentación(m3/day)	141,7
Caudal Producto(m3/day)	29,20
Caudal Rechazo(m3/day)	112,5
Flujo(l/m2/hr)	32,62
Beta	1,361
Presión Alimentación (bar)	18,360
dp(bar)	0,0899
Presión Rechazo(bar)	18,270
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,345
Pi_Memb(bar)	0,526
Pi_Rechazo(bar)	0,433
Pi_Permeado(bar)	0,0019
Presión Neta(bar)	17,790

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0009	0,0011	0,0012	0,0015	0,0018
Mg	0,0024	0,0027	0,0032	0,0038	0,0046
Na	0,273	0,315	0,367	0,438	0,537
K	0,0198	0,0229	0,0267	0,0318	0,039
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sr	2,34E-05	2,70E-05	3,15E-05	3,75E-05	4,61E-05
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,104	0,117	0,134	0,157	0,188
CL	0,401	0,463	0,540	0,643	0,790
SO4	0,0062	0,0071	0,0083	0,0099	0,0122
NO3	9,93E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
F	7,07E-05	8,15E-05	9,50E-05	0,0001	0,0001
Br	0,0022	0,0025	0,003	0,0035	0,0043
B	0,0866	0,096	0,108	0,124	0,146
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,00E-08	8,08E-08	9,43E-08	1,12E-07	1,38E-07
CO3	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
CO2	0,0326	0,035	0,0392	0,0445	0,0516
pH	7,467	7,494	7,482	7,471	7,466
TDS	0,897	1,027	1,192	1,413	1,724

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0023	0,0015
Mg	0,006	0,0037
Na	0,690	0,434
K	0,05	0,0315
Ba	0,0	0,0
Sr	5,92E-05	3,72E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,236	0,155
CL	1,014	0,638
SO4	0,0156	0,0098
NO3	0,0003	0,0002
F	0,0002	0,0001
Br	0,0056	0,0035
B	0,177	0,122
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,77E-07	1,11E-07
CO3	0,0002	0,0002
CO2	0,0614	0,0438
pH	7,468	7,475
TDS	2,196	1,400

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,832	0,930	1,053	1,210	1,421
Mg	2,118	2,368	2,680	3,082	3,619
Na	76,57	85,57	96,83	111,3	130,6
K	3,596	4,018	4,545	5,223	6,128
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0211	0,0235	0,0266	0,0306	0,036
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	16,931	18,928	21,39	24,56	28,79
CL	114,6	128,1	144,9	166,6	195,6
SO4	4,409	4,929	5,579	6,415	7,532
NO3	0,0161	0,018	0,0204	0,0234	0,0274
F	0,0115	0,0129	0,0145	0,0167	0,0196
Br	0,577	0,645	0,729	0,838	0,984
B	0,478	0,524	0,581	0,651	0,743
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	9,69E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
CO3	0,735	0,813	0,936	1,096	1,315
CO2	0,0326	0,035	0,0392	0,0445	0,0516
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	220,9	246,9	279,3	321,1	376,8
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	1,717	0,832			

Mg	4,372	2,118
Na	157,8	76,57
K	7,398	3,596
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0435	0,0211
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	34,71	16,931
CL	236,2	114,6
SO4	9,100	4,409
NO3	0,0331	0,0161
F	0,0237	0,0115
Br	1,188	0,577
B	0,868	0,478
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0002	9,69E-05
CO3	1,630	0,735
CO2	0,0614	0,0326
pH	9,023	9,000
TDS	455,0	220,9

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	12,851	14,541	16,760	19,774	24,04
Caudal Alimentación(m3/day)	225,0	196,1	167,6	139,5	111,9
Caudal Producto(m3/day)	28,91	28,51	28,08	27,58	26,90
Caudal Rechazo(m3/day)	196,1	167,6	139,5	111,9	85,00
Flujo(l/m2/hr)	32,30	31,85	31,37	30,81	30,05
Beta	1,250	1,272	1,301	1,341	1,395
Presión Alimentación (bar)	18,270	18,100	17,959	17,845	17,756
dp(bar)	0,170	0,141	0,114	0,0887	0,0651
Presión Rechazo(bar)	18,100	17,959	17,845	17,756	17,691
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,433	0,497	0,580	0,695	0,864
Pi_Memb(bar)	0,579	0,682	0,826	1,038	1,380
Pi_Rechazo(bar)	0,497	0,580	0,695	0,864	1,133
Pi_Permeado(bar)	0,0021	0,0026	0,0032	0,0041	0,0057
Presión Neta(bar)	17,608	17,350	17,079	16,766	16,348
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	30,35				
Caudal Alimentación(m3/day)	85,00				
Caudal Producto(m3/day)	25,80				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,20				
Flujo(l/m2/hr)	28,82				
Beta	1,475				
Presión Alimentación (bar)	17,691				
dp(bar)	0,0438				
Presión Rechazo(bar)	17,648				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	1,133				
Pi_Memb(bar)	1,999				
Pi_Rechazo(bar)	1,617				

Pi_Permeado(bar)	0,0087
Presión Neta(bar)	15,678

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0026	0,0032	0,004	0,0053	0,0074
Mg	0,0066	0,0081	0,0102	0,0135	0,0189
Na	0,767	0,939	1,183	1,555	2,181
K	0,0556	0,0681	0,0858	0,113	0,158
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	6,58E-05	8,07E-05	0,0001	0,0001	0,0002
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,262	0,314	0,388	0,497	0,678
CL	1,127	1,380	1,740	2,286	3,206
SO4	0,0174	0,0213	0,0269	0,0353	0,0496
NO3	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006	0,0008
F	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0006
Br	0,0062	0,0076	0,0096	0,0126	0,0176
B	0,197	0,226	0,265	0,322	0,409
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,97E-07	2,42E-07	3,05E-07	4,01E-07	5,63E-07
CO3	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0006
CO2	0,0759	0,0858	0,101	0,122	0,153
pH	7,324	7,348	7,348	7,356	7,383
TDS	2,442	2,968	3,714	4,841	6,729

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0115	0,0056
Mg	0,0294	0,0142
Na	3,392	1,636
K	0,245	0,118
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0003	0,0001
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,104	0,530
CL	4,987	2,405
SO4	0,0772	0,0372
NO3	0,0012	0,0006
F	0,0009	0,0004
Br	0,0274	0,0132
B	0,562	0,326
SiO2	0,0	0,0
PO4	8,76E-07	4,22E-07
CO3	0,0205	0,0035
CO2	0,204	0,122
pH	8,725	7,421
TDS	10,459	5,090

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	2,162	2,481	2,902	3,486	4,344
Mg	5,505	6,316	7,390	8,875	11,060
Na	198,5	227,7	266,3	319,7	398,1
K	9,306	10,670	12,474	14,968	18,629
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0547	0,0628	0,0735	0,0882	0,110
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	43,59	49,92	58,34	69,96	87,00
CL	297,2	340,9	398,7	478,6	596,0
SO4	11,458	13,145	15,378	18,469	23,01
NO3	0,0417	0,0478	0,0558	0,067	0,0833
F	0,0298	0,0341	0,0399	0,0478	0,0595
Br	1,495	1,715	2,005	2,407	2,997

B	1,047	1,173	1,334	1,549	1,852
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005
CO3	2,120	2,487	2,922	3,541	4,486
CO2	0,0759	0,0858	0,101	0,122	0,153
pH	9,025	9,028	9,025	9,018	9,010
TDS	572,6	656,6	767,9	921,7	1.147,67
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	5,716	2,162			
Mg	14,554	5,505			
Na	523,4	198,5			
K	24,48	9,306			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,145	0,0547			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	114,2	43,59			
CL	783,6	297,2			
SO4	30,28	11,458			
NO3	0,109	0,0417			
F	0,0782	0,0298			
Br	3,940	1,495			
B	2,308	1,047			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0007	0,0003			
CO3	6,006	2,120			
CO2	0,204	0,0759			
pH	8,998	9,025			
TDS	1.508,76	572,6			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	13 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) ..

		Total	Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4	47.146,5		407,54	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3	65.492,6 / 65.492,6		821,9 / 821,94	
Presión de Alimentación	bar	0,0	71,71		12,167	
Temperatura	deg C	25,00				
dp total	bar	1,879	0,744		1,135	
Presión de rechazo	bar	1,000	70,97		11,031	
Factor de caudal	3,00 años		0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		27,63%	
Conversión	%	40,45%	45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	24.719	24.718		11.123	
Caudal de producto	m3/day	9.999	11.123		9.999	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a	12,459		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	13.596	13.596		1.125	
TDS Producto	mg/L	7,085	388,4		7,085	
TDS Rechazo	mg/L	83.549	85.401		3.968	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.467,67	1.207,50		195,6	
Potencia recuperada	kilovatio	1.100,46				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	64,52				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,316			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,523	2,605		0,470	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,637	16,125
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.007	4,169	41,06
Na	mg/L	14.149	14.427	25.551	143,1	1.395
K	mg/L	520,9	531,1	939,1	7,070	68,37
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,824	29,89	0,0414	0,408
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,8	14,280	135,8
Cl	mg/L	25.834	26.342	46.674	225,4	2.198
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.652	8,678	85,33
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,783	0,0317	0,305
F	mg/L	1,500	1,529	2,702	0,0226	0,218
Br	mg/L	130,0	132,6	234,9	1,134	11,043
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,289	0,997	5,152
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0019
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,601	0,926	11,685
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,605	0,0219	0,189
TDS	mg/L	46.237	47.146	83.549	407,5	3.968
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.493 / 65.493	104.686 / 104.686	821,9 / 821,9	7.133,6 / 7.133,6
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,427	9,000	8,985
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,718 / 34,52	60,811 / 64,16	0,329 / 0,32	3,131 / 3,00
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,14		0,65 / 0,69
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,2% / 0,2%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	299% / 19.486%		148% / 4.120%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0078	1,637	0,0078	
Mg	mg/L	0,0198	4,169	0,0198	
Na	mg/L	2,333	137,3	2,333	
K	mg/L	0,175	7,070	0,175	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0002	0,0414	0,0002	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,321	1,788	0,321	
CO3	mg/L	0,0036	4,47E-05	0,0036	
CO2	mg/L	0,0457	9,711	0,0457	
Cl	mg/L	3,618	225,4	3,618	
SO4	mg/L	0,056	8,678	0,056	
NO3	mg/L	0,0009	0,0317	0,0009	
F	mg/L	0,0006	0,0226	0,0006	
Br	mg/L	0,0199	1,134	0,0199	
PO4	mg/L	6,36E-07	0,0002	6,36E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,530	0,997	0,530	
TDS	mg/L	7,085	388,4	7,085	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	16,94 / 16,94	793,19 / 793,19	16,94 / 16,94	
pH	pH	8,118	5,366	8,118	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,007 / 0,01	0,318 / 0,32	0,007 / 0,01	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	24.718
Caudal de producto	m3/day	11.123
Flujo medio	l/m2/hr	12,459
Caudal de salmuera	m3/day	13.596
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	71,71
dp Elementos	bar	0,744
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	70,97
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.146
TDS Permeado	mg/L	388,4
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	190,1
Caudal de producto	m3/day	21,62
TDS Producto	mg/L	151,9
Flujo	l/m2/hr	22,04
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,797
TDS Producto	mg/L	1.277
Ratio Rechazo / Producto	ratio	21,80
Caudal de salmuera	m3/day	104,6
Presión conductora neta	bar	9,280
Beta		1,036

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.123	4.063
Caudal de producto	m3/day	7.060	2.939
Flujo medio	l/m2/hr	34,59	28,80
Caudal de salmuera	m3/day	4.063	1.125
Conversión %	%	63,47 %	72,32 %
Presión de Alimentación	bar	12,167	11,459
dp Elementos	bar	0,707	0,429
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	11,459	11,031
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	407,5	1.109
TDS Permeado	mg/L	3,679	15,268
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	292,7	213,9
Caudal de producto	m3/day	32,46	28,70
TDS Producto	mg/L	2,230	7,442
Flujo	l/m2/hr	36,26	32,06
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,32	21,52
TDS Producto	mg/L	6,220	32,09
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,647	2,751
Caudal de salmuera	m3/day	106,9	59,19
Presión conductora neta	bar	10,519	7,712
Beta		1,238	1,247

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 10,03 mg/l, 111,58 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.

See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

2. TM720-400. Etapas1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

3. TM720-400. Etapas1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

4. TM720-400. Etapas1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

5. TM720-400. Etapas1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

6. TM720-400. Etapas1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

7. TM720-400. Etapas1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

8. TM720-400. Etapas2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

9. TM720-400. Etapas2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

10. TM720-400. Etapas2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

11. TM720-400. Etapas2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

12. TM720-400. Etapas2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

13. TM720-400. Etapas2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

14. Paso 2, Etapas2, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,751

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

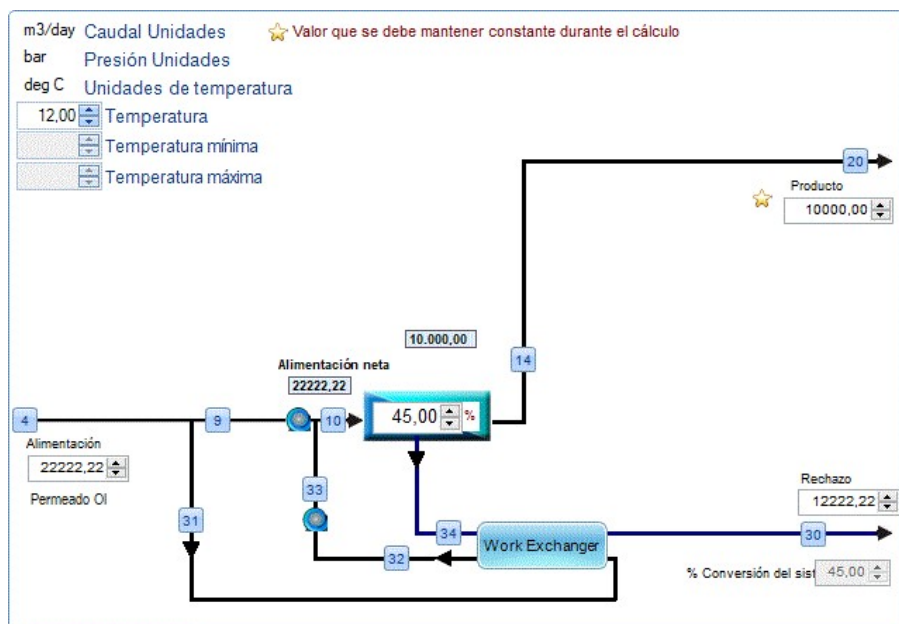
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:14:48
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	13:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,80	0,0	7,085	16,9	8,118
4. Alimentación Neta	24.718,82	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	24.718,33	71,71	47.146,48	65.492,6	7,199
30. Conc. a Rechazo	13.595,74	1,000	83.548,65	104.685,5	7,427
34. Alta presión a ERD	13.595,74	70,97	85.401,01	106.545	7,430
31. Alimentación a ERD	13.459,79	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	13.459,79	68,40	48.112,92	66.594,7	7,198
33. Booster en la alimentación	13.459,79	71,71	48.112,92	66.594,7	7,198
14. Permeado Paso 1	11.123,08	0,0	388,4	792,9	5,366
38. Entre pasos tratado	11.123,08	0,0	388,4	792,9	5,366
40. Paso 2 Alimentación	11.123,08	12,167	407,5	821,9	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.124,67	11,031	3.967,67	7.133,6	8,985

20. Producto Final	9.998,80	0,0	7,085	16,9	8,118
--------------------	----------	-----	-------	------	-------

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,373	10,805	9,741	8,358	6,884
Caudal Alimentación(m3/day)	190,1	168,5	150,3	135,7	124,3
Caudal Producto(m3/day)	21,62	18,208	14,641	11,340	8,559
Caudal Rechazo(m3/day)	168,5	150,3	135,7	124,3	115,8
Flujo(l/m2/hr)	22,04	18,560	14,924	11,559	8,725
Beta	1,105	1,098	1,087	1,073	1,059
Presión Alimentación (bar)	71,71	71,56	71,43	71,32	71,22
dp(bar)	0,151	0,130	0,113	0,0998	0,0901
Presión Rechazo(bar)	71,56	71,43	71,32	71,22	71,13
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,06	43,68	48,27	52,55
Pi_Memb(bar)	40,64	45,30	49,83	53,97	57,53
Pi_Rechazo(bar)	39,06	43,67	48,26	52,54	56,31
Pi_Permado(bar)	0,125	0,170	0,239	0,345	0,503
Presión Neta(bar)	31,14	26,39	21,82	17,707	14,231

Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7
Modelo	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3,000	3,000
SPI% / año	5,000	5,000
SPI Aplicada	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848
Conversión %	5,522	4,385
Caudal Alimentación(m3/day)	115,8	109,4
Caudal Producto(m3/day)	6,393	4,797
Caudal Rechazo(m3/day)	109,4	104,6
Flujo(l/m2/hr)	6,516	4,889
Beta	1,046	1,036
Presión Alimentación (bar)	71,13	71,05
dp(bar)	0,083	0,0778
Presión Rechazo(bar)	71,05	70,97
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	56,32	59,50
Pi_Memb(bar)	60,51	62,94
Pi_Rechazo(bar)	59,50	62,12
Pi_Permado(bar)	0,728	1,034
Presión Neta(bar)	11,439	9,280

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,638	0,870	1,227	1,777	2,601
Mg	1,625	2,215	3,125	4,525	6,623
Na	53,60	73,04	103,0	149,1	218,1
K	2,761	3,762	5,305	7,676	11,228
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0161	0,022	0,0311	0,045	0,0658
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,963	1,131	1,409	1,864	2,580
CL	87,98	119,9	169,1	244,8	358,1
SO4	3,383	4,611	6,505	9,419	13,786
NO3	0,0124	0,0168	0,0238	0,0344	0,0503
F	0,0088	0,012	0,017	0,0246	0,0359
Br	0,443	0,603	0,851	1,232	1,802

B	0,501	0,644	0,850	1,133	1,506
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,43E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,40E-06	1,20E-05	1,88E-05	3,36E-05	6,63E-05
CO2	9,791	9,620	9,657	9,704	9,730
pH	5,208	5,280	5,368	5,480	5,613
TDS	151,9	206,8	291,4	421,6	616,5

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	3,785	5,395	1,637
Mg	9,636	13,737	4,169
Na	317,2	452,0	137,3
K	16,323	23,25	7,070
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0958	0,137	0,0414
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,645	5,087	1,788
CL	520,7	742,0	225,4
SO4	20,06	28,59	8,678
NO3	0,0731	0,104	0,0317
F	0,0522	0,0744	0,0226
Br	2,620	3,734	1,134
B	1,968	2,498	0,997
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	4,47E-05
CO2	9,731	9,825	9,711
pH	5,755	5,888	5,366
TDS	896,2	1.276,54	388,4

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	750,0	840,8	931,4	1.016,19
Mg	1.692,64	1.909,63	2.140,68	2.371,36	2.587,23
Na	14.426,86	16.271,22	18.233,39	20.189,97	22.017,85
K	531,1	598,9	671,0	742,9	809,9
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,824	18,981	21,28	23,57	25,72
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	168,0	188,1	208,1	226,8
CL	26.342,14	29.711,05	33.295,57	36.870,50	40.211,04
SO4	3.181,34	3.589,14	4.023,35	4.456,84	4.862,47
NO3	2,141	2,414	2,705	2,994	3,264
F	1,529	1,725	1,932	2,139	2,332
Br	132,6	149,5	167,5	185,5	202,3
B	5,109	5,700	6,312	6,902	7,428
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,129	0,143	0,156
CO3	0,713	0,596	0,761	0,946	1,139
CO2	9,791	9,620	9,657	9,704	9,730
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.146,48	53.177,07	59.593,60	65.993,32	71.973,93

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.091,13	1.154,68	664,8
Mg	2.778,03	2.939,82	1.692,64
Na	23.629,56	24.992,03	14.426,86
K	869,0	918,8	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,61	29,22	16,824
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	243,3	257,1	148,6
CL	43.157,48	45.649,35	26.342,14

SO4	5.220,95	5.524,91	3.181,34
NO3	3,502	3,702	2,141
F	2,501	2,644	1,529
Br	217,2	229,7	132,6
B	7,866	8,210	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,167	0,177	0,102
CO3	1,329	1,486	0,713
CO2	9,731	9,825	9,791
pH	7,392	7,410	7,200
TDS	77.249,60	81.711,89	47.146,48

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	11,089	12,247	13,708	15,592	18,092
Caudal Alimentación(m3/day)	292,7	260,3	228,4	197,1	166,4
Caudal Producto(m3/day)	32,46	31,87	31,31	30,73	30,10
Caudal Rechazo(m3/day)	260,3	228,4	197,1	166,4	136,3
Flujo(l/m2/hr)	36,26	35,61	34,97	34,33	33,62
Beta	1,152	1,162	1,174	1,190	1,211
Presión Alimentación (bar)	12,167	11,989	11,837	11,710	11,605
dp(bar)	0,177	0,152	0,127	0,104	0,0829
Presión Rechazo(bar)	11,990	11,837	11,710	11,605	11,522
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,329	0,370	0,420	0,486	0,575
Pi_Memb(bar)	0,402	0,458	0,531	0,629	0,768
Pi_Rechazo(bar)	0,370	0,421	0,486	0,575	0,700
Pi_Permado(bar)	0,0022	0,0025	0,0029	0,0035	0,0044
Presión Neta(bar)	11,677	11,457	11,245	11,031	10,799

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	21,52
Caudal Alimentación(m3/day)	136,3
Caudal Producto(m3/day)	29,32
Caudal Rechazo(m3/day)	106,9
Flujo(l/m2/hr)	32,76
Beta	1,238
Presión Alimentación (bar)	11,522
dp(bar)	0,0629
Presión Rechazo(bar)	11,459
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,700
Pi_Memb(bar)	0,977
Pi_Rechazo(bar)	0,889
Pi_Permado(bar)	0,0058
Presión Neta(bar)	10,519

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0023	0,0027	0,0032	0,0039	0,005
Mg	0,0059	0,0068	0,008	0,0099	0,0127
Na	0,697	0,809	0,949	1,168	1,500
K	0,0523	0,0607	0,0712	0,0876	0,112

Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	5,86E-05	6,80E-05	7,98E-05	9,82E-05	0,0001
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,108	0,123	0,143	0,172	0,216
CL	1,081	1,254	1,472	1,810	2,326
SO4	0,0167	0,0193	0,0227	0,0279	0,0359
NO3	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0006
F	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
Br	0,006	0,0069	0,0081	0,01	0,0128
B	0,260	0,288	0,324	0,371	0,435
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,89E-07	2,20E-07	2,58E-07	3,17E-07	4,08E-07
CO3	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0012
CO2	0,0219	0,0237	0,0267	0,0304	0,0355
pH	8,015	8,033	8,040	8,053	8,069
TDS	2,230	2,572	3,003	3,662	4,659

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0067	0,0039
Mg	0,0172	0,01
Na	2,026	1,176
K	0,152	0,0882
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	9,90E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,284	0,172
CL	3,140	1,824
SO4	0,0485	0,0282
NO3	0,0008	0,0005
F	0,0006	0,0003
Br	0,0173	0,01
B	0,525	0,364
SiO2	0,0	0,0
PO4	5,51E-07	3,20E-07
CO3	0,0016	0,0009
CO2	0,0425	0,0299
pH	8,088	8,048
TDS	6,220	3,679

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,637	1,841	2,098	2,431	2,879
Mg	4,169	4,688	5,341	6,189	7,330
Na	143,1	160,9	183,2	212,2	251,1
K	7,070	7,945	9,045	10,471	12,389
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0414	0,0466	0,0531	0,0615	0,0729
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,280	16,082	18,286	21,14	24,96
CL	225,4	253,4	288,6	334,2	395,6
SO4	8,678	9,759	11,118	12,880	15,254
NO3	0,0317	0,0356	0,0405	0,0469	0,0554
F	0,0226	0,0254	0,0289	0,0335	0,0396
Br	1,134	1,275	1,452	1,682	1,990
B	0,997	1,089	1,201	1,340	1,519
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003
CO3	0,926	1,009	1,173	1,390	1,691
CO2	0,0219	0,0237	0,0267	0,0304	0,0355
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	407,5	458,1	521,7	604,1	715,0
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			

Ca	3,514	1,637
Mg	8,946	4,169
Na	306,3	143,1
K	15,100	7,070
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0889	0,0414
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	30,36	14,280
CL	482,5	225,4
SO4	18,616	8,678
NO3	0,0676	0,0317
F	0,0483	0,0226
Br	2,427	1,134
B	1,758	0,997
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0002
CO3	2,131	0,926
CO2	0,0425	0,0219
pH	9,023	9,000
TDS	871,8	407,5

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	13,421	15,056	17,107	19,695	22,91
Caudal Alimentación(m3/day)	213,9	185,2	157,3	130,4	104,7
Caudal Producto(m3/day)	28,70	27,88	26,91	25,68	23,99
Caudal Rechazo(m3/day)	185,2	157,3	130,4	104,7	80,71
Flujo(l/m2/hr)	32,06	31,14	30,06	28,68	26,80
Beta	1,166	1,178	1,193	1,210	1,229
Presión Alimentación (bar)	11,459	11,342	11,245	11,167	11,107
dp(bar)	0,118	0,097	0,0779	0,0604	0,0447
Presión Rechazo(bar)	11,342	11,245	11,167	11,107	11,062
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,888	1,024	1,202	1,445	1,792
Pi_Memb(bar)	1,111	1,306	1,571	1,947	2,504
Pi_Rechazo(bar)	1,024	1,202	1,446	1,793	2,313
Pi_Permiado(bar)	0,0069	0,0084	0,0105	0,0137	0,019
Presión Neta(bar)	10,295	9,994	9,643	9,201	8,597
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	26,66				
Caudal Alimentación(m3/day)	80,71				
Caudal Producto(m3/day)	21,52				
Caudal Rechazo(m3/day)	59,19				
Flujo(l/m2/hr)	24,03				
Beta	1,247				
Presión Alimentación (bar)	11,062				
dp(bar)	0,0313				
Presión Rechazo(bar)	11,031				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	2,313				
Pi_Memb(bar)	3,360				

Pi_Rechazo(bar)	3,132
Pi_Permiado(bar)	0,0284
Presión Neta(bar)	7,712

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0081	0,01	0,0127	0,0169	0,0238
Mg	0,0207	0,0254	0,0322	0,0429	0,0606
Na	2,438	2,997	3,796	5,052	7,127
K	0,183	0,224	0,284	0,378	0,532
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,344	0,417	0,520	0,678	0,936
CL	3,780	4,646	5,885	7,832	11,051
SO4	0,0585	0,0719	0,0911	0,121	0,171
NO3	0,0009	0,0011	0,0015	0,0019	0,0027
F	0,0007	0,0008	0,001	0,0014	0,0019
Br	0,0208	0,0256	0,0324	0,0431	0,0608
B	0,586	0,673	0,788	0,948	1,187
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,64E-07	8,17E-07	1,04E-06	1,38E-06	1,95E-06
CO3	0,0019	0,0023	0,003	0,004	0,0059
CO2	0,0528	0,0615	0,0719	0,0858	0,107
pH	8,066	8,069	8,078	8,092	8,110
TDS	7,442	9,094	11,446	15,120	21,16

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0365	0,0171
Mg	0,0928	0,0435
Na	10,897	5,113
K	0,813	0,382
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0009	0,0004
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,375	0,679
CL	16,896	7,927
SO4	0,262	0,123
NO3	0,0042	0,002
F	0,003	0,0014
Br	0,0929	0,0436
B	1,566	0,926
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,99E-06	1,40E-06
CO3	0,0509	0,01
CO2	0,139	0,0836
pH	8,875	8,136
TDS	32,09	15,268

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	4,476	5,168	6,082	7,335	9,130
Mg	11,395	13,158	15,486	18,675	23,24
Na	389,7	449,7	528,9	637,3	792,3
K	19,199	22,15	26,03	31,35	38,94
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,113	0,131	0,154	0,186	0,231
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	38,50	44,39	52,10	62,62	77,66
CL	614,0	708,6	833,3	1.004,10	1.248,43
SO4	23,71	27,37	32,21	38,84	48,34
NO3	0,0859	0,099	0,116	0,140	0,174
F	0,0613	0,0708	0,0831	0,100	0,124

Br	3,088	3,564	4,191	5,049	6,276
B	2,096	2,330	2,624	3,003	3,507
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0011
CO3	2,826	3,283	3,946	4,886	6,227
CO2	0,0528	0,0615	0,0719	0,0858	0,107
pH	9,025	9,023	9,020	9,018	9,010
TDS	1.109,22	1.280,02	1.505,28	1.813,57	2.254,63
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	11,836	4,476			
Mg	30,14	11,395			
Na	1.025,75	389,7			
K	50,36	19,199			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,300	0,113			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	100,3	38,50			
CL	1.616,24	614,0			
SO4	62,66	23,71			
NO3	0,225	0,0859			
F	0,161	0,0613			
Br	8,124	3,088			
B	4,196	2,096			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0014	0,0005			
CO3	8,264	2,826			
CO2	0,139	0,0528			
pH	8,997	9,025			
TDS	2.918,52	1.109,22			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	14 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:13. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total	Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4	47.146,7		395,90	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3	65.492,8 / 65.492,8		798,8 / 798,76	
Presión de Alimentación	bar	0,0	72,54		12,060	
Temperatura	deg C	25,00				
dp total	bar	2,054	0,779		1,275	
Presión de rechazo	bar	1,000	71,76		10,783	
Factor de caudal	3,00 años		0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		27,63%	
Conversión	%	39,10%	45,0%		86,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	25.572	25.572		11.507	
Caudal de producto	m3/day	9.998	11.507		9.998	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a	12,890		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	14.065	14.065		1.509	
TDS Producto	mg/L	6,004	376,8		6,004	
TDS Rechazo	mg/L	83.559	85.412		2.979	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.531,72	1.263,66		200,6	
Potencia recuperada	kilovatio	1.151,68				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	67,44				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,350			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,677	2,636		0,482	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,588	12,069
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.007	4,044	30,73
Na	mg/L	14.149	14.427	25.555	139,0	1.047
K	mg/L	520,9	531,1	939,3	6,858	51,33
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,824	29,89	0,0402	0,305
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,0	14,214	104,8
Cl	mg/L	25.834	26.342	46.680	218,7	1.648
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.652	8,419	63,88
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,784	0,0307	0,229
F	mg/L	1,500	1,529	2,703	0,0219	0,164
Br	mg/L	130,0	132,6	234,9	1,101	8,281
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,306	0,976	4,242
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0014
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,620	0,917	8,630
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,502	0,0218	0,146
TDS	mg/L	46.237	47.147	83.559	395,9	2.979
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455	65.493 / 65.493	104.696 / 104.696	798,8 / 798,8	5.449,8 / 5.449,8
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,432	9,000	8,995
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82	34,718 / 34,52	60,819 / 64,17	0,320 / 0,31	2,359 / 2,27
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,53 / 0,14		0,47 / 0,53
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,1% / 0,2%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	303% / 19.928%		98% / 1.828%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0065	1,588	0,0065	
Mg	mg/L	0,0167	4,044	0,0167	
Na	mg/L	1,963	133,2	1,963	
K	mg/L	0,147	6,858	0,147	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0002	0,0402	0,0002	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,282	1,745	0,282	
CO3	mg/L	0,0016	4,19E-05	0,0016	
CO2	mg/L	0,0423	9,688	0,0423	
Cl	mg/L	3,040	218,7	3,040	
SO4	mg/L	0,047	8,419	0,047	
NO3	mg/L	0,0008	0,0307	0,0008	
F	mg/L	0,0005	0,0219	0,0005	
Br	mg/L	0,0167	1,101	0,0167	
PO4	mg/L	5,34E-07	0,0002	5,34E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,482	0,976	0,482	
TDS	mg/L	6,004	376,8	6,004	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	14,54 / 14,54	770,15 / 770,15	14,54 / 14,54	
pH	pH	8,116	5,362	8,116	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,006 / 0,01	0,308 / 0,31	0,006 / 0,01	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapas 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	25.572
Caudal de producto	m3/day	11.507
Flujo medio	l/m2/hr	12,890
Caudal de salmuera	m3/day	14.065
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	72,54
dp Elementos	bar	0,779
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	71,76
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.147
TDS Permeado	mg/L	376,8
Primer elemento	Paso1	Etapas 1
Caudal Alimentación	m3/day	196,7
Caudal de producto	m3/day	22,00
TDS Producto	mg/L	149,9
Flujo	l/m2/hr	22,42
Último Elemento	Paso1	Etapas 1
Caudal de producto	m3/day	5,102
TDS Producto	mg/L	1.208
Ratio Rechazo / Producto	ratio	21,20
Caudal de salmuera	m3/day	108,2
Presión conductora neta	bar	9,970
Beta		1,037

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.507	4.501
Caudal de producto	m3/day	7.007	2.992
Flujo medio	l/m2/hr	34,33	29,31
Caudal de salmuera	m3/day	4.501	1.509
Conversión %	%	60,89 %	66,47 %
Presión de Alimentación	bar	12,060	11,304
dp Elementos	bar	0,755	0,521
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	11,304	10,783
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	395,9	1.007
TDS Permeado	mg/L	3,441	12,007
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	302,8	236,9
Caudal de producto	m3/day	32,21	28,60
TDS Producto	mg/L	2,168	6,575
Flujo	l/m2/hr	35,98	31,95
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,18	23,12
TDS Producto	mg/L	5,601	22,22
Ratio Rechazo / Producto	ratio	4,059	3,435
Caudal de salmuera	m3/day	118,4	79,43
Presión conductora neta	bar	10,458	8,276
Beta		1,222	1,223

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos: Hidróxido de sodio, 10,01 mg/l, 115,14 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,18 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0. Se requiere inhibidor de incrustación.

See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

2. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

3. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

4. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

5. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

6. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

7. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

8. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

9. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

10. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

11. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

12. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

13. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.

1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan

TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

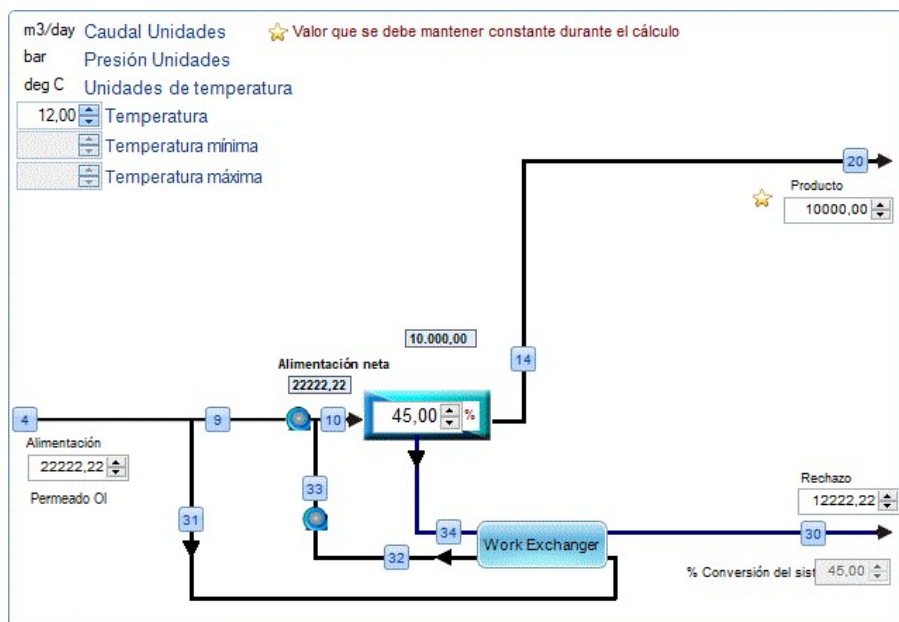
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:15:16
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	14:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,38	0,0	6,004	14,5	8,116
4. Alimentación Neta	25.572,18	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	25.571,58	72,54	47.146,71	65.492,8	7,199
30. Conc. a Rechazo	14.064,91	1,000	83.559,36	104.696,5	7,432
34. Alta presión a ERD	14.064,91	71,76	85.412,24	106.556,4	7,435
31. Alimentación a ERD	13.924,26	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	13.924,26	69,19	48.113,45	66.595,3	7,198
33. Booster en la alimentación	13.924,26	72,54	48.113,45	66.595,3	7,198
14. Permeado Paso 1	11.507,27	0,0	376,8	769,9	5,362
38. Entre pasos tratado	11.507,27	0,0	376,8	769,9	5,362
40. Paso 2 Alimentación	11.507,27	12,060	395,9	798,8	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.509,10	10,783	2.979,05	5.449,8	8,995
20. Producto Final	9.998,38	0,0	6,004	14,5	8,116

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,183	10,681	9,702	8,399	6,980
Caudal Alimentación(m3/day)	196,7	174,7	156,1	140,9	129,1
Caudal Producto(m3/day)	22,00	18,661	15,139	11,835	9,009
Caudal Rechazo(m3/day)	174,7	156,1	140,9	129,1	120,1
Flujo(l/m2/hr)	22,42	19,022	15,432	12,064	9,183
Beta	1,104	1,097	1,087	1,074	1,060
Presión Alimentación (bar)	72,54	72,38	72,25	72,13	72,03
dp(bar)	0,157	0,136	0,118	0,105	0,0945
Presión Rechazo(bar)	72,38	72,25	72,13	72,03	71,93
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	38,98	43,53	48,08	52,37
Pi_Memb(bar)	40,55	45,15	49,66	53,81	57,43
Pi_Rechazo(bar)	38,98	43,52	48,08	52,37	56,18
Pi_Permeado(bar)	0,123	0,166	0,231	0,331	0,479
Presión Neta(bar)	32,06	27,37	22,80	18,657	15,110
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,641	4,504			
Caudal Alimentación(m3/day)	120,1	113,3			
Caudal Producto(m3/day)	6,773	5,102			
Caudal Rechazo(m3/day)	113,3	108,2			
Flujo(l/m2/hr)	6,904	5,201			
Beta	1,047	1,037			
Presión Alimentación (bar)	71,93	71,84			
dp(bar)	0,0869	0,0813			
Presión Rechazo(bar)	71,84	71,76			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,19	59,44			
Pi_Memb(bar)	60,47	62,99			
Pi_Rechazo(bar)	59,43	62,13			
Pi_Permeado(bar)	0,691	0,979			
Presión Neta(bar)	12,226	9,970			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,630	0,851	1,189	1,706	2,479
Mg	1,603	2,166	3,026	4,343	6,311
Na	52,89	71,42	99,77	143,1	207,9
K	2,724	3,678	5,137	7,368	10,699
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0159	0,0215	0,0301	0,0432	0,0627
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,962	1,115	1,371	1,793	2,479
CL	86,82	117,2	163,8	234,9	341,2
SO4	3,338	4,509	6,300	9,041	13,136
NO3	0,0122	0,0165	0,023	0,033	0,0479
F	0,0087	0,0118	0,0164	0,0236	0,0342
Br	0,437	0,590	0,824	1,182	1,717
B	0,495	0,632	0,827	1,096	1,451

SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,33E-05	9,90E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	8,39E-06	1,16E-05	1,79E-05	3,11E-05	6,11E-05
CO2	9,791	9,603	9,629	9,672	9,702
pH	5,208	5,275	5,358	5,465	5,598
TDS	149,9	202,2	282,3	404,7	587,5

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	3,589	5,106	1,588
Mg	9,138	13,000	4,044
Na	300,9	427,8	133,2
K	15,482	22,01	6,858
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0908	0,129	0,0402
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,466	4,838	1,745
CL	493,9	702,2	218,7
SO4	19,022	27,06	8,419
NO3	0,0693	0,0985	0,0307
F	0,0495	0,0704	0,0219
Br	2,485	3,534	1,101
B	1,893	2,406	0,976
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	4,19E-05
CO2	9,712	9,709	9,688
pH	5,735	5,873	5,362
TDS	850,0	1.208,21	376,8

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	748,4	837,9	927,7	1.012,65
Mg	1.692,65	1.905,56	2.133,18	2.362,04	2.578,22
Na	14.426,93	16.236,74	18.169,85	20.111,28	21.942,20
K	531,1	597,7	668,7	740,0	807,2
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,824	18,941	21,20	23,48	25,63
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	167,7	187,5	207,4	226,1
CL	26.342,27	29.648,05	33.179,45	36.726,63	40.072,62
SO4	3.181,36	3.581,50	4.009,25	4.439,32	4.845,54
NO3	2,141	2,409	2,696	2,983	3,253
F	1,529	1,721	1,925	2,130	2,324
Br	132,6	149,2	167,0	184,8	201,6
B	5,109	5,689	6,294	6,882	7,412
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,129	0,142	0,155
CO3	0,713	0,594	0,758	0,941	1,134
CO2	9,791	9,603	9,629	9,672	9,702
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.146,71	53.064,32	59.385,75	65.735,76	71.726,06

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.088,45	1.153,30	664,8
Mg	2.771,20	2.936,32	1.692,65
Na	23.573,01	24.964,22	14.426,93
K	866,9	917,8	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,55	29,19	16,824
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	242,8	257,0	148,6
CL	43.053,81	45.598,06	26.342,27
SO4	5.208,13	5.518,34	3.181,36

NO3	3,494	3,698	2,141
F	2,495	2,642	1,529
Br	216,7	229,5	132,6
B	7,859	8,216	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,167	0,177	0,102
CO3	1,325	1,502	0,713
CO2	9,712	9,709	9,791
pH	7,392	7,415	7,200
TDS	77.063,85	81.619,96	47.146,71

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	10,636	11,682	12,988	14,654	16,831
Caudal Alimentación(m3/day)	302,8	270,6	239,0	208,0	177,5
Caudal Producto(m3/day)	32,21	31,61	31,04	30,47	29,87
Caudal Rechazo(m3/day)	270,6	239,0	208,0	177,5	147,6
Flujo(l/m2/hr)	35,98	35,31	34,68	34,04	33,37
Beta	1,147	1,156	1,167	1,181	1,199
Presión Alimentación (bar)	12,060	11,873	11,713	11,578	11,465
dp(bar)	0,185	0,160	0,136	0,113	0,0908
Presión Rechazo(bar)	11,874	11,713	11,578	11,465	11,374
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,320	0,357	0,404	0,463	0,542
Pi_Memb(bar)	0,387	0,439	0,505	0,592	0,711
Pi_Rechazo(bar)	0,357	0,404	0,463	0,542	0,650
Pi_Permado(bar)	0,0021	0,0024	0,0028	0,0033	0,0041
Presión Neta(bar)	11,580	11,356	11,143	10,933	10,712

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	19,765
Caudal Alimentación(m3/day)	147,6
Caudal Producto(m3/day)	29,18
Caudal Rechazo(m3/day)	118,4
Flujo(l/m2/hr)	32,59
Beta	1,222
Presión Alimentación (bar)	11,374
dp(bar)	0,0705
Presión Rechazo(bar)	11,304
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,650
Pi_Memb(bar)	0,885
Pi_Rechazo(bar)	0,807
Pi_Permado(bar)	0,0053
Presión Neta(bar)	10,458

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0022	0,0026	0,003	0,0036	0,0046
Mg	0,0057	0,0066	0,0077	0,0092	0,0117
Na	0,677	0,780	0,909	1,093	1,380
K	0,0508	0,0585	0,0681	0,0819	0,103
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sr	5,69E-05	6,56E-05	7,64E-05	9,19E-05	0,0001
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,107	0,122	0,140	0,166	0,205
CL	1,048	1,208	1,407	1,692	2,137
SO4	0,0162	0,0186	0,0217	0,0261	0,033
NO3	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005
F	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004
Br	0,0058	0,0067	0,0077	0,0093	0,0118
B	0,255	0,280	0,314	0,356	0,412
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,83E-07	2,12E-07	2,46E-07	2,97E-07	3,75E-07
CO3	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0011
CO2	0,0218	0,0235	0,0263	0,0298	0,0343
pH	8,015	8,032	8,040	8,050	8,060
TDS	2,168	2,485	2,879	3,439	4,301

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,006	0,0036
Mg	0,0154	0,0093
Na	1,816	1,096
K	0,136	0,0822
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	9,22E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,263	0,165
CL	2,812	1,698
SO4	0,0435	0,0262
NO3	0,0007	0,0004
F	0,0005	0,0003
Br	0,0155	0,0093
B	0,490	0,349
SiO2	0,0	0,0
PO4	4,93E-07	2,98E-07
CO3	0,0015	0,0009
CO2	0,0405	0,0292
pH	8,078	8,045
TDS	5,601	3,441

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,588	1,777	2,012	2,312	2,708
Mg	4,044	4,525	5,122	5,886	6,895
Na	139,0	155,4	175,9	202,0	236,5
K	6,858	7,669	8,675	9,960	11,656
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0402	0,045	0,0509	0,0585	0,0685
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,214	15,925	17,994	20,63	24,10
CL	218,7	244,6	276,8	317,9	372,2
SO4	8,419	9,419	10,662	12,250	14,349
NO3	0,0307	0,0343	0,0388	0,0446	0,0522
F	0,0219	0,0245	0,0277	0,0318	0,0373
Br	1,101	1,231	1,393	1,599	1,872
B	0,976	1,061	1,165	1,291	1,452
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003
CO3	0,917	0,995	1,148	1,348	1,619
CO2	0,0218	0,0235	0,0263	0,0298	0,0343
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	395,9	442,8	501,0	575,3	673,5
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	3,255	1,588			

Mg	8,288	4,044
Na	284,1	139,0
K	13,994	6,858
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0824	0,0402
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	28,88	14,214
CL	447,1	218,7
SO4	17,246	8,419
NO3	0,0626	0,0307
F	0,0447	0,0219
Br	2,249	1,101
B	1,662	0,976
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0002
CO3	2,004	0,917
CO2	0,0405	0,0218
pH	9,023	9,000
TDS	809,0	395,9

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	12,075	13,372	14,976	16,978	19,479
Caudal Alimentación(m3/day)	236,9	208,3	180,4	153,4	127,4
Caudal Producto(m3/day)	28,60	27,85	27,02	26,04	24,81
Caudal Rechazo(m3/day)	208,3	180,4	153,4	127,4	102,6
Flujo(l/m2/hr)	31,95	31,11	30,18	29,09	27,71
Beta	1,153	1,163	1,175	1,189	1,205
Presión Alimentación (bar)	11,304	11,169	11,055	10,961	10,886
dp(bar)	0,135	0,114	0,0939	0,0755	0,0587
Presión Rechazo(bar)	11,169	11,055	10,961	10,886	10,827
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,807	0,916	1,055	1,237	1,485
Pi_Memb(bar)	0,991	1,143	1,342	1,611	1,991
Pi_Rechazo(bar)	0,916	1,055	1,237	1,486	1,837
Pi_Permeado(bar)	0,0061	0,0073	0,0088	0,011	0,0144
Presión Neta(bar)	10,251	9,976	9,674	9,322	8,878
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	22,55				
Caudal Alimentación(m3/day)	102,6				
Caudal Producto(m3/day)	23,12				
Caudal Rechazo(m3/day)	79,43				
Flujo(l/m2/hr)	25,83				
Beta	1,223				
Presión Alimentación (bar)	10,827				
dp(bar)	0,0437				
Presión Rechazo(bar)	10,783				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	1,837				
Pi_Memb(bar)	2,547				
Pi_Rechazo(bar)	2,360				

Pi_Permeado(bar)	0,0199
Presión Neta(bar)	8,276

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0071	0,0086	0,0106	0,0134	0,0178
Mg	0,0182	0,0219	0,0269	0,0341	0,0453
Na	2,144	2,581	3,170	4,011	5,326
K	0,160	0,193	0,237	0,300	0,398
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0005
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,312	0,370	0,449	0,559	0,730
CL	3,320	3,997	4,909	6,212	8,250
SO4	0,0513	0,0618	0,076	0,0962	0,128
NO3	0,0008	0,001	0,0012	0,0015	0,002
F	0,0006	0,0007	0,0009	0,0011	0,0014
Br	0,0183	0,022	0,027	0,0342	0,0454
B	0,540	0,608	0,698	0,816	0,983
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	5,83E-07	7,02E-07	8,63E-07	1,09E-06	1,45E-06
CO3	0,0017	0,0021	0,0026	0,0033	0,0044
CO2	0,0495	0,0554	0,0644	0,0752	0,0908
pH	8,061	8,073	8,075	8,085	8,094
TDS	6,575	7,867	9,608	12,082	15,932

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,025	0,0133
Mg	0,0637	0,0339
Na	7,487	3,992
K	0,559	0,298
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0006	0,0003
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	1,005	0,554
CL	11,597	6,183
SO4	0,180	0,0958
NO3	0,0029	0,0015
F	0,002	0,0011
Br	0,0638	0,034
B	1,227	0,795
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,05E-06	1,09E-06
CO3	0,0063	0,0033
CO2	0,113	0,0731
pH	8,107	8,081
TDS	22,22	12,007

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	4,055	4,611	5,322	6,258	7,534
Mg	10,325	11,741	13,550	15,932	19,183
Na	353,6	401,9	463,6	544,7	655,2
K	17,408	19,776	22,80	26,77	32,19
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,103	0,117	0,135	0,158	0,191
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	35,84	40,64	46,84	54,92	65,95
CL	556,5	632,5	729,5	857,2	1.031,18
SO4	21,48	24,43	28,19	33,14	39,90
NO3	0,0779	0,0885	0,102	0,120	0,144
F	0,0556	0,0632	0,0728	0,0855	0,103
Br	2,799	3,181	3,669	4,310	5,185

B	1,951	2,145	2,382	2,679	3,060
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009
CO3	2,588	3,016	3,503	4,206	5,145
CO2	0,0495	0,0554	0,0644	0,0752	0,0908
pH	9,025	9,028	9,025	9,023	9,015
TDS	1.006,87	1.144,24	1.319,65	1.550,41	1.864,98
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	9,353	4,055			
Mg	23,81	10,325			
Na	812,4	353,6			
K	39,88	17,408			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,237	0,103			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	81,58	35,84			
CL	1.278,65	556,5			
SO4	49,52	21,48			
NO3	0,178	0,0779			
F	0,127	0,0556			
Br	6,428	2,799			
B	3,562	1,951			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0011	0,0005			
CO3	6,538	2,588			
CO2	0,113	0,0495			
pH	9,008	9,025			
TDS	2.312,30	1.006,87			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	15 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:12. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total	Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,1	47.150		215,82	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708,2	65.496,7 / 47.472		435,3 / 305,42	
Presión de Alimentación	bar	0,0	80,98		19,223	
Temperatura	deg C	12,000				
dp total	bar	2,855	1,079		1,775	
Presión de rechazo	bar	1,000	79,90		17,446	
Factor de caudal	3,00 años		0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años		15,76%		27,63%	
Conversión	%	39,10%	45,0%		86,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	25.572	25.572		11.507	
Caudal de producto	m3/day	9.998	11.507		9.998	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a	12,890		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	14.065	14.065		1.509	
TDS Producto	mg/L	2,195	192,6		2,195	
TDS Rechazo	mg/L	83.708	85.569		1.631	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.805,38	1.412,19		319,8	
Potencia recuperada	kilovatio	1.288,63				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	73,39				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,646			
Potencia consumida	kWh/m^3	4,334	2,945		0,768	
iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,9	1.182	0,811	6,167
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.009	2,064	15,700
Na	mg/L	14.149	14.428	25.607	74,77	565,6
K	mg/L	520,9	531,2	942,0	3,504	26,39
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,826	29,91	0,0205	0,156
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,6	16,868	125,8
Cl	mg/L	25.834	26.344	46.767	111,7	845,0
SO4	mg/L	3.120	3.182	5.655	4,297	32,66
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,796	0,0157	0,118
F	mg/L	1,500	1,530	2,712	0,0112	0,0843
Br	mg/L	130,0	132,6	235,3	0,562	4,249
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,713	0,467	2,449
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	9,44E-05	0,0007
CO3	mg/L	0,513	0,523	1,192	0,731	6,674
CO2	mg/L	11,770	12,002	11,671	0,0325	0,224
TDS	mg/L	46.237	47.150	83.708	215,8	1.631
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.455 / 46.708	65.497 / 47.472	104.851 / 76.453	435,3 / 305,4	3.013,3 / 2.129,6
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,432	9,000	8,995
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,577 / 32,18	33,207 / 32,84	58,273 / 60,97	0,164 / 0,16	1,223 / 1,18
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10		0,14 / 0,08
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,2%		0,0% / 0,1%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 201%	199% / 5.956%		55% / 376%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	34% / 43%	35% / 43%	69% / 86%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0024	0,811	0,0024	
Mg	mg/L	0,006	2,064	0,006	
Na	mg/L	0,692	68,05	0,692	
K	mg/L	0,0501	3,504	0,0501	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	5,95E-05	0,0205	5,95E-05	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,238	1,101	0,238	
CO3	mg/L	0,0002	9,25E-06	0,0002	
CO2	mg/L	0,0636	11,940	0,0636	
Cl	mg/L	1,016	111,7	1,016	
SO4	mg/L	0,0157	4,297	0,0157	
NO3	mg/L	0,0003	0,0157	0,0003	
F	mg/L	0,0002	0,0112	0,0002	
Br	mg/L	0,0056	0,562	0,0056	
PO4	mg/L	1,78E-07	9,44E-05	1,78E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,168	0,467	0,168	
TDS	mg/L	2,195	192,6	2,195	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	5,21 / 3,63	401,44 / 281,62	5,21 / 3,63	
pH	pH	7,481	5,228	7,481	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,002 / 0,00	0,151 / 0,16	0,002 / 0,00	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	25.572
Caudal de producto	m3/day	11.507
Flujo medio	l/m2/hr	12,890
Caudal de salmuera	m3/day	14.065
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	80,98
dp Elementos	bar	1,079
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	79,90
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.150
TDS Permeado	mg/L	192,6
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	196,7
Caudal de producto	m3/day	19,216
TDS Producto	mg/L	88,96
Flujo	l/m2/hr	19,587
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	6,458
TDS Producto	mg/L	495,9
Ratio Rechazo / Producto	ratio	16,754
Caudal de salmuera	m3/day	108,2
Presión conductora neta	bar	18,137
Beta		1,077

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.507	4.671
Caudal de producto	m3/day	6.837	3.162
Flujo medio	l/m2/hr	33,50	30,98
Caudal de salmuera	m3/day	4.671	1.509
Conversión %	%	59,41 %	67,69 %
Presión de Alimentación	bar	19,223	18,185
dp Elementos	bar	1,037	0,739
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	18,185	17,446
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	215,8	529,8
TDS Permeado	mg/L	1,328	4,071
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	302,8	245,8
Caudal de producto	m3/day	30,88	28,86
TDS Producto	mg/L	0,872	2,214
Flujo	l/m2/hr	34,49	32,23
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,15	26,34
TDS Producto	mg/L	2,029	7,436
Ratio Rechazo / Producto	ratio	4,216	3,015
Caudal de salmuera	m3/day	122,9	79,43
Presión conductora neta	bar	17,752	15,991
Beta		1,340	1,403

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos: Hidróxido de sodio, 11,69 mg/l, 134,52 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

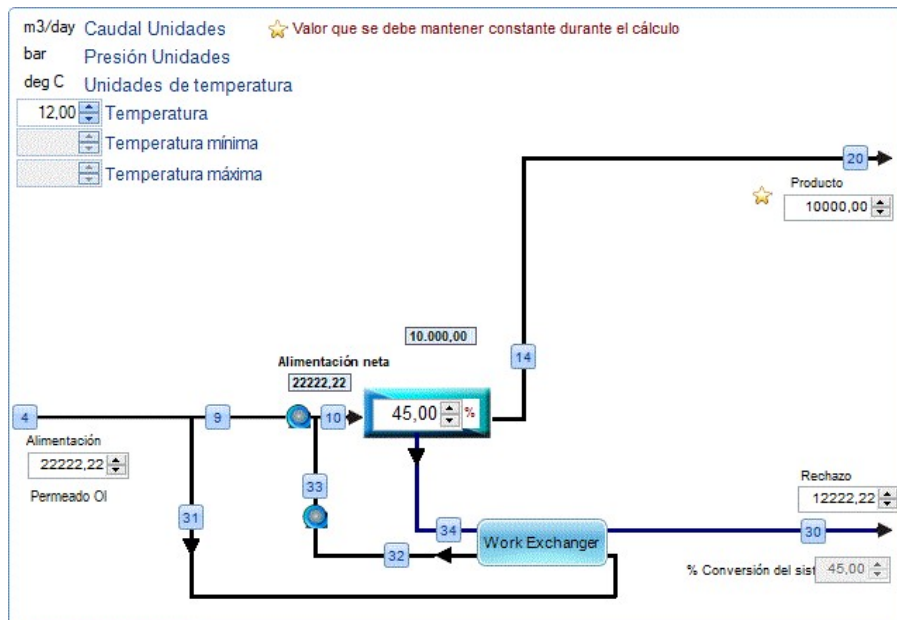
1. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
2. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
9. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
12. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:15:40
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	15:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:**Detalles de la corriente**

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.998,37	0,0	2,195	5,2	7,481
4. Alimentación Neta	25.572,18	0,0	46.237,07	64.455	7,200
10. Alimentación al Paso 1	25.571,63	80,98	47.149,97	65.496,7	7,199
30. Conc. a Rechazo	14.064,95	1,000	83.708,30	104.851,1	7,432
34. Alta presión a ERD	14.064,95	79,90	85.568,58	106.718,2	7,435
31. Alimentación a ERD	13.924,30	0,0	46.237,07	64.455	7,200
32. ERD para impulsar	13.924,30	77,34	48.120,63	66.603,6	7,198
33. Booster en la alimentación	13.924,30	80,98	48.120,63	66.603,6	7,198
14. Permeado Paso 1	11.507,23	0,0	192,6	401,3	5,228
38. Entre pasos tratado	11.507,23	0,0	192,6	401,3	5,228
40. Paso 2 Alimentación	11.507,23	19,223	215,8	435,3	9,000
25. Paso 2 Rechazo	1.509,11	17,446	1.631,02	3.013,3	8,995
20. Producto Final	9.998,37	0,0	2,195	5,2	7,481

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	9,769	9,667	9,256	8,570	7,669
Caudal Alimentación(m3/day)	196,7	177,5	160,3	145,5	133,0
Caudal Producto(m3/day)	19,216	17,158	14,841	12,469	10,202
Caudal Rechazo(m3/day)	177,5	160,3	145,5	133,0	122,8
Flujo(l/m2/hr)	19,587	17,489	15,128	12,710	10,399
Beta	1,148	1,145	1,136	1,124	1,109
Presión Alimentación (bar)	80,98	80,77	80,58	80,41	80,26
dp(bar)	0,215	0,188	0,166	0,147	0,132
Presión Rechazo(bar)	80,77	80,58	80,41	80,26	80,13
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,21	36,72	40,56	44,60	48,68
Pi_Memb(bar)	39,98	44,07	48,23	52,27	56,03
Pi_Rechazo(bar)	36,72	40,56	44,59	48,67	52,62
Pi_Permiado(bar)	0,0699	0,0883	0,114	0,152	0,206
Presión Neta(bar)	40,98	36,71	32,40	28,24	24,41
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	6,654	5,633			
Caudal Alimentación(m3/day)	122,8	114,6			
Caudal Producto(m3/day)	8,173	6,458			
Caudal Rechazo(m3/day)	114,6	108,2			
Flujo(l/m2/hr)	8,331	6,583			
Beta	1,093	1,077			
Presión Alimentación (bar)	80,13	80,01			
dp(bar)	0,120	0,111			
Presión Rechazo(bar)	80,01	79,90			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	52,62	56,27			
Pi_Memb(bar)	59,38	62,28			
Pi_Rechazo(bar)	56,27	59,54			
Pi_Permiado(bar)	0,282	0,387			
Presión Neta(bar)	21,02	18,137			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,373	0,472	0,613	0,816	1,107
Mg	0,949	1,202	1,560	2,077	2,819
Na	31,32	39,64	51,46	68,48	92,93
K	1,613	2,042	2,650	3,527	4,785
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0094	0,0119	0,0155	0,0206	0,028
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,793	0,850	0,939	1,084	1,302
CL	51,41	65,06	84,46	112,4	152,5
SO4	1,977	2,502	3,248	4,324	5,869
NO3	0,0072	0,0091	0,0119	0,0158	0,0214
F	0,0052	0,0065	0,0085	0,0113	0,0153
Br	0,259	0,327	0,425	0,566	0,768
B	0,248	0,304	0,380	0,484	0,624
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

PO4	4,34E-05	5,50E-05	7,14E-05	9,50E-05	0,0001
CO3	4,06E-06	4,77E-06	5,85E-06	7,89E-06	1,15E-05
CO2	12,002	11,869	11,920	11,927	11,987
pH	5,128	5,160	5,198	5,255	5,328
TDS	88,96	112,4	145,8	193,8	262,8
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1,520	2,092	0,811		
Mg	3,870	5,327	2,064		
Na	127,5	175,5	68,05		
K	6,567	9,036	3,504		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	0,0385	0,053	0,0205		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	1,628	2,112	1,101		
CL	209,4	288,1	111,7		
SO4	8,057	11,090	4,297		
NO3	0,0294	0,0405	0,0157		
F	0,021	0,0289	0,0112		
Br	1,054	1,450	0,562		
B	0,808	1,044	0,467		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,0002	0,0002	9,44E-05		
CO3	1,84E-05	3,18E-05	9,25E-06		
CO2	11,949	11,930	11,940		
pH	5,420	5,528	5,228		
TDS	360,5	495,9	192,6		

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,9	736,8	815,6	898,7	982,9
Mg	1.692,78	1.875,94	2.076,56	2.288,22	2.502,51
Na	14.427,88	15.986,51	17.693,04	19.492,58	21.313,29
K	531,2	588,5	651,3	717,4	784,4
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,826	18,646	20,64	22,74	24,87
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	165,0	182,5	200,9	219,5
CL	26.344,28	29.190,84	32.307,69	35.594,65	38.920,55
SO4	3.181,60	3.525,84	3.902,88	4.300,67	4.703,38
NO3	2,141	2,373	2,625	2,892	3,162
F	1,530	1,695	1,875	2,066	2,258
Br	132,6	146,9	162,6	179,1	195,9
B	5,109	5,635	6,206	6,800	7,392
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,113	0,125	0,138	0,151
CO3	0,523	0,417	0,518	0,641	0,774
CO2	12,002	11,869	11,920	11,927	11,987
pH	7,200	7,243	7,280	7,317	7,350
TDS	47.149,97	52.245,20	57.824,08	63.707,64	69.661,01
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.064,47	1.140,24	664,9		
Mg	2.710,14	2.903,07	1.692,78		
Na	23.075,91	24.711,85	14.427,88		
K	849,1	909,2	531,2		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	26,94	28,86	16,826		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	237,7	254,4	148,6		
CL	42.140,74	45.129,92	26.344,28		
SO4	5.093,57	5.456,11	3.181,60		
NO3	3,422	3,664	2,141		

F	2,445	2,617	1,530
Br	212,1	227,1	132,6
B	7,954	8,464	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,163	0,175	0,102
CO3	0,924	1,075	0,523
CO2	11,949	11,930	12,002
pH	7,382	7,410	7,200
TDS	75.425,51	80.776,75	47.149,97

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	10,196	11,209	12,477	14,099	16,238
Caudal Alimentación(m3/day)	302,8	272,0	241,5	211,3	181,5
Caudal Producto(m3/day)	30,88	30,48	30,13	29,80	29,48
Caudal Rechazo(m3/day)	272,0	241,5	211,3	181,5	152,1
Flujo(l/m2/hr)	34,49	34,05	33,65	33,28	32,93
Beta	1,217	1,231	1,248	1,271	1,300
Presión Alimentación (bar)	19,223	18,971	18,753	18,567	18,411
dp(bar)	0,251	0,218	0,186	0,156	0,127
Presión Rechazo(bar)	18,972	18,753	18,567	18,411	18,284
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,164	0,183	0,205	0,234	0,273
Pi_Memb(bar)	0,211	0,238	0,274	0,321	0,387
Pi_Rechazo(bar)	0,183	0,206	0,235	0,273	0,325
Pi_Permeado(bar)	0,0008	0,0009	0,001	0,0012	0,0014
Presión Neta(bar)	18,886	18,624	18,386	18,168	17,962

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	5,000
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	27,63
Factor de caudal	0,940
Conversión %	19,170
Caudal Alimentación(m3/day)	152,1
Caudal Producto(m3/day)	29,15
Caudal Rechazo(m3/day)	122,9
Flujo(l/m2/hr)	32,56
Beta	1,340
Presión Alimentación (bar)	18,284
dp(bar)	0,0993
Presión Rechazo(bar)	18,185
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,325
Pi_Memb(bar)	0,484
Pi_Rechazo(bar)	0,401
Pi_Permeado(bar)	0,0018
Presión Neta(bar)	17,752

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0009	0,001	0,0012	0,0014	0,0017
Mg	0,0023	0,0026	0,003	0,0036	0,0044
Na	0,265	0,304	0,352	0,416	0,504
K	0,0192	0,0221	0,0256	0,0302	0,0366
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	2,27E-05	2,61E-05	3,02E-05	3,57E-05	4,33E-05

NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,103	0,116	0,132	0,153	0,181
CL	0,389	0,446	0,517	0,610	0,740
SO4	0,006	0,0069	0,008	0,0094	0,0114
NO3	9,63E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
F	6,85E-05	7,86E-05	9,10E-05	0,0001	0,0001
Br	0,0021	0,0025	0,0028	0,0034	0,0041
B	0,0844	0,0931	0,105	0,119	0,138
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,79E-08	7,79E-08	9,03E-08	1,07E-07	1,29E-07
CO3	1,00E-04	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
CO2	0,0325	0,0348	0,0387	0,0437	0,0502
pH	7,456	7,488	7,476	7,464	7,453
TDS	0,872	0,994	1,146	1,346	1,622

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0022	0,0014
Mg	0,0055	0,0035
Na	0,635	0,411
K	0,046	0,0298
Ba	0,0	0,0
Sr	5,46E-05	3,52E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,223	0,150
CL	0,932	0,602
SO4	0,0144	0,0093
NO3	0,0002	0,0001
F	0,0002	0,0001
Br	0,0051	0,0033
B	0,166	0,117
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,63E-07	1,05E-07
CO3	0,0002	0,0001
CO2	0,0591	0,043
pH	7,455	7,465
TDS	2,029	1,328

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,811	0,903	1,017	1,161	1,352
Mg	2,064	2,298	2,588	2,957	3,441
Na	74,77	83,23	93,70	107,0	124,5
K	3,504	3,900	4,389	5,011	5,829
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0205	0,0228	0,0257	0,0294	0,0342
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	16,868	18,781	21,12	24,09	28,00
CL	111,7	124,3	140,0	159,9	186,0
SO4	4,297	4,785	5,388	6,155	7,163
NO3	0,0157	0,0175	0,0197	0,0224	0,0261
F	0,0112	0,0125	0,014	0,016	0,0186
Br	0,562	0,626	0,704	0,804	0,936
B	0,467	0,511	0,564	0,629	0,713
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	9,44E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
CO3	0,731	0,805	0,921	1,071	1,272
CO2	0,0325	0,0348	0,0387	0,0437	0,0502
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	215,8	240,2	270,4	308,8	359,3
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	1,613	0,811			
Mg	4,107	2,064			

Na	148,5	74,77
K	6,952	3,504
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0408	0,0205
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	33,35	16,868
CL	221,9	111,7
SO4	8,550	4,297
NO3	0,0311	0,0157
F	0,0222	0,0112
Br	1,116	0,562
B	0,824	0,467
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0002	9,44E-05
CO3	1,555	0,731
CO2	0,0591	0,0325
pH	9,023	9,000
TDS	428,6	215,8

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	11,738	13,115	14,880	17,207	20,39
Caudal Alimentación(m3/day)	245,8	217,0	188,5	160,5	132,9
Caudal Producto(m3/day)	28,86	28,46	28,05	27,61	27,08
Caudal Rechazo(m3/day)	217,0	188,5	160,5	132,9	105,8
Flujo(l/m2/hr)	32,23	31,79	31,34	30,84	30,25
Beta	1,233	1,252	1,275	1,305	1,346
Presión Alimentación (bar)	18,185	17,994	17,832	17,697	17,590
dp(bar)	0,191	0,162	0,134	0,108	0,083
Presión Rechazo(bar)	17,994	17,832	17,697	17,590	17,507
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,401	0,454	0,521	0,611	0,736
Pi_Memb(bar)	0,526	0,608	0,719	0,875	1,109
Pi_Rechazo(bar)	0,454	0,521	0,611	0,737	0,922
Pi_Permeado(bar)	0,0019	0,0023	0,0027	0,0034	0,0045
Presión Neta(bar)	17,565	17,306	17,048	16,771	16,443
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	24,91				
Caudal Alimentación(m3/day)	105,8				
Caudal Producto(m3/day)	26,34				
Caudal Rechazo(m3/day)	79,43				
Flujo(l/m2/hr)	29,43				
Beta	1,403				
Presión Alimentación (bar)	17,507				
dp(bar)	0,0602				
Presión Rechazo(bar)	17,446				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	0,922				
Pi_Memb(bar)	1,491				
Pi_Rechazo(bar)	1,223				
Pi_Permeado(bar)	0,0063				

Presión Neta(bar) | 15,991 |

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0024	0,0028	0,0034	0,0044	0,0058
Mg	0,006	0,0071	0,0087	0,0111	0,0147
Na	0,692	0,823	1,010	1,281	1,698
K	0,0501	0,0596	0,0731	0,0927	0,123
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	5,95E-05	7,07E-05	8,68E-05	0,0001	0,0001
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,243	0,284	0,342	0,423	0,548
CL	1,015	1,207	1,481	1,879	2,491
SO4	0,0157	0,0186	0,0229	0,029	0,0385
NO3	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006
F	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
Br	0,0056	0,0066	0,0082	0,0103	0,0137
B	0,183	0,206	0,238	0,280	0,343
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,78E-07	2,11E-07	2,60E-07	3,29E-07	4,37E-07
CO3	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004
CO2	0,0719	0,0804	0,0934	0,109	0,133
pH	7,315	7,326	7,324	7,335	7,348
TDS	2,214	2,615	3,188	4,012	5,277

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0082	0,0044
Mg	0,0209	0,0113
Na	2,415	1,302
K	0,175	0,0942
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0001
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,759	0,428
CL	3,543	1,910
SO4	0,0548	0,0295
NO3	0,0009	0,0005
F	0,0006	0,0003
Br	0,0195	0,0105
B	0,440	0,279
SiO2	0,0	0,0
PO4	6,22E-07	3,35E-07
CO3	0,0006	0,0003
CO2	0,167	0,108
pH	7,381	7,337
TDS	7,436	4,071

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,995	2,260	2,601	3,055	3,689
Mg	5,080	5,755	6,623	7,779	9,394
Na	183,6	207,9	239,2	280,8	338,9
K	8,590	9,726	11,185	13,127	15,836
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0505	0,0572	0,0658	0,0773	0,0934
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	41,14	46,53	53,50	62,74	75,64
CL	274,3	310,7	357,4	419,6	506,4
SO4	10,574	11,978	13,783	16,189	19,547
NO3	0,0384	0,0435	0,0501	0,0587	0,0709
F	0,0275	0,0311	0,0358	0,042	0,0506
Br	1,380	1,563	1,798	2,110	2,547
B	0,980	1,086	1,219	1,391	1,621

SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004
CO3	1,980	2,290	2,639	3,149	3,842
CO2	0,0719	0,0804	0,0934	0,109	0,133
pH	9,025	9,028	9,025	9,023	9,015
TDS	529,8	599,9	690,1	810,2	977,7
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	4,633	1,995			
Mg	11,795	5,080			
Na	425,3	183,6			
K	19,859	8,590			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,117	0,0505			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	94,76	41,14			
CL	635,4	274,3			
SO4	24,54	10,574			
NO3	0,0888	0,0384			
F	0,0635	0,0275			
Br	3,196	1,380			
B	1,949	0,980			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0005	0,0002			
CO3	4,914	1,980			
CO2	0,167	0,0719			
pH	9,008	9,025			
TDS	1.226,65	529,8			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	16 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:8,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.237,4		47.146		741,34	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455,3 / 64.455,3		65.492 / 65.492		1.466,7 / 1.466,74	
Presión de Alimentación	bar	0,0		70,24		6,158	
Temperatura	deg C	25,00					
dp total	bar	0,933		0,679		0,253	
Presión de rechazo	bar	1,000		69,56		5,904	
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%	
Conversión	%	43,20%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	23.145		23.144		4.113	
Caudal de producto	m3/day	9.999		10.415		3.697	
Split Takeoff / Producto	m3/day	0,0		6.303			
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		11,666		12,075	
Caudal de rechazo	m3/day	12.730		12.730		416,1	
TDS Producto	mg/L	145,9		412,2		36,42	
Split Takeoff TDS	mg/L	210,1					
TDS Rechazo	mg/L	83.530		85.381		7.003	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.203,33		1.107,45		36,61	
Potencia recuperada	kilovatio	1.009,19					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	59,27					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,253			
Potencia consumida	kWh/m^3	2,888		2,552		0,238	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2		Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	3,048		29,75
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.007	7,760		75,74
Na	mg/L	14.149	14.427	25.544	261,4		2.470
K	mg/L	520,9	531,1	938,7	13,148		121,5
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Sr	mg/L	16,500	16,824	29,89	0,0771		0,753
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,6	15,418		141,5
Cl	mg/L	25.834	26.342	46.663	419,4		3.967
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.651	16,153		156,9
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,782	0,0589		0,538
F	mg/L	1,500	1,529	2,701	0,0421		0,385
Br	mg/L	130,0	132,6	234,8	2,111		19,882
B (Boro)	mg/L	5,010	5,108	8,254	1,638		5,172
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0004		0,0035
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,581	1,113		13,654
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,707	0,023		0,194
TDS	mg/L	46.237	47.146	83.530	741,3		7.003
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.455 / 64.455		65.492 / 65.492		104.666 / 104.666	
pH Alimentación	pH	7,200		7,199		7,422	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,062 / 33,82		34,718 / 34,52		60,797 / 64,14	
LSI / SDSI		0,40 / -0,58		0,43 / -0,57		1,52 / 0,13	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%		33,1% / 29,6%		70,5% / 80,1%	

BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	296% / 19.044%	210% / 8.372%
% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 1%
		Producto	Paso 1	Paso 2	Split permeado
Ca	mg/L	0,573	1,738	0,0424	0,884
Mg	mg/L	1,458	4,426	0,108	2,251
Na	mg/L	51,47	145,8	12,696	74,22
K	mg/L	2,762	7,505	0,955	3,822
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	0,0145	0,044	0,0011	0,0224
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	1,052	1,871	0,891	1,147
CO3	mg/L	0,0087	5,06E-05	0,0234	1,26E-05
CO2	mg/L	6,148	9,759	0,0473	9,726
Cl	mg/L	84,19	239,3	20,03	121,8
SO4	mg/L	3,069	9,214	0,313	4,685
NO3	mg/L	0,0126	0,0336	0,0049	0,0171
F	mg/L	0,009	0,024	0,0035	0,0122
Br	mg/L	0,427	1,204	0,110	0,613
PO4	mg/L	6,62E-05	0,0002	3,57E-06	0,0001
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
B (Boro)	mg/L	0,868	1,040	1,240	0,650
TDS	mg/L	145,9	412,2	36,42	210,1
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	306,93 / 306,93	840,74 / 840,74	80,97 / 80,97	437,28 / 437,28
pH	pH	5,472	5,374	8,710	5,271
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,121 / 0,12	0,337 / 0,34	0,032 / 0,03	0,172 / 0,18

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1	
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440	
Tipo de elemento última posición		TM820M-440	
Total elementos	910	910	
Total de cajas de presión	130	130	
Elementos por caja de presión		7	
Caudal Alimentación	m3/day	23.144	
Caudal de producto	m3/day	10.415	
Flujo medio	l/m2/hr	11,666	
Caudal de salmuera	m3/day	12.730	
Conversión %	%	45,00 %	
Presión de Alimentación	bar	70,24	
dp Elementos	bar	0,679	
Presión booster	bar	0,0	
Pérdida en tuberías	bar	0,0	
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	
Presión de rechazo	bar	69,56	
Presión Permeado	bar	0,0	
TDS Alimentación	mg/L	47.146	
TDS Permeado	mg/L	412,2	
Primer elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal Alimentación	m3/day	178,0	
Caudal de producto	m3/day	20,93	
TDS Producto	mg/L	156,0	
Flujo	l/m2/hr	21,33	
Último Elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal de producto	m3/day	4,254	
TDS Producto	mg/L	1.422	
Ratio Rechazo / Producto	ratio	23,02	
Caudal de salmuera	m3/day	97,92	
Presión conductora neta	bar	8,084	
Beta		1,034	

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400

Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19
Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	4.113	1.035
Caudal de producto	m3/day	3.078	618,7
Flujo medio	l/m2/hr	15,081	6,062
Caudal de salmuera	m3/day	1.035	416,1
Conversión %	%	74,84 %	59,79 %
Presión de Alimentación	bar	6,158	5,982
dp Elementos	bar	0,176	0,0776
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	5,982	5,904
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	741,3	2.897
TDS Permeado	mg/L	16,667	134,7
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	108,2	54,46
Caudal de producto	m3/day	15,470	9,122
TDS Producto	mg/L	7,448	54,93
Flujo	l/m2/hr	17,281	10,190
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	10,511	2,189
TDS Producto	mg/L	38,74	424,9
Ratio Rechazo / Producto	ratio	2,591	10,005
Caudal de salmuera	m3/day	27,23	21,90
Presión conductora neta	bar	3,673	0,767
Beta		1,188	1,043

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 10,18 mg/l, 41,88 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

1. Paso 2, Etapa1, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =50,01
2. Paso 2, Etapa1, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =37,74
3. Paso 2, Etapa1, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =27,23
4. Paso 2, Etapa2, Módulo2 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =37,72
5. Paso 2, Etapa2, Módulo3 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =31,71
6. Paso 2, Etapa2, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =27,24
7. Paso 2, Etapa2, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =24,09
8. Paso 2, Etapa2, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =21,90

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,16 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation
2. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. Paso 2, Etapa1, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,591
9. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
12. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
13. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Toray.

14. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed.Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program.The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

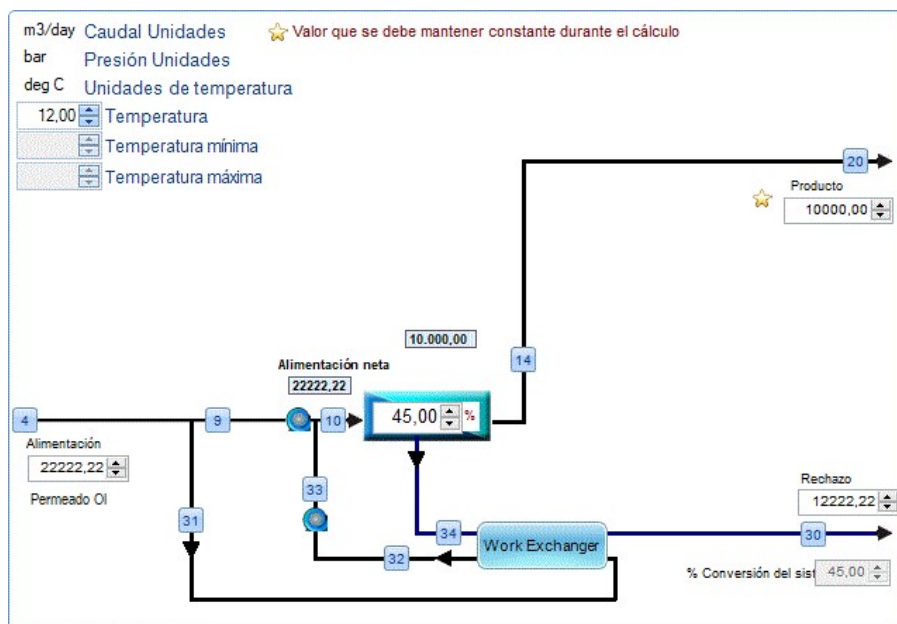
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:16:05
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	16:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,26	0,0	145,9	306,9	5,472
4. Alimentación Neta	23.145,33	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
10. Alimentación al Paso 1	23.144,49	70,24	47.145,99	65.492	7,199

11. Split permeado	6.302,52	0,0	210,1	437,3	5,271
18. Paso 2 permeado	3.696,74	0,0	36,42	81	8,710
30. Conc. a Rechazo	12.730,20	1,000	83.529,62	104.666	7,422
34. Alta presión a ERD	12.730,20	69,56	85.381,04	106.524,5	7,425
31. Alimentación a ERD	12.602,90	0,0	46.237,40	64.455,3	7,200
32. ERD para impulsar	12.602,90	66,99	48.111,97	66.593,6	7,198
33. Booster en la alimentación	12.602,90	70,24	48.111,97	66.593,6	7,198
14. Permeado Paso 1	4.112,61	0,0	721,9	1.444,9	5,601
38. Entre pasos tratado	4.112,61	0,0	721,9	1.444,9	5,601
40. Paso 2 Alimentación	4.112,61	6,158	741,3	1.466,7	9,000
25. Paso 2 Rechazo	416,1	5,904	7.003,41	12.208	8,970
20. Producto Final	9.999,26	0,0	145,9	306,9	5,472
Detalles del elemento del Paso1					

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	11,754	11,047	9,809	8,269	6,693
Caudal Alimentación(m3/day)	178,0	157,1	139,8	126,0	115,6
Caudal Producto(m3/day)	20,93	17,356	13,708	10,423	7,739
Caudal Rechazo(m3/day)	157,1	139,8	126,0	115,6	107,9
Flujo(l/m2/hr)	21,33	17,692	13,973	10,624	7,888
Beta	1,108	1,100	1,087	1,071	1,056
Presión Alimentación (bar)	70,24	70,10	69,98	69,88	69,79
dp(bar)	0,138	0,118	0,103	0,0909	0,0822
Presión Rechazo(bar)	70,10	69,98	69,88	69,79	69,71
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,23	43,98	48,63	52,89
Pi_Memb(bar)	40,84	45,62	50,19	54,27	57,73
Pi_Rechazo(bar)	39,23	43,97	48,63	52,89	56,57
Pi_Permeado(bar)	0,128	0,177	0,255	0,374	0,553
Presión Neta(bar)	29,49	24,64	20,04	16,004	12,671
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	15,763	15,763			
Factor de caudal	0,848	0,848			
Conversión %	5,292	4,163			
Caudal Alimentación(m3/day)	107,9	102,2			
Caudal Producto(m3/day)	5,709	4,254			
Caudal Rechazo(m3/day)	102,2	97,92			
Flujo(l/m2/hr)	5,819	4,336			
Beta	1,044	1,034			
Presión Alimentación (bar)	69,71	69,63			
dp(bar)	0,076	0,0714			
Presión Rechazo(bar)	69,63	69,56			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	56,57	59,63			
Pi_Memb(bar)	60,56	62,87			
Pi_Rechazo(bar)	59,62	62,11			
Pi_Permeado(bar)	0,808	1,150			
Presión Neta(bar)	10,057	8,084			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,655	0,910	1,309	1,929	2,863
Mg	1,669	2,317	3,332	4,912	7,290
Na	55,04	76,40	109,8	161,8	240,1

K	2,836	3,935	5,656	8,332	12,357
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0166	0,023	0,0331	0,0488	0,0725
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,975	1,163	1,471	1,994	2,796
CL	90,35	125,4	180,3	265,7	394,1
SO4	3,474	4,823	6,937	10,225	15,176
NO3	0,0127	0,0176	0,0253	0,0373	0,0553
F	0,0091	0,0126	0,0181	0,0267	0,0395
Br	0,455	0,631	0,907	1,337	1,983
B	0,513	0,670	0,896	1,210	1,620
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	7,63E-05	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
CO3	8,62E-06	1,26E-05	2,05E-05	3,85E-05	7,80E-05
CO2	9,791	9,654	9,714	9,766	9,785
pH	5,213	5,290	5,383	5,505	5,643
TDS	156,0	216,3	310,7	457,6	678,5

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	4,203	6,010	1,738
Mg	10,702	15,301	4,426
Na	352,3	503,4	145,8
K	18,125	25,89	7,505
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,106	0,152	0,044
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,993	5,623	1,871
CL	578,3	826,3	239,3
SO4	22,28	31,85	9,214
NO3	0,0812	0,116	0,0336
F	0,058	0,0828	0,024
Br	2,910	4,158	1,204
B	2,121	2,683	1,040
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0007	0,0002
CO3	0,0002	0,0003	5,06E-05
CO2	9,876	9,950	9,759
pH	5,785	5,923	5,374
TDS	995,1	1.421,58	412,2

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	753,3	846,7	938,7	1.023,09
Mg	1.692,62	1.917,85	2.155,74	2.389,83	2.604,81
Na	14.426,71	16.340,99	18.360,87	20.345,77	22.165,20
K	531,1	601,5	675,7	748,6	815,3
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,824	19,063	21,43	23,75	25,89
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	168,7	189,3	209,6	228,2
CL	26.341,87	29.838,52	33.528,57	37.155,36	40.480,71
SO4	3.181,31	3.604,59	4.051,64	4.491,53	4.895,48
NO3	2,141	2,425	2,724	3,017	3,286
F	1,529	1,732	1,946	2,155	2,347
Br	132,6	150,2	168,7	187,0	203,7
B	5,108	5,721	6,348	6,941	7,457
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,130	0,144	0,157
CO3	0,713	0,599	0,768	0,955	1,149
CO2	9,791	9,654	9,714	9,766	9,785
pH	7,200	7,253	7,295	7,332	7,365
TDS	47.145,99	53.405,22	60.010,66	66.503,29	72.456,84

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.096,27	1.157,29	664,8
Mg	2.791,13	2.946,48	1.692,62
Na	23.737,88	25.044,52	14.426,71
K	872,9	920,7	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,74	29,29	16,824
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	244,2	257,5	148,6
CL	43.356,10	45.746,24	26.341,87
SO4	5.245,55	5.537,39	3.181,31
NO3	3,518	3,710	2,141
F	2,513	2,650	1,529
Br	218,2	230,2	132,6
B	7,876	8,198	5,108
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,168	0,178	0,102
CO3	1,320	1,471	0,713
CO2	9,876	9,950	9,791
pH	7,387	7,405	7,200
TDS	77.605,37	81.885,75	47.145,99

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	14,293	16,123	18,404	21,22	24,54
Caudal Alimentación(m3/day)	108,2	92,76	77,81	63,49	50,01
Caudal Producto(m3/day)	15,470	14,956	14,320	13,473	12,272
Caudal Rechazo(m3/day)	92,76	77,81	63,49	50,01	37,74
Flujo(l/m2/hr)	17,281	16,707	15,996	15,050	13,709
Beta	1,134	1,144	1,156	1,169	1,182
Presión Alimentación (bar)	6,158	6,108	6,068	6,036	6,011
dp(bar)	0,0497	0,0404	0,0319	0,0242	0,0175
Presión Rechazo(bar)	6,109	6,068	6,036	6,011	5,994
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,599	0,697	0,829	1,011	1,277
Pi_Memb(bar)	0,734	0,870	1,059	1,330	1,735
Pi_Rechazo(bar)	0,698	0,829	1,012	1,277	1,681
Pi_Permiado(bar)	0,0071	0,0087	0,0112	0,0149	0,0214
Presión Neta(bar)	5,405	5,225	5,002	4,706	4,287
Paso2 Etapa 1	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	27,85				
Caudal Alimentación(m3/day)	37,74				
Caudal Producto(m3/day)	10,511				
Caudal Rechazo(m3/day)	27,23				
Flujo(l/m2/hr)	11,742				
Beta	1,188				
Presión Alimentación (bar)	5,994				
dp(bar)	0,012				
Presión Rechazo(bar)	5,982				
Presión Permeado(bar)	0,0				

Pi_Alimentacion(bar)	1,681
Pi_Memb(bar)	2,346
Pi_Rechazo(bar)	2,309
Pi_Permeado(bar)	0,0341
Presión Neta(bar)	3,673

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0081	0,0102	0,0134	0,0184	0,0271
Mg	0,0205	0,026	0,034	0,0468	0,069
Na	2,444	3,099	4,047	5,555	8,181
K	0,186	0,235	0,307	0,421	0,619
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0002	0,0003	0,0003	0,0005	0,0007
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,195	0,242	0,311	0,419	0,604
CL	3,857	4,891	6,387	8,766	12,911
SO4	0,0595	0,0755	0,0987	0,136	0,200
NO3	0,001	0,0012	0,0016	0,0022	0,0032
F	0,0007	0,0009	0,0011	0,0015	0,0023
Br	0,0212	0,0269	0,0352	0,0482	0,071
B	0,653	0,733	0,846	1,002	1,229
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	6,76E-07	8,58E-07	1,12E-06	1,54E-06	2,28E-06
CO3	0,0014	0,0018	0,0025	0,0035	0,0055
CO2	0,023	0,0255	0,0298	0,0357	0,0441
pH	8,166	8,197	8,220	8,241	8,268
TDS	7,448	9,344	12,085	16,419	23,92

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0445	0,0187
Mg	0,113	0,0477
Na	13,406	5,658
K	1,013	0,428
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0011	0,0005
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,968	0,424
CL	21,16	8,928
SO4	0,329	0,138
NO3	0,0052	0,0022
F	0,0037	0,0016
Br	0,116	0,0491
B	1,577	0,967
SiO2	0,0	0,0
PO4	3,74E-06	1,57E-06
CO3	0,0096	0,0037
CO2	0,058	0,0345
pH	8,301	8,225
TDS	38,74	16,667

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	3,048	3,555	4,236	5,189	6,582
Mg	7,760	9,051	10,786	13,211	16,757
Na	261,4	304,5	362,5	443,3	561,2
K	13,148	15,310	18,208	22,24	28,12
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0771	0,09	0,107	0,131	0,167
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	15,418	18,008	21,38	26,06	32,86
CL	419,4	488,7	581,7	711,5	900,8
SO4	16,153	18,837	22,44	27,48	34,85

NO3	0,0589	0,0685	0,0815	0,0995	0,126
F	0,0421	0,049	0,0582	0,0711	0,0898
Br	2,111	2,459	2,926	3,579	4,530
B	1,638	1,802	2,007	2,269	2,611
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0004	0,0005	0,0006	0,0008
CO3	1,113	1,249	1,533	1,945	2,576
CO2	0,023	0,0255	0,0298	0,0357	0,0441
pH	9,000	9,018	9,020	9,023	9,025
TDS	741,3	863,7	1.027,97	1.257,10	1.591,31
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	8,713	3,048			
Mg	22,18	7,760			
Na	741,1	261,4			
K	37,07	13,148			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,220	0,0771			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	43,24	15,418			
CL	1.189,49	419,4			
SO4	46,12	16,153			
NO3	0,166	0,0589			
F	0,118	0,0421			
Br	5,979	2,111			
B	3,060	1,638			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,001	0,0004			
CO3	3,520	1,113			
CO2	0,058	0,023			
pH	9,023	9,000			
TDS	2.100,95	741,3			

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	16,748	16,810	15,944	14,076	11,568
Caudal Alimentación(m3/day)	54,46	45,34	37,72	31,71	27,24
Caudal Producto(m3/day)	9,122	7,622	6,014	4,463	3,151
Caudal Rechazo(m3/day)	45,34	37,72	31,71	27,24	24,09
Flujo(l/m2/hr)	10,190	8,514	6,718	4,985	3,520
Beta	1,121	1,112	1,098	1,079	1,059
Presión Alimentación (bar)	5,982	5,961	5,945	5,932	5,921
dp(bar)	0,0206	0,0164	0,0131	0,0107	0,009
Presión Rechazo(bar)	5,961	5,945	5,932	5,921	5,912
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	2,308	2,757	3,293	3,891	4,495
Pi_Memb(bar)	2,827	3,352	3,930	4,512	5,044
Pi_Rechazo(bar)	2,757	3,294	3,891	4,495	5,045
Pi_Permeado(bar)	0,0477	0,0672	0,0985	0,149	0,231
Presión Neta(bar)	3,189	2,666	2,104	1,562	1,104
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	9,087				

Caudal Alimentación(m3/day)	24,09
Caudal Producto(m3/day)	2,189
Caudal Rechazo(m3/day)	21,90
Flujo(l/m2/hr)	2,445
Beta	1,043
Presión Alimentación (bar)	5,912
dp(bar)	0,0078
Presión Rechazo(bar)	5,904
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	5,045
Pi_Memb(bar)	5,496
Pi_Rechazo(bar)	5,507
Pi_Permeado(bar)	0,351
Presión Neta(bar)	0,767

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0638	0,0915	0,137	0,212	0,333
Mg	0,162	0,233	0,348	0,539	0,847
Na	19,140	27,38	40,81	62,96	98,68
K	1,442	2,059	3,064	4,716	7,371
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0016	0,0023	0,0035	0,0054	0,0084
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,372	1,935	2,769	4,204	6,494
CL	30,20	43,20	64,40	99,35	155,7
SO4	0,471	0,674	1,008	1,559	2,450
NO3	0,0074	0,0106	0,0157	0,0241	0,0377
F	0,0053	0,0075	0,0112	0,0172	0,0268
Br	0,166	0,237	0,354	0,546	0,855
B	1,878	2,233	2,662	3,146	3,633
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	5,36E-06	7,69E-06	1,15E-05	1,78E-05	2,80E-05
CO3	0,0136	0,0207	0,124	0,195	0,312
CO2	0,0791	0,0948	0,114	0,135	0,156
pH	8,292	8,318	8,927	8,930	8,927
TDS	54,93	78,09	115,7	177,5	276,8

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,515	0,160
Mg	1,311	0,408
Na	152,1	47,71
K	11,328	3,573
Ba	0,0	0,0
Sr	0,013	0,0041
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	9,897	3,219
CL	240,0	75,29
SO4	3,789	1,181
NO3	0,0579	0,0183
F	0,0412	0,013
Br	1,316	0,413
B	4,058	2,596
SiO2	0,0	0,0
PO4	4,34E-05	1,35E-05
CO3	0,489	0,121
CO2	0,176	0,111
pH	8,920	8,504
TDS	424,9	134,7

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	12,059	14,472	17,377	20,65	24,00
Mg	30,70	36,85	44,24	52,57	61,09

Na	1.021,96	1.223,71	1.465,44	1.735,67	2.009,69
K	50,98	60,95	72,85	86,09	99,42
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,305	0,366	0,440	0,523	0,607
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	59,33	70,87	84,64	99,98	115,5
CL	1.640,47	1.964,42	2.352,62	2.786,66	3.226,89
SO4	63,79	76,53	91,86	109,1	126,7
NO3	0,227	0,272	0,324	0,383	0,442
F	0,162	0,194	0,232	0,274	0,316
Br	8,242	9,867	11,813	13,987	16,189
B	3,632	3,985	4,339	4,657	4,904
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0014	0,0017	0,002	0,0024	0,0028
CO3	5,089	6,228	7,636	9,250	10,910
CO2	0,0791	0,0948	0,114	0,135	0,156
pH	9,015	9,008	9,000	8,993	8,985
TDS	2.896,96	3.468,71	4.153,82	4.919,78	5.696,64
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2		Elemento 6	Etapa 2		
Ca	27,09	12,059			
Mg	68,97	30,70			
Na	2.259,67	1.021,96			
K	111,5	50,98			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,686	0,305			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	129,6	59,33			
CL	3.628,63	1.640,47			
SO4	143,0	63,79			
NO3	0,495	0,227			
F	0,353	0,162			
Br	18,195	8,242			
B	5,071	3,632			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0032	0,0014			
CO3	12,417	5,089			
CO2	0,176	0,0791			
pH	8,977	9,015			
TDS	6.405,63	2.896,96			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	17 F1-CS-CHI-SRS-0-12 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:10,Notices:12. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,4		47.151		442,31	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.456,7 / 46.709,4		65.497,9 / 47.472,9		888,2 / 624,54	
Presión de Alimentación	bar	0,0		76,59		5,041	
Temperatura	deg C	12,000					
dp total	bar	1,137		0,923		0,214	
Presión de rechazo	bar	1,000		75,67		4,827	
Factor de caudal	3,00 años			0,848		0,940	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%		27,63%	
Conversión	%	43,89%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.786		22.785		2.511	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.253		2.258	
Split Takeoff / Producto	m3/day	0,0		7.743			
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		11,485		7,375	
Caudal de rechazo	m3/day	12.533		12.533		253,2	
TDS Producto	mg/L	114,5		210,6		16,821	
Split Takeoff TDS	mg/L	143,0					
TDS Rechazo	mg/L	83.695		85.555		4.237	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.271,06		1.190,12		18,295	
Potencia recuperada	kilovatio	1.085,35					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	62,65					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,493			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,050		2,786		0,194	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2	
Ca	mg/L	652,0	664,9	1.182	1,768	17,363	
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.009	4,502	44,21	
Na	mg/L	14.149	14.428	25.603	155,0	1.486	
K	mg/L	520,9	531,2	941,7	7,636	71,92	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	16,500	16,826	29,91	0,0447	0,439	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	145,7	148,6	263,6	17,433	164,0	
Cl	mg/L	25.835	26.345	46.759	243,5	2.336	
SO4	mg/L	3.120	3.182	5.655	9,371	91,71	
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,795	0,0342	0,320	
F	mg/L	1,500	1,530	2,711	0,0244	0,228	
Br	mg/L	130,0	132,6	235,3	1,225	11,717	
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,683	0,915	3,230	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,002	
CO3	mg/L	0,513	0,523	1,192	0,839	9,815	
CO2	mg/L	11,770	12,002	11,672	0,0327	0,299	
TDS	mg/L	46.238	47.151	83.695	442,3	4.237	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.457 / 46.709	65.498 / 47.473	104.837 / 76.443	888,2 / 624,5	7.567,9 / 5.376,9	
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,432	9,000	8,955	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,578 / 32,18	33,208 / 32,84	58,264 / 60,96	0,341 / 0,33	3,186 / 3,06	
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10		0,52 / 0,41	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,2%		0,2% / 0,2%	

BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 201%	199% / 5.956%	126% / 2.019%
% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	34% / 43%	35% / 43%	69% / 86%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	Split permeado
Ca	mg/L	0,470	0,887	0,0194	0,601
Mg	mg/L	1,196	2,258	0,0494	1,531
Na	mg/L	40,39	74,44	5,762	50,48
K	mg/L	2,110	3,833	0,429	2,600
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	0,0119	0,0224	0,0005	0,0152
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	0,909	1,158	0,811	0,938
CO3	mg/L	0,003	1,07E-05	0,0131	6,05E-06
CO2	mg/L	9,190	11,861	0,07	11,849
Cl	mg/L	66,17	122,2	8,890	82,87
SO4	mg/L	2,499	4,701	0,138	3,187
NO3	mg/L	0,0095	0,0172	0,0022	0,0116
F	mg/L	0,0068	0,0123	0,0016	0,0083
Br	mg/L	0,334	0,615	0,0489	0,417
PO4	mg/L	5,46E-05	0,0001	1,57E-06	7,00E-05
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
B (Boro)	mg/L	0,436	0,505	0,656	0,372
TDS	mg/L	114,5	210,6	16,821	143,0
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	242,07 / 169,62	437,91 / 307,28	38,40 / 26,82	300,75 / 210,83
pH	pH	5,303	5,243	8,827	5,192
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,090 / 0,09	0,165 / 0,17	0,014 / 0,01	0,112 / 0,12

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1	
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440	
Tipo de elemento última posición		TM820M-440	
Total elementos	910	910	
Total de cajas de presión	130	130	
Elementos por caja de presión		7	
Caudal Alimentación	m3/day	22.785	
Caudal de producto	m3/day	10.253	
Flujo medio	l/m2/hr	11,485	
Caudal de salmuera	m3/day	12.533	
Conversión %	%	45,00 %	
Presión de Alimentación	bar	76,59	
dp Elementos	bar	0,923	
Presión booster	bar	0,0	
Pérdida en tuberías	bar	0,0	
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	
Presión de rechazo	bar	75,67	
Presión Permeado	bar	0,0	
TDS Alimentación	mg/L	47.151	
TDS Permeado	mg/L	210,6	
Primer elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal Alimentación	m3/day	175,3	
Caudal de producto	m3/day	17,983	
TDS Producto	mg/L	92,71	
Flujo	l/m2/hr	18,330	
Último Elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal de producto	m3/day	5,325	
TDS Producto	mg/L	580,7	
Ratio Rechazo / Producto	ratio	18,104	
Caudal de salmuera	m3/day	96,40	
Presión conductora neta	bar	14,252	
Beta		1,070	

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400

Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19
Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	2,511	801,6
Caudal de producto	m3/day	1,709	548,4
Flujo medio	l/m2/hr	8,375	5,374
Caudal de salmuera	m3/day	801,6	253,2
Conversión %	%	68,08 %	68,42 %
Presión de Alimentación	bar	5,041	4,901
dp Elementos	bar	0,140	0,0742
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	4,901	4,827
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	442,3	1,368
TDS Permeado	mg/L	8,114	43,96
Primer elemento	Paso2	Etapla 1	Etapla 2
Caudal Alimentación	m3/day	66,08	42,19
Caudal de producto	m3/day	8,079	6,325
TDS Producto	mg/L	4,411	19,453
Flujo	l/m2/hr	9,025	7,065
Último Elemento	Paso2	Etapla 1	Etapla 2
Caudal de producto	m3/day	6,674	2,918
TDS Producto	mg/L	15,378	111,3
Ratio Rechazo / Producto	ratio	3,161	4,566
Caudal de salmuera	m3/day	21,09	13,324
Presión conductora neta	bar	3,808	1,667
Beta		1,215	1,121

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 11,63 mg/l, 29,20 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

1. Paso 2, Etapa1, Módulo2 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =50,09
2. Paso 2, Etapa1, Módulo3 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =42,38
3. Paso 2, Etapa1, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =34,91
4. Paso 2, Etapa1, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =27,77
5. Paso 2, Etapa1, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =21,09
6. Paso 2, Etapa2, Módulo2 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =29,99
7. Paso 2, Etapa2, Módulo3 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =24,67
8. Paso 2, Etapa2, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =20,05
9. Paso 2, Etapa2, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =16,242
10. Paso 2, Etapa2, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =13,324

Notices

1. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
2. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
9. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

12. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

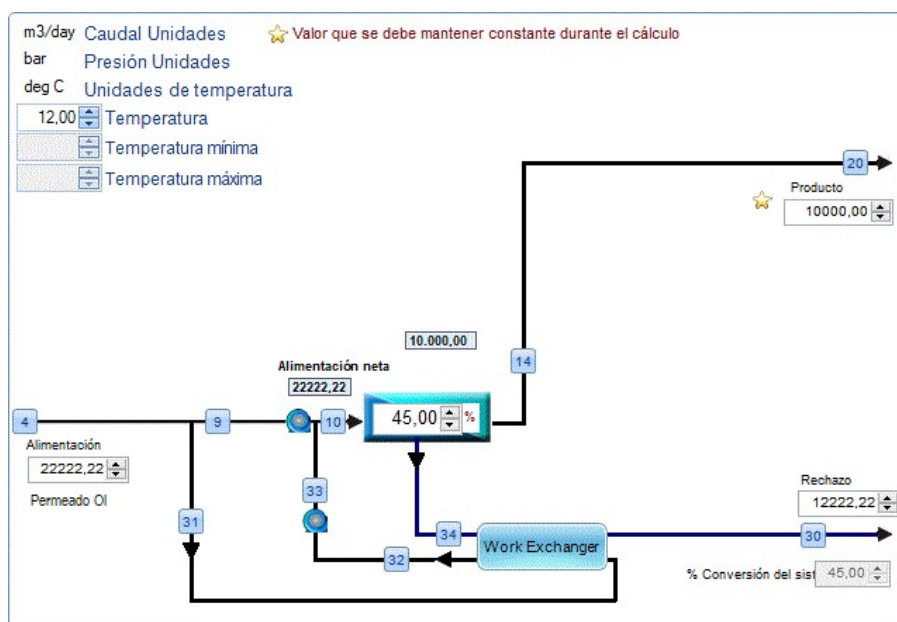
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:16:28
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	17:F1-CS-CHI-SRS-0-12 TM820M-440 HIGH FLUX + SP
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	10.000,44	0,0	114,5	242,1	5,303
4. Alimentación Neta	22.785,78	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.785,32	76,59	47.151,00	65.497,9	7,199
11. Split permeado	7.742,67	0,0	143,0	300,7	5,192

18. Paso 2 permeado	2.257,77	0,0	16,821	38,4	8,827
30. Conc. a Rechazo	12.532,57	1,000	83.695,08	104.837,4	7,432
34. Alta presión a ERD	12.532,57	75,67	85.554,64	106.703,8	7,435
31. Alimentación a ERD	12.407,24	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
32. ERD para impulsar	12.407,24	73,10	48.121,25	66.604,4	7,198
33. Booster en la alimentación	12.407,24	76,59	48.121,25	66.604,4	7,198
14. Permeado Paso 1	2.510,54	0,0	419,2	853,9	5,454
38. Entre pasos tratado	2.510,54	0,0	419,2	853,9	5,454
40. Paso 2 Alimentación	2.510,54	5,041	442,3	888,2	9,000
25. Paso 2 Rechazo	253,2	4,827	4.236,89	7.567,9	8,955
20. Producto Final	10.000,44	0,0	114,5	242,1	5,303

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	15,763	15,763	15,763	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Conversión %	10,260	10,013	9,409	8,517	7,440
Caudal Alimentación(m3/day)	175,3	157,3	141,5	128,2	117,3
Caudal Producto(m3/day)	17,983	15,749	13,318	10,921	8,727
Caudal Rechazo(m3/day)	157,3	141,5	128,2	117,3	108,6
Flujo(l/m2/hr)	18,330	16,053	13,575	11,132	8,896
Beta	1,154	1,148	1,137	1,121	1,104
Presión Alimentación (bar)	76,59	76,41	76,25	76,11	75,98
dp(bar)	0,185	0,161	0,141	0,125	0,113
Presión Rechazo(bar)	76,41	76,25	76,11	75,98	75,87
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,21	36,92	40,93	45,08	49,17
Pi_Memb(bar)	40,29	44,52	48,72	52,69	56,27
Pi_Rechazo(bar)	36,92	40,93	45,08	49,17	53,02
Pi_Permeado(bar)	0,0728	0,0941	0,125	0,170	0,235
Presión Neta(bar)	36,29	31,92	27,61	23,55	19,933

Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7
Modelo	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3,000	3,000
SPI% / año	5,000	5,000
SPI Aplicada	15,763	15,763
Factor de caudal	0,848	0,848
Conversión %	6,307	5,234
Caudal Alimentación(m3/day)	108,6	101,7
Caudal Producto(m3/day)	6,849	5,325
Caudal Rechazo(m3/day)	101,7	96,40
Flujo(l/m2/hr)	6,981	5,428
Beta	1,086	1,070
Presión Alimentación (bar)	75,87	75,76
dp(bar)	0,103	0,0953
Presión Rechazo(bar)	75,76	75,67
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	53,02	56,50
Pi_Memb(bar)	59,37	62,00
Pi_Rechazo(bar)	56,50	59,53
Pi_Permeado(bar)	0,327	0,453
Presión Neta(bar)	16,830	14,252

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,389	0,503	0,670	0,912	1,264
Mg	0,990	1,282	1,705	2,323	3,218
Na	32,65	42,28	56,22	76,60	106,1
K	1,682	2,178	2,896	3,944	5,462

Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0098	0,0127	0,0169	0,0231	0,032
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,803	0,867	0,973	1,152	1,418
CL	53,59	69,40	92,29	125,7	174,1
SO4	2,060	2,669	3,549	4,837	6,700
NO3	0,0075	0,0098	0,013	0,0177	0,0245
F	0,0054	0,007	0,0093	0,0126	0,0175
Br	0,270	0,349	0,464	0,633	0,876
B	0,258	0,322	0,412	0,535	0,701
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,53E-05	5,86E-05	7,80E-05	0,0001	0,0001
CO3	4,17E-06	5,00E-06	6,40E-06	9,08E-06	1,39E-05
CO2	12,002	11,797	11,760	11,783	11,837
pH	5,133	5,170	5,218	5,285	5,368
TDS	92,71	119,9	159,2	216,7	299,9

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1,763	2,451	0,887
Mg	4,488	6,240	2,258
Na	147,9	205,6	74,44
K	7,614	10,581	3,833
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0446	0,062	0,0224
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,831	2,399	1,158
CL	242,8	337,4	122,2
SO4	9,343	12,989	4,701
NO3	0,0341	0,0474	0,0172
F	0,0244	0,0338	0,0123
Br	1,222	1,698	0,615
B	0,920	1,196	0,505
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	0,0001
CO3	2,37E-05	4,14E-05	1,07E-05
CO2	11,902	11,975	11,861
pH	5,470	5,578	5,243
TDS	417,9	580,7	210,6

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,9	740,8	823,2	908,6	993,1
Mg	1.692,76	1.886,18	2.095,91	2.313,41	2.528,57
Na	14.428,32	16.074,13	17.857,96	19.706,87	21.534,39
K	531,2	591,7	657,3	725,3	792,4
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,826	18,748	20,83	22,99	25,13
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	166,0	184,4	203,3	222,1
CL	26.344,92	29.350,73	32.608,79	35.985,99	39.324,48
SO4	3.181,58	3.545,08	3.939,24	4.348,00	4.752,34
NO3	2,141	2,385	2,650	2,924	3,194
F	1,530	1,704	1,893	2,088	2,282
Br	132,6	147,7	164,1	181,1	197,9
B	5,109	5,663	6,258	6,865	7,454
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,114	0,126	0,139	0,152
CO3	0,523	0,425	0,538	0,665	0,804
CO2	12,002	11,797	11,760	11,783	11,837
pH	7,200	7,248	7,290	7,328	7,360
TDS	47.151,00	52.531,37	58.363,17	64.408,30	70.384,32
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		

Ca	1.072,87	1.144,98	664,9
Mg	2.731,54	2.915,13	1.692,76
Na	23.256,71	24.812,43	14.428,32
K	855,7	912,8	531,2
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	27,15	28,98	16,826
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	239,6	255,5	148,6
CL	42.471,23	45.314,10	26.344,92
SO4	5.133,77	5.478,76	3.181,58
NO3	3,449	3,679	2,141
F	2,464	2,628	1,530
Br	213,7	228,0	132,6
B	7,997	8,473	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,165	0,176	0,102
CO3	0,945	1,081	0,523
CO2	11,902	11,975	12,002
pH	7,387	7,410	7,200
TDS	76.017,35	81.106,71	47.151,00

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	12,227	13,637	15,396	17,621	20,46
Caudal Alimentación(m3/day)	66,08	58,00	50,09	42,38	34,91
Caudal Producto(m3/day)	8,079	7,909	7,712	7,467	7,142
Caudal Rechazo(m3/day)	58,00	50,09	42,38	34,91	27,77
Flujo(l/m2/hr)	9,025	8,835	8,614	8,342	7,978
Beta	1,141	1,151	1,164	1,178	1,196
Presión Alimentación (bar)	5,041	5,004	4,973	4,948	4,928
dp(bar)	0,0367	0,0309	0,0254	0,0202	0,0155
Presión Rechazo(bar)	5,004	4,973	4,948	4,928	4,912
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,341	0,387	0,447	0,527	0,637
Pi_Memb(bar)	0,414	0,479	0,565	0,683	0,853
Pi_Rechazo(bar)	0,387	0,447	0,527	0,637	0,798
Pi_Permiado(bar)	0,0039	0,0046	0,0055	0,007	0,0092
Presión Neta(bar)	4,611	4,513	4,400	4,261	4,075
Paso2 Etapa 1	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	24,03				
Caudal Alimentación(m3/day)	27,77				
Caudal Producto(m3/day)	6,674				
Caudal Rechazo(m3/day)	21,09				
Flujo(l/m2/hr)	7,455				
Beta	1,215				
Presión Alimentación (bar)	4,912				
dp(bar)	0,0113				
Presión Rechazo(bar)	4,901				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	0,797				

Pi_Memb(bar)	1,110
Pi_Rechazo(bar)	1,044
Pi_Permado(bar)	0,0129
Presión Neta(bar)	3,808

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0048	0,0057	0,0069	0,009	0,0121
Mg	0,0122	0,0144	0,0177	0,0228	0,0309
Na	1,439	1,702	2,082	2,685	3,629
K	0,108	0,128	0,156	0,201	0,271
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,225	0,262	0,317	0,401	0,531
CL	2,220	2,626	3,212	4,143	5,598
SO4	0,0342	0,0405	0,0496	0,064	0,0866
NO3	0,0006	0,0007	0,0008	0,001	0,0014
F	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,001
Br	0,0122	0,0145	0,0177	0,0228	0,0308
B	0,354	0,390	0,438	0,500	0,584
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	3,88E-07	4,60E-07	5,63E-07	7,27E-07	9,84E-07
CO3	0,0009	0,0011	0,0014	0,0019	0,0026
CO2	0,0327	0,0358	0,0408	0,0474	0,0564
pH	8,070	8,094	8,106	8,123	8,144
TDS	4,411	5,186	6,300	8,052	10,779

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,0175	0,0091
Mg	0,0446	0,0231
Na	5,226	2,712
K	0,390	0,203
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0004	0,0002
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,751	0,403
CL	8,063	4,184
SO4	0,125	0,0647
NO3	0,002	0,001
F	0,0014	0,0007
Br	0,0444	0,023
B	0,708	0,488
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,42E-06	7,35E-07
CO3	0,0039	0,0019
CO2	0,071	0,0465
pH	8,164	8,114
TDS	15,378	8,114

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,768	2,014	2,331	2,754	3,341
Mg	4,502	5,127	5,934	7,011	8,506
Na	155,0	176,4	204,0	240,8	291,7
K	7,636	8,685	10,036	11,834	14,323
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0447	0,051	0,059	0,0697	0,0845
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	17,433	19,863	22,93	27,01	32,66
CL	243,5	277,1	320,4	378,2	458,2
SO4	9,371	10,672	12,351	14,589	17,696
NO3	0,0342	0,0389	0,0449	0,053	0,0641

F	0,0244	0,0278	0,0321	0,0378	0,0458
Br	1,225	1,394	1,612	1,902	2,304
B	0,915	0,993	1,089	1,207	1,358
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
CO3	0,839	0,925	1,094	1,327	1,659
CO2	0,0327	0,0358	0,0408	0,0474	0,0564
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	442,3	503,3	582,0	686,7	831,9
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	4,197	1,768			
Mg	10,685	4,502			
Na	365,8	155,0			
K	17,937	7,636			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,106	0,0447			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	40,89	17,433			
CL	574,6	243,5			
SO4	22,22	9,371			
NO3	0,0802	0,0342			
F	0,0573	0,0244			
Br	2,889	1,225			
B	1,558	0,915			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0005	0,0002			
CO3	2,117	0,839			
CO2	0,071	0,0327			
pH	9,018	9,000			
TDS	1.043,07	442,3			

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m^2 / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	5	5	5	5	5
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	27,63	27,63	27,63	27,63	27,63
Factor de caudal	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Conversión %	14,991	16,384	17,729	18,744	18,982
Caudal Alimentación(m3/day)	42,19	35,86	29,99	24,67	20,05
Caudal Producto(m3/day)	6,325	5,876	5,317	4,625	3,805
Caudal Rechazo(m3/day)	35,86	29,99	24,67	20,05	16,242
Flujo(l/m2/hr)	7,065	6,564	5,939	5,166	4,251
Beta	1,148	1,153	1,155	1,152	1,141
Presión Alimentación (bar)	4,901	4,880	4,864	4,851	4,841
dp(bar)	0,0205	0,0166	0,0131	0,0102	0,0078
Presión Rechazo(bar)	4,880	4,864	4,851	4,841	4,833
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	1,043	1,223	1,456	1,760	2,152
Pi_Memb(bar)	1,296	1,537	1,849	2,242	2,719
Pi_Rechazo(bar)	1,223	1,456	1,760	2,152	2,637
Pi_Permeado(bar)	0,0162	0,0208	0,0279	0,039	0,0575
Presión Neta(bar)	3,610	3,354	3,035	2,641	2,174
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m^2 / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	5,000				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	27,63				
Factor de caudal	0,940				
Conversión %	17,965				
Caudal Alimentación(m3/day)	16,242				

Caudal Producto(m3/day)	2,918
Caudal Rechazo(m3/day)	13,324
Flujo(l/m2/hr)	3,259
Beta	1,121
Presión Alimentación (bar)	4,833
dp(bar)	0,0061
Presión Rechazo(bar)	4,827
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	2,636
Pi_Memb(bar)	3,250
Pi_Rechazo(bar)	3,187
Pi_Permiado(bar)	0,0889
Presión Neta(bar)	1,667

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0223	0,029	0,0394	0,0562	0,0843
Mg	0,0568	0,0738	0,100	0,143	0,215
Na	6,641	8,613	11,705	16,650	24,91
K	0,495	0,641	0,870	1,236	1,845
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0006	0,0007	0,001	0,0014	0,0021
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,955	1,224	1,627	2,274	3,338
CL	10,246	13,288	18,057	25,69	38,43
SO4	0,159	0,207	0,281	0,401	0,601
NO3	0,0025	0,0033	0,0044	0,0063	0,0094
F	0,0018	0,0023	0,0031	0,0045	0,0067
Br	0,0563	0,0731	0,0993	0,141	0,211
B	0,812	0,934	1,094	1,302	1,572
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,81E-06	2,35E-06	3,20E-06	4,56E-06	6,85E-06
CO3	0,0046	0,0061	0,0451	0,0643	0,0946
CO2	0,0931	0,110	0,132	0,160	0,196
pH	8,130	8,139	8,882	8,885	8,877
TDS	19,453	25,10	33,93	47,97	71,33

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,133	0,0516
Mg	0,338	0,131
Na	39,11	15,270
K	2,889	1,133
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0034	0,0013
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	5,144	2,082
CL	60,34	23,56
SO4	0,946	0,368
NO3	0,0147	0,0058
F	0,0104	0,0041
Br	0,331	0,129
B	1,907	1,178
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,08E-05	4,19E-06
CO3	0,147	0,0482
CO2	0,244	0,143
pH	8,870	8,413
TDS	111,3	43,96

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	5,519	6,488	7,754	9,417	11,576
Mg	14,052	16,520	19,742	23,97	29,47
Na	479,8	563,3	671,9	814,2	998,2

K	23,49	27,54	32,81	39,70	48,57
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,140	0,164	0,196	0,238	0,293
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	53,51	62,74	74,73	90,39	110,6
CL	753,8	884,9	1.055,73	1.279,33	1.568,52
SO4	29,22	34,34	41,03	49,81	61,21
NO3	0,105	0,123	0,146	0,177	0,216
F	0,0749	0,0878	0,105	0,126	0,155
Br	3,789	4,447	5,304	6,426	7,876
B	1,826	2,005	2,215	2,457	2,723
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0006	0,0008	0,0009	0,0011	0,0014
CO3	2,853	3,388	4,105	5,077	6,382
CO2	0,0931	0,110	0,132	0,160	0,196
pH	9,010	9,002	8,995	8,987	8,980
TDS	1.368,19	1.606,04	1.915,81	2.321,33	2.845,74
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2			Elemento 6 Etapa 2		
Ca	14,268	5,519			
Mg	36,33	14,052			
Na	1.226,22	479,8			
K	59,52	23,49			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,361	0,140			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	135,6	53,51			
CL	1.927,00	753,8			
SO4	75,41	29,22			
NO3	0,265	0,105			
F	0,189	0,0749			
Br	9,671	3,789			
B	2,993	1,826			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0017	0,0006			
CO3	7,971	2,853			
CO2	0,244	0,0931			
pH	8,967	9,010			
TDS	3.495,75	1.368,19			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	18 F1-CS-CHI-SRS-0-12 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión	0 T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:0. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,4		47.264,4	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.456,7 / 46.709,4		65.627,3 / 47.567,7	
Presión de Alimentación	bar	0,0		72,91	
Temperatura	deg C	12,000			
dp total	bar	0,883		0,883	
Presión de rechazo	bar	1,000		72,02	
Factor de caudal	3,00 años			0,955	
Aumento paso de sales % (Max)	3,00 años			15,76%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	11,201		11,201	
Caudal de rechazo	m3/day	12.223		12.223	
TDS Producto	mg/L	187,5		187,5	
TDS Rechazo	mg/L	83.915		85.780	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.165,33		1.104,92	
Potencia recuperada	kilovatio	1.005,71			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	60,41			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,453	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,797		2,652	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,5	1.185	0,789
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.016	2,009
Na	mg/L	14.149	14.463	25.671	66,23
K	mg/L	520,9	532,5	944,3	3,410
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,866	29,98	0,02
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	264,1	1,088
Cl	mg/L	25.835	26.408	46.883	108,7
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.669	4,182
NO3	mg/L	2,100	2,147	3,806	0,0153
F	mg/L	1,500	1,533	2,718	0,0109
Br	mg/L	130,0	132,9	235,9	0,547
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,746	0,452
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	9,19E-05
CO3	mg/L	0,513	0,524	1,181	9,28E-06
CO2	mg/L	11,770	12,031	11,825	11,973
TDS	mg/L	46.238	47.264	83.915	187,5
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.457 / 46.709	65.627 / 47.568	105.059 / 76.607	390,9 / 274,3
pH	pH	7,200	7,199	7,427	5,216
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,578 / 32,18	33,286 / 32,93	58,414 / 61,14	0,147 / 0,15
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10	-6,57 / -6,72
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 203%	198% / 5.885%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	34% / 43%	35% / 44%	69% / 86%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	11,201
Caudal de salmuera	m3/day	12.223
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	72,91
dp Elementos	bar	0,883
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	72,02
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.264
TDS Permeado	mg/L	187,5
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	170,9
Caudal de producto	m3/day	18,752
TDS Producto	mg/L	87,97
Flujo	l/m2/hr	19,115
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,652
TDS Producto	mg/L	560,7
Ratio Rechazo / Producto	ratio	20,21
Caudal de salmuera	m3/day	94,02
Presión conductora neta	bar	10,694
Beta		1,063

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

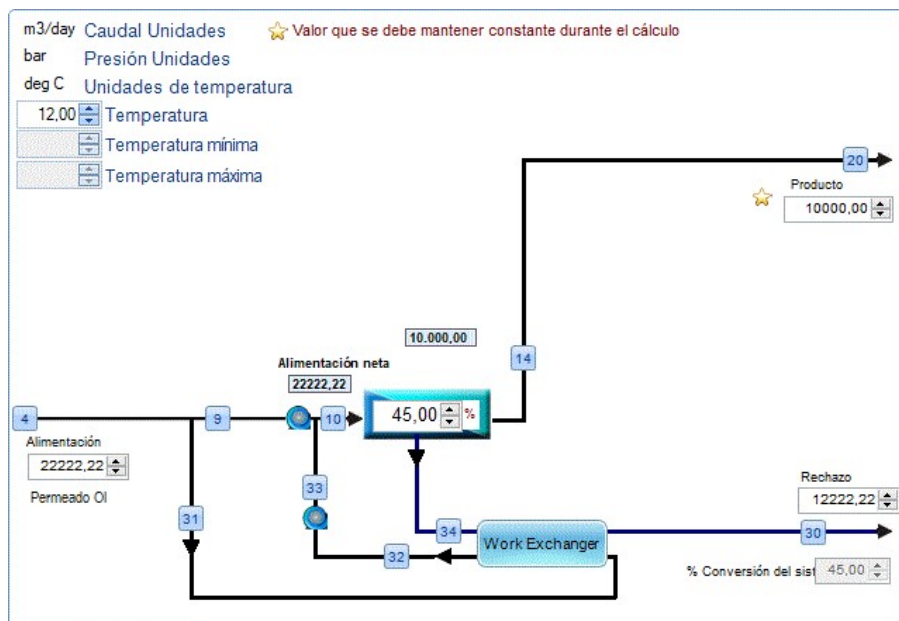
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:16:52
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	18:F1-CS-CHI-SRS-0-12 TM820M-440 HIGH FLUX
Revisión :	0:T=12,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagramo Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,62	0,0	187,5	390,9	5,216
4. Alimentación Neta	22.222,22	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,53	72,91	47.264,37	65.627,3	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,60	1,000	83.914,55	105.058,6	7,427
34. Alta presión a ERD	12.222,60	72,02	85.779,50	106.930,3	7,430
31. Alimentación a ERD	12.100,37	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,37	69,46	48.122,20	66.605,5	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,37	72,91	48.122,20	66.605,5	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	3	3	3	3	3
SPI% / año	5	0	0	0	0
SPI Aplicada	15,763	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,955	0,955	0,955	0,955	0,955
Conversión %	10,970	10,492	9,592	8,408	7,103
Caudal Alimentación(m3/day)	170,9	152,2	136,2	123,2	112,8
Caudal Producto(m3/day)	18,752	15,968	13,066	10,354	8,012
Caudal Rechazo(m3/day)	152,2	136,2	123,2	112,8	104,8
Flujo(l/m2/hr)	19,115	16,277	13,318	10,554	8,167
Beta	1,165	1,155	1,139	1,119	1,098
Presión Alimentación (bar)	72,91	72,73	72,58	72,44	72,32

dp(bar)	0,178	0,154	0,134	0,119	0,107
Presión Rechazo(bar)	72,73	72,58	72,44	72,32	72,21
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,29	37,29	41,56	45,87	49,98
Pi_Memb(bar)	40,95	45,38	49,63	53,48	56,81
Pi_Rechazo(bar)	37,29	41,56	45,87	49,98	53,70
Pi_Permado(bar)	0,0691	0,0799	0,110	0,154	0,219
Presión Neta(bar)	31,95	27,37	23,01	19,080	15,713
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m^2 / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	3,000	3,000			
SPI% / año	0,0	0,0			
SPI Aplicada	0,0	0,0			
Factor de caudal	0,955	0,955			
Conversión %	5,836	4,714			
Caudal Alimentación(m3/day)	104,8	98,67			
Caudal Producto(m3/day)	6,116	4,652			
Caudal Rechazo(m3/day)	98,67	94,02			
Flujo(l/m2/hr)	6,234	4,742			
Beta	1,079	1,063			
Presión Alimentación (bar)	72,21	72,12			
dp(bar)	0,0985	0,0919			
Presión Rechazo(bar)	72,12	72,02			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	53,70	56,95			
Pi_Memb(bar)	59,60	61,89			
Pi_Rechazo(bar)	56,94	59,68			
Pi_Permado(bar)	0,311	0,437			
Presión Neta(bar)	12,933	10,694			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,369	0,427	0,588	0,827	1,178
Mg	0,939	1,087	1,497	2,107	3,000
Na	30,97	35,85	49,35	69,47	98,90
K	1,595	1,846	2,542	3,577	5,092
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0093	0,0108	0,0149	0,0209	0,0298
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,785	0,821	0,927	1,087	1,354
CL	50,84	58,84	81,01	114,0	162,3
SO4	1,954	2,263	3,116	4,386	6,246
NO3	0,0071	0,0083	0,0114	0,016	0,0228
F	0,0051	0,0059	0,0081	0,0114	0,0163
Br	0,256	0,296	0,408	0,574	0,817
B	0,244	0,274	0,363	0,487	0,657
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,29E-05	4,97E-05	6,84E-05	9,64E-05	0,0001
CO3	3,98E-06	4,42E-06	5,69E-06	7,93E-06	1,25E-05
CO2	12,031	11,900	11,916	11,960	12,003
pH	5,123	5,145	5,193	5,255	5,343
TDS	87,97	101,7	139,8	196,6	279,7

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1,678	2,366	0,789
Mg	4,273	6,024	2,009
Na	140,8	198,5	66,23
K	7,250	10,218	3,410
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0425	0,0599	0,02
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,764	2,329	1,088

CL	231,2	325,8	108,7
SO4	8,895	12,541	4,182
NO3	0,0325	0,0458	0,0153
F	0,0232	0,0327	0,0109
Br	1,163	1,640	0,547
B	0,880	1,164	0,452
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	9,19E-05
CO3	2,16E-05	3,86E-05	9,28E-06
CO2	12,033	12,055	11,973
pH	5,450	5,563	5,216
TDS	398,0	560,7	187,5

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,5	748,5	836,2	924,9	1.009,72
Mg	1.696,83	1.905,80	2.129,08	2.354,79	2.570,76
Na	14.463,01	16.241,31	18.140,99	20.060,35	21.895,40
K	532,5	597,9	667,7	738,3	805,8
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,866	18,943	21,16	23,41	25,55
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	167,6	187,1	206,8	225,5
CL	26.408,26	29.656,00	33.125,50	36.631,24	39.983,31
SO4	3.189,23	3.581,96	4.001,59	4.425,79	4.831,65
NO3	2,147	2,410	2,692	2,976	3,248
F	1,533	1,722	1,923	2,126	2,320
Br	132,9	149,2	166,7	184,3	201,2
B	5,121	5,722	6,361	6,997	7,595
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,128	0,142	0,155
CO3	0,524	0,431	0,548	0,680	0,820
CO2	12,031	11,900	11,916	11,960	12,003
pH	7,200	7,248	7,290	7,328	7,360
TDS	47.264,37	53.077,63	59.287,73	65.562,78	71.562,99
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.086,83	1.154,09	666,5		
Mg	2.767,09	2.938,33	1.696,83		
Na	23.561,99	25.013,60	14.463,01		
K	867,0	920,3	532,5		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,50	29,21	16,866		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	242,6	257,4	148,9		
CL	43.028,08	45.680,57	26.408,26		
SO4	5.200,61	5.522,38	3.189,23		
NO3	3,494	3,709	2,147		
F	2,496	2,649	1,533		
Br	216,5	229,9	132,9		
B	8,125	8,574	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,167	0,177	0,102		
CO3	0,960	1,091	0,524		
CO2	12,033	12,055	12,031		
pH	7,387	7,410	7,200		
TDS	77.013,41	81.761,91	47.264,37		

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	19 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP 0Y
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:8,Notices:14. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,8		47.148,5		668,63	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.456,9 / 64.456,9		65.495 / 65.495		1.325,6 / 1.325,56	
Presión de Alimentación	bar	0,0		67,36		5,798	
Temperatura	deg C	25,00					
dp total	bar	0,922		0,666		0,256	
Presión de rechazo	bar	1,000		66,70		5,542	
Factor de caudal	0,00 años			0,977		0,977	
Aumento paso de sales % (Max)	0,00 años			0,00%		0,00%	
Conversión	%	43,21%		45,0%		89,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	23.145		23.145		4.113	
Caudal de producto	m3/day	10.001		10.415		3.698	
Split Takeoff / Producto	m3/day	0,0		6.303			
Flujo medio	l/m2/hr	n/a		11,666		12,079	
Caudal de rechazo	m3/day	12.730		12.730		414,7	
TDS Producto	mg/L	113,5		356,2		25,62	
Split Takeoff TDS	mg/L	165,0					
TDS Rechazo	mg/L	83.577		85.431		6.403	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.155,57		1.062,09		34,47	
Potencia recuperada	kilovatio	966,1					
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	59,01					
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,239			
Potencia consumida	kWh/m^3	2,773		2,447		0,224	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2		Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	2,740	26,91	
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.008	6,976	68,52	
Na	mg/L	14.149	14.428	25.561	235,6	2.258	
K	mg/L	520,9	531,1	939,6	11,824	111,3	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	16,500	16,825	29,90	0,0693	0,681	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,7	15,196	141,6	
Cl	mg/L	25.835	26.343	46.691	377,1	3.616	
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.652	14,521	142,1	
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,785	0,0529	0,495	
F	mg/L	1,500	1,530	2,704	0,0378	0,353	
Br	mg/L	130,0	132,6	234,9	1,898	18,140	
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,359	1,502	5,436	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0003	0,0031	
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,582	1,075	13,332	
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,713	0,0228	0,196	
TDS	mg/L	46.239	47.148	83.577	668,6	6.403	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.457 / 64.457	65.495 / 65.495	104.715 / 104.715	1.325,6 / 1.325,6	11.234,7 / 11.234,7	
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,422	9,000	8,970	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,063 / 33,82	34,720 / 34,52	60,832 / 64,18	0,541 / 0,53	5,040 / 4,83	
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,52 / 0,13		0,80 / 0,75	
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,3% / 0,4%	

BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	296% / 19.073%	198% / 7.444%
% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 1%
		Producto	Paso 1	Paso 2	Split permeado
Ca	mg/L	0,448	1,501	0,0295	0,693
Mg	mg/L	1,140	3,823	0,0751	1,765
Na	mg/L	39,97	126,0	8,847	58,23
K	mg/L	2,136	6,484	0,666	2,999
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	0,0113	0,038	0,0007	0,0175
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	0,893	1,686	0,695	1,009
CO3	mg/L	0,0064	4,38E-05	0,0173	9,59E-06
CO2	mg/L	6,151	9,762	0,0472	9,732
Cl	mg/L	65,39	206,8	13,928	95,58
SO4	mg/L	2,397	7,958	0,217	3,676
NO3	mg/L	0,0097	0,029	0,0034	0,0134
F	mg/L	0,0069	0,0207	0,0024	0,0096
Br	mg/L	0,331	1,040	0,0766	0,481
PO4	mg/L	5,18E-05	0,0002	2,47E-06	8,07E-05
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
B (Boro)	mg/L	0,722	0,909	1,061	0,523
TDS	mg/L	113,5	356,2	25,62	165,0
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	240,33 / 240,33	729,33 / 729,33	57,87 / 57,87	345,78 / 345,78
pH	pH	5,421	5,322	8,660	5,221
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,094 / 0,10	0,291 / 0,29	0,023 / 0,02	0,135 / 0,14

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1	
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440	
Tipo de elemento última posición		TM820M-440	
Total elementos	910	910	
Total de cajas de presión	130	130	
Elementos por caja de presión		7	
Caudal Alimentación	m3/day	23.145	
Caudal de producto	m3/day	10.415	
Flujo medio	l/m2/hr	11,666	
Caudal de salmuera	m3/day	12.730	
Conversión %	%	45,00 %	
Presión de Alimentación	bar	67,36	
dp Elementos	bar	0,666	
Presión booster	bar	0,0	
Pérdida en tuberías	bar	0,0	
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	
Presión de rechazo	bar	66,70	
Presión Permeado	bar	0,0	
TDS Alimentación	mg/L	47.148	
TDS Permeado	mg/L	356,2	
Primer elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal Alimentación	m3/day	178,0	
Caudal de producto	m3/day	23,23	
TDS Producto	mg/L	121,4	
Flujo	l/m2/hr	23,68	
Último Elemento	Paso1	Etapa 1	
Caudal de producto	m3/day	3,519	
TDS Producto	mg/L	1.457	
Ratio Rechazo / Producto	ratio	27,83	
Caudal de salmuera	m3/day	97,93	
Presión conductora neta	bar	5,344	
Beta		1,028	

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400

Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19
Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	4.113	1.057
Caudal de producto	m3/day	3.056	641,9
Flujo medio	l/m2/hr	14,974	6,290
Caudal de salmuera	m3/day	1.057	414,7
Conversión %	%	74,31 %	60,75 %
Presión de Alimentación	bar	5,798	5,621
dp Elementos	bar	0,177	0,079
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	5,621	5,542
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	668,6	2.569
TDS Permeado	mg/L	11,628	92,23
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	108,2	55,61
Caudal de producto	m3/day	15,252	9,314
TDS Producto	mg/L	5,265	37,31
Flujo	l/m2/hr	17,038	10,404
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	10,621	2,272
TDS Producto	mg/L	26,45	296,5
Ratio Rechazo / Producto	ratio	2,618	9,607
Caudal de salmuera	m3/day	27,80	21,82
Presión conductora neta	bar	3,564	0,764
Beta		1,189	1,045

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos:Hidróxido de sodio, 10,17 mg/l, 41,82 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

1. Paso 2, Etapa1, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =50,68
2. Paso 2, Etapa1, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =38,42
3. Paso 2, Etapa1, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =27,80
4. Paso 2, Etapa2, Módulo2 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =38,42
5. Paso 2, Etapa2, Módulo3 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =32,13
6. Paso 2, Etapa2, Módulo4 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =27,42
7. Paso 2, Etapa2, Módulo5 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =24,10
8. Paso 2, Etapa2, Módulo6 El caudal de rechazo del elemento es inferior al valor mínimo de:57,60 m3/day, Real =21,82

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,17 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0.Se requiere inhibidor de incrustación.
See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation
2. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
3. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
4. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
5. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
6. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
7. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
8. Paso 2, Etapa1, Módulo6 La relación de rechazo a permeado está por debajo del límite recomendado:3,000 Ratio actual =2,618
9. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
10. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
11. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
12. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.
13. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

14. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

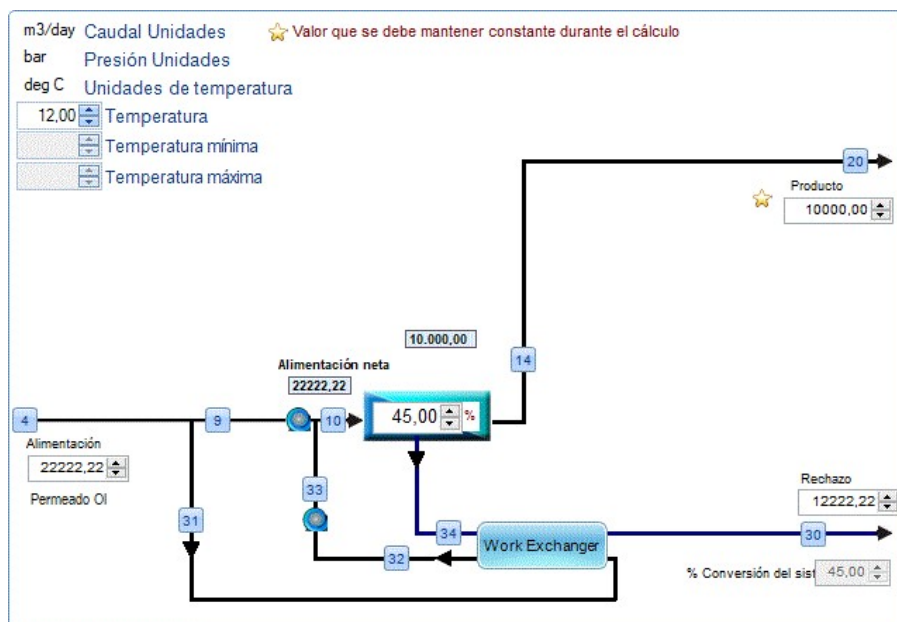
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:17:13
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	19:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP 0Y
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagrama Flujo:



Detalles de la corriente					
Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	10.000,73	0,0	113,5	240,3	5,421
4. Alimentación Neta	23.145,33	0,0	46.238,76	64.456,9	7,200
10. Alimentación al Paso 1	23.144,89	67,36	47.148,48	65.495	7,199

11. Split permeado	6.302,52	0,0	165,0	345,8	5,221
18. Paso 2 permeado	3.698,21	0,0	25,62	57,9	8,660
30. Conc. a Rechazo	12.730,25	1,000	83.577,35	104.715,5	7,422
34. Alta presión a ERD	12.730,25	66,70	85.431,06	106.576,2	7,425
31. Alimentación a ERD	12.602,95	0,0	46.238,76	64.456,9	7,200
32. ERD para impulsar	12.602,95	64,13	48.115,67	66.597,9	7,198
33. Booster en la alimentación	12.602,95	67,36	48.115,67	66.597,9	7,198
14. Permeado Paso 1	4.112,56	0,0	649,2	1.303,7	5,545
38. Entre pasos tratado	4.112,56	0,0	649,2	1.303,7	5,545
40. Paso 2 Alimentación	4.112,56	5,798	668,6	1.325,6	9,000
25. Paso 2 Rechazo	414,7	5,542	6.403,26	11.234,7	8,970
20. Producto Final	10.000,73	0,0	113,5	240,3	5,421

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	0	0	0	0	0
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	13,048	11,824	9,974	7,926	6,057
Caudal Alimentación(m3/day)	178,0	154,8	136,5	122,9	113,1
Caudal Producto(m3/day)	23,23	18,305	13,615	9,740	6,854
Caudal Rechazo(m3/day)	154,8	136,5	122,9	113,1	106,3
Flujo(l/m2/hr)	23,68	18,659	13,878	9,928	6,986
Beta	1,122	1,108	1,088	1,068	1,051
Presión Alimentación (bar)	67,36	67,23	67,11	67,01	66,92
dp(bar)	0,137	0,115	0,0995	0,0882	0,0803
Presión Rechazo(bar)	67,23	67,11	67,01	66,92	66,84
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,80	45,01	49,87	54,04
Pi_Memb(bar)	41,64	46,81	51,49	55,39	58,48
Pi_Rechazo(bar)	39,80	45,01	49,86	54,04	57,42
Pi_Permeado(bar)	0,0998	0,147	0,224	0,349	0,541
Presión Neta(bar)	25,78	20,53	15,838	11,992	9,040
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	0,0	0,0			
SPI% / año	0,0	0,0			
SPI Aplicada	0,0	0,0			
Factor de caudal	0,977	0,977			
Conversión %	4,564	3,469			
Caudal Alimentación(m3/day)	106,3	101,4			
Caudal Producto(m3/day)	4,852	3,519			
Caudal Rechazo(m3/day)	101,4	97,93			
Flujo(l/m2/hr)	4,945	3,587			
Beta	1,037	1,028			
Presión Alimentación (bar)	66,84	66,77			
dp(bar)	0,0749	0,0711			
Presión Rechazo(bar)	66,77	66,70			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	57,42	60,08			
Pi_Memb(bar)	60,89	62,78			
Pi_Rechazo(bar)	60,07	62,15			
Pi_Permeado(bar)	0,815	1,179			
Presión Neta(bar)	6,877	5,344			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,510	0,752	1,153	1,802	2,801
Mg	1,297	1,915	2,936	4,587	7,131
Na	42,80	63,17	96,80	151,2	234,9

K	2,205	3,254	4,985	7,784	12,091
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0129	0,019	0,0292	0,0456	0,0709
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,882	1,043	1,348	1,878	2,750
CL	70,25	103,7	158,9	248,2	385,6
SO4	2,701	3,988	6,113	9,550	14,845
NO3	0,0099	0,0146	0,0223	0,0349	0,0541
F	0,0071	0,0104	0,0159	0,0249	0,0387
Br	0,354	0,522	0,800	1,249	1,940
B	0,407	0,564	0,802	1,142	1,595
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	5,93E-05	8,76E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	6,98E-06	1,01E-05	1,71E-05	3,39E-05	7,48E-05
CO2	9,791	9,670	9,697	9,766	9,862
pH	5,173	5,245	5,348	5,480	5,633
TDS	121,4	179,0	273,9	427,5	663,8

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	4,240	6,156	1,501
Mg	10,795	15,674	3,823
Na	355,4	515,9	126,0
K	18,291	26,54	6,484
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,107	0,156	0,038
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	4,044	5,789	1,686
CL	583,5	846,8	206,8
SO4	22,47	32,63	7,958
NO3	0,0819	0,119	0,029
F	0,0585	0,0849	0,0207
Br	2,936	4,261	1,040
B	2,147	2,754	0,909
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0005	0,0007	0,0002
CO3	0,0002	0,0004	4,38E-05
CO2	9,897	9,906	9,762
pH	5,790	5,938	5,322
TDS	1.004,09	1.456,83	356,2

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	764,5	866,9	962,9	1.045,59
Mg	1.692,66	1.946,47	2.207,23	2.451,45	2.662,08
Na	14.427,59	16.586,20	18.801,95	20.874,30	22.658,19
K	531,1	610,5	692,0	768,1	833,5
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,825	19,347	21,94	24,37	26,46
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	171,2	193,9	215,0	233,2
CL	26.343,32	30.285,91	34.333,37	38.119,57	41.379,62
SO4	3.181,38	3.658,38	4.148,44	4.607,37	5.003,16
NO3	2,141	2,461	2,789	3,096	3,359
F	1,530	1,758	1,992	2,211	2,399
Br	132,6	152,4	172,8	191,8	208,2
B	5,109	5,814	6,518	7,151	7,669
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,117	0,133	0,148	0,160
CO3	0,713	0,618	0,810	1,010	1,195
CO2	9,791	9,670	9,697	9,766	9,862
pH	7,200	7,258	7,305	7,342	7,370
TDS	47.148,48	54.205,69	61.450,72	68.228,46	74.064,80

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1.112,82	1.165,84	664,8
Mg	2.833,27	2.968,25	1.692,66
Na	24.103,99	25.239,75	14.427,59
K	886,5	928,0	531,1
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	28,16	29,50	16,825
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	247,9	259,5	148,6
CL	44.022,81	46.100,28	26.343,32
SO4	5.324,80	5.578,38	3.181,38
NO3	3,572	3,739	2,141
F	2,552	2,671	1,530
Br	221,5	232,0	132,6
B	8,060	8,343	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,171	0,179	0,102
CO3	1,362	1,503	0,713
CO2	9,897	9,906	9,791
pH	7,392	7,410	7,200
TDS	78.797,48	82.517,92	47.148,48

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	0	0	0	0
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	14,092	15,876	18,106	20,88	24,19
Caudal Alimentación(m3/day)	108,2	92,98	78,22	64,06	50,68
Caudal Producto(m3/day)	15,252	14,762	14,162	13,373	12,260
Caudal Rechazo(m3/day)	92,98	78,22	64,06	50,68	38,42
Flujo(l/m2/hr)	17,038	16,490	15,820	14,938	13,695
Beta	1,133	1,142	1,154	1,167	1,181
Presión Alimentación (bar)	5,798	5,749	5,708	5,676	5,652
dp(bar)	0,0498	0,0406	0,0322	0,0245	0,0178
Presión Rechazo(bar)	5,749	5,708	5,676	5,652	5,634
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,541	0,628	0,744	0,905	1,139
Pi_Memb(bar)	0,660	0,781	0,948	1,187	1,543
Pi_Rechazo(bar)	0,628	0,744	0,906	1,140	1,495
Pi_Permiado(bar)	0,0051	0,0063	0,008	0,0106	0,0151
Presión Neta(bar)	5,118	4,953	4,751	4,486	4,113
Paso2 Etapa 1	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	0,0				
SPI% / año	0,0				
SPI Aplicada	0,0				
Factor de caudal	0,977				
Conversión %	27,64				
Caudal Alimentación(m3/day)	38,42				
Caudal Producto(m3/day)	10,621				
Caudal Rechazo(m3/day)	27,80				
Flujo(l/m2/hr)	11,864				
Beta	1,189				
Presión Alimentación (bar)	5,634				
dp(bar)	0,0123				
Presión Rechazo(bar)	5,621				
Presión Permeado(bar)	0,0				

Pi_Alimentacion(bar)	1,494
Pi_Memb(bar)	2,085
Pi_Rechazo(bar)	2,050
Pi_Permiado(bar)	0,0236
Presión Neta(bar)	3,564

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0056	0,0071	0,0093	0,0127	0,0185
Mg	0,0143	0,0181	0,0236	0,0323	0,0472
Na	1,704	2,156	2,806	3,831	5,595
K	0,129	0,163	0,213	0,290	0,423
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0005
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,155	0,192	0,245	0,327	0,465
CL	2,683	3,394	4,417	6,032	8,809
SO4	0,0414	0,0524	0,0682	0,0933	0,136
NO3	0,0007	0,0008	0,0011	0,0015	0,0022
F	0,0005	0,0006	0,0008	0,0011	0,0015
Br	0,0148	0,0187	0,0243	0,0332	0,0485
B	0,516	0,584	0,680	0,815	1,013
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	4,70E-07	5,95E-07	7,75E-07	1,06E-06	1,55E-06
CO3	0,0009	0,0013	0,0017	0,0024	0,0037
CO2	0,0228	0,0252	0,0294	0,0352	0,0433
pH	8,112	8,148	8,166	8,187	8,214
TDS	5,265	6,588	8,489	11,471	16,565

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,03	0,0129
Mg	0,0764	0,0328
Na	9,047	3,897
K	0,683	0,295
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0008	0,0003
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,733	0,330
CL	14,244	6,136
SO4	0,221	0,0949
NO3	0,0035	0,0015
F	0,0025	0,0011
Br	0,0784	0,0338
B	1,327	0,790
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,51E-06	1,08E-06
CO3	0,0064	0,0025
CO2	0,0568	0,0341
pH	8,250	8,172
TDS	26,45	11,628

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	2,740	3,188	3,789	4,624	5,841
Mg	6,976	8,117	9,646	11,773	14,871
Na	235,6	274,0	325,3	396,6	500,2
K	11,824	13,743	16,306	19,864	25,03
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0693	0,0807	0,0959	0,117	0,148
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	15,196	17,708	20,97	25,49	32,03
CL	377,1	438,6	520,7	634,8	800,7
SO4	14,521	16,896	20,07	24,50	30,94

NO3	0,0529	0,0615	0,073	0,0889	0,112
F	0,0378	0,0439	0,0521	0,0635	0,08
Br	1,898	2,207	2,620	3,193	4,027
B	1,502	1,663	1,867	2,130	2,477
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0007
CO3	1,075	1,208	1,478	1,866	2,457
CO2	0,0228	0,0252	0,0294	0,0352	0,0433
pH	9,000	9,018	9,020	9,023	9,025
TDS	668,6	777,5	922,9	1.125,10	1.418,92
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	7,699	2,740			
Mg	19,601	6,976			
Na	658,0	235,6			
K	32,88	11,824			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,195	0,0693			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	42,00	15,196			
CL	1.053,42	377,1			
SO4	40,76	14,521			
NO3	0,147	0,0529			
F	0,105	0,0378			
Br	5,297	1,898			
B	2,943	1,502			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0009	0,0003			
CO3	3,337	1,075			
CO2	0,0568	0,0228			
pH	9,023	9,000			
TDS	1.866,36	668,6			

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	0	0	0	0
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	16,749	17,007	16,371	14,660	12,124
Caudal Alimentación(m3/day)	55,61	46,29	38,42	32,13	27,42
Caudal Producto(m3/day)	9,314	7,873	6,290	4,710	3,324
Caudal Rechazo(m3/day)	46,29	38,42	32,13	27,42	24,10
Flujo(l/m2/hr)	10,404	8,795	7,026	5,262	3,714
Beta	1,122	1,115	1,102	1,084	1,063
Presión Alimentación (bar)	5,621	5,600	5,583	5,570	5,559
dp(bar)	0,0212	0,0168	0,0134	0,0108	0,009
Presión Rechazo(bar)	5,600	5,583	5,570	5,559	5,550
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	2,049	2,449	2,935	3,489	4,063
Pi_Memb(bar)	2,514	2,991	3,528	4,080	4,593
Pi_Rechazo(bar)	2,450	2,936	3,490	4,063	4,594
Pi_Permeado(bar)	0,0329	0,046	0,0671	0,102	0,159
Presión Neta(bar)	3,127	2,644	2,113	1,583	1,118
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	0,0				
SPI% / año	0,0				
SPI Aplicada	0,0				
Factor de caudal	0,977				
Conversión %	9,427				

Caudal Alimentación(m3/day)	24,10
Caudal Producto(m3/day)	2,272
Caudal Rechazo(m3/day)	21,82
Flujo(l/m2/hr)	2,538
Beta	1,045
Presión Alimentación (bar)	5,550
dp(bar)	0,0078
Presión Rechazo(bar)	5,542
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	4,594
Pi_Memb(bar)	5,029
Pi_Rechazo(bar)	5,040
Pi_Permeado(bar)	0,247
Presión Neta(bar)	0,764

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0428	0,061	0,0909	0,141	0,224
Mg	0,109	0,155	0,231	0,359	0,571
Na	12,858	18,303	27,21	42,08	66,76
K	0,969	1,378	2,045	3,158	4,999
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0011	0,0015	0,0023	0,0036	0,0057
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,034	1,447	2,061	3,126	4,871
CL	20,24	28,82	42,84	66,25	105,1
SO4	0,315	0,448	0,668	1,035	1,646
NO3	0,005	0,0071	0,0105	0,0162	0,0256
F	0,0035	0,005	0,0075	0,0115	0,0182
Br	0,111	0,158	0,235	0,364	0,577
B	1,605	1,945	2,376	2,893	3,455
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	3,58E-06	5,11E-06	7,61E-06	1,18E-05	1,88E-05
CO3	0,0089	0,0133	0,0888	0,139	0,223
CO2	0,0774	0,0929	0,112	0,133	0,156
pH	8,236	8,262	8,922	8,925	8,922
TDS	37,31	52,74	77,87	119,6	188,5

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,356	0,109
Mg	0,905	0,276
Na	105,6	32,41
K	7,889	2,432
Ba	0,0	0,0
Sr	0,009	0,0027
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	7,590	2,432
CL	166,2	51,03
SO4	2,610	0,797
NO3	0,0404	0,0125
F	0,0287	0,0089
Br	0,913	0,280
B	3,984	2,349
SiO2	0,0	0,0
PO4	2,98E-05	9,09E-06
CO3	0,361	0,0877
CO2	0,177	0,110
pH	8,920	8,461
TDS	296,5	92,23

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	10,628	12,758	15,359	18,348	21,48
Mg	27,06	32,48	39,11	46,72	54,68

Na	905,8	1.085,50	1.304,19	1.554,17	1.813,92
K	45,18	54,07	64,87	77,17	89,88
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,269	0,323	0,389	0,464	0,543
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	57,56	68,82	82,47	98,02	114,1
CL	1.450,37	1.738,09	2.088,35	2.488,78	2.904,93
SO4	56,25	67,50	81,25	97,02	113,5
NO3	0,202	0,241	0,289	0,344	0,400
F	0,144	0,172	0,207	0,246	0,286
Br	7,290	8,734	10,491	12,499	14,584
B	3,561	3,955	4,366	4,756	5,076
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0012	0,0015	0,0018	0,0021	0,0025
CO3	4,806	5,881	7,232	8,819	10,496
CO2	0,0774	0,0929	0,112	0,133	0,156
pH	9,015	9,008	9,000	8,993	8,985
TDS	2.569,17	3.078,53	3.698,57	4.407,35	5.143,90
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2		Elemento 6	Etapa 2		
Ca	24,41	10,628			
Mg	62,14	27,06			
Na	2.054,96	905,8			
K	101,6	45,18			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,618	0,269			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	129,1	57,56			
CL	3.291,20	1.450,37			
SO4	128,9	56,25			
NO3	0,452	0,202			
F	0,323	0,144			
Br	16,516	7,290			
B	5,300	3,561			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0028	0,0012			
CO3	12,053	4,806			
CO2	0,177	0,0774			
pH	8,977	9,015			
TDS	5.827,56	2.569,17			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	20 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP 0Y
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:13. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total	Paso 1		Paso 2	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,8	47.149,1		343,21	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.456,9 / 64.456,9	65.495,7 / 65.495,7		693,7 / 693,73	
Presión de Alimentación	bar	0,0	68,92		11,513	
Temperatura	deg C	25,00				
dp total	bar	2,042	0,764		1,279	
Presión de rechazo	bar	1,000	68,16		10,234	
Factor de caudal	0,00 años		0,977		0,977	
Aumento paso de sales % (Max)	0,00 años		0,00%		0,00%	
Conversión	%	39,10%	45,0%		86,9%	
Caudal Alimentación	m3/day	25.572	25.572		11.507	
Caudal de producto	m3/day	9.999	11.507		9.999	
Flujo medio	l/m2/hr	n/a	12,890		32,66	
Caudal de rechazo	m3/day	14.065	14.065		1.509	
TDS Producto	mg/L	4,040	323,9		4,040	
TDS Rechazo	mg/L	83.604	85.459		2.591	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.459,24	1.200,59		191,5	
Potencia recuperada	kilovatio	1.091,67				
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	67,12				
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000	3,334			
Potencia consumida	kWh/m^3	3,503	2,504		0,460	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Alimentación Paso 2	Conc. 2
Ca	mg/L	652,0	664,8	1.181	1,365	10,382
Mg	mg/L	1.660	1.693	3.008	3,475	26,43
Na	mg/L	14.149	14.428	25.571	120,3	909,1
K	mg/L	520,9	531,2	940,0	5,896	44,33
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,825	29,90	0,0345	0,263
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,6	262,7	14,167	104,8
Cl	mg/L	25.835	26.344	46.707	188,0	1.421
SO4	mg/L	3.120	3.181	5.653	7,235	54,98
NO3	mg/L	2,100	2,141	3,788	0,0264	0,198
F	mg/L	1,500	1,530	2,705	0,0189	0,142
Br	mg/L	130,0	132,6	235,0	0,946	7,142
B (Boro)	mg/L	5,010	5,109	8,407	0,849	4,071
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,181	0,0002	0,0012
CO3	mg/L	0,699	0,713	1,564	0,894	8,552
CO2	mg/L	9,602	9,791	9,823	0,0219	0,144
TDS	mg/L	46.239	47.149	83.604	343,2	2.591
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	64.457 / 64.457	65.496 / 65.496	104.744 / 104.744	693,7 / 693,7	4.766,4 / 4.766,4
pH Alimentación	pH	7,200	7,199	7,417	9,000	9,005
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	34,063 / 33,82	34,720 / 34,52	60,852 / 64,21	0,277 / 0,27	2,051 / 1,97
LSI / SDSI		0,40 / -0,58	0,43 / -0,57	1,51 / 0,13		0,44 / 0,51
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,1% / 29,6%	70,5% / 80,1%		0,1% / 0,1%
BaSO4 / % SiO2	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%		0,0% / 0,0%
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	57% / 659%	59% / 706%	293% / 18.678%		92% / 1.591%

% Solubilidad Pitzer	CaSO4/SrSO4	32% / 42%	33% / 43%	66% / 87%	0% / 0%
		Producto	Paso 1	Paso 2	
Ca	mg/L	0,0043	1,365	0,0043	
Mg	mg/L	0,011	3,475	0,011	
Na	mg/L	1,298	114,5	1,298	
K	mg/L	0,0967	5,896	0,0967	
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Sr	mg/L	0,0001	0,0345	0,0001	
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO3	mg/L	0,227	1,568	0,227	
CO3	mg/L	0,0011	3,50E-05	0,0011	
CO2	mg/L	0,0422	9,766	0,0422	
Cl	mg/L	1,996	188,0	1,996	
SO4	mg/L	0,0309	7,235	0,0309	
NO3	mg/L	0,0005	0,0264	0,0005	
F	mg/L	0,0004	0,0189	0,0004	
Br	mg/L	0,011	0,946	0,011	
PO4	mg/L	3,50E-07	0,0002	3,50E-07	
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	
B (Boro)	mg/L	0,363	0,849	0,363	
TDS	mg/L	4,040	323,9	4,040	
Alimentación EC @25C / @25,00C	uS	9,98 / 9,98	665,19 / 665,19	9,98 / 9,98	
pH	pH	8,044	5,307	8,044	
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	0,004 / 0,00	0,265 / 0,27	0,004 / 0,00	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	25.572
Caudal de producto	m3/day	11.507
Flujo medio	l/m2/hr	12,890
Caudal de salmuera	m3/day	14.065
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	68,92
dp Elementos	bar	0,764
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	68,16
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.149
TDS Permeado	mg/L	323,9
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	196,7
Caudal de producto	m3/day	24,45
TDS Producto	mg/L	115,8
Flujo	l/m2/hr	24,92
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,220
TDS Producto	mg/L	1.233
Ratio Rechazo / Producto	ratio	25,64
Caudal de salmuera	m3/day	108,2
Presión conductora neta	bar	6,497
Beta		1,031

Datos Etapa/Banco	Paso2	Etapa 1	Etapa 2
Tipo de elemento 1ª posición		TM720-400	TM720-400
Tipo de elemento última posición		TM720-400	TM720-400
Total elementos	342	228	114
Total de cajas de presión	57	38	19

Elementos por caja de presión		6	6
Caudal Alimentación	m3/day	11.507	4.515
Caudal de producto	m3/day	6.993	3.006
Flujo medio	l/m2/hr	34,26	29,46
Caudal de salmuera	m3/day	4.515	1.509
Conversión %	%	60,77 %	66,58 %
Presión de Alimentación	bar	11,513	10,757
dp Elementos	bar	0,756	0,523
Presión booster	bar	0,0	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0	0,0
Presión de rechazo	bar	10,757	10,234
Presión Permeado	bar	0,0	0,0
TDS Alimentación	mg/L	343,2	871,2
TDS Permeado	mg/L	2,325	8,029
Primer elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal Alimentación	m3/day	302,8	237,6
Caudal de producto	m3/day	32,13	28,61
TDS Producto	mg/L	1,486	4,389
Flujo	l/m2/hr	35,90	31,95
Último Elemento	Paso2	Etapas 1	Etapas 2
Caudal de producto	m3/day	29,16	23,45
TDS Producto	mg/L	3,731	14,816
Ratio Rechazo / Producto	ratio	4,074	3,386
Caudal de salmuera	m3/day	118,8	79,41
Presión conductora neta	bar	10,030	8,050
Beta		1,222	1,227

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

Entre pasos: Hidróxido de sodio, 10,08 mg/l, 116,01 kg / día

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

1. Índice Stiff Davis Rechazo =0,16 Advertencia - el Índice de Stiff Davis (SDSI) es mayor que 0. Se requiere inhibidor de incrustación.

See <https://rpicalc.ropur.com> for detailed calculation

2. TM720-400. Etapa1, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

3. TM720-400. Etapa1, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

4. TM720-400. Etapa1, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

5. TM720-400. Etapa1, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

6. TM720-400. Etapa1, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

7. TM720-400. Etapa1, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

8. TM720-400. Etapa2, Elemento1: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

9. TM720-400. Etapa2, Elemento2: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

10. TM720-400. Etapa2, Elemento3: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

11. TM720-400. Etapa2, Elemento4: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

12. TM720-400. Etapa2, Elemento5: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

13. TM720-400. Etapa2, Elemento6: Este elemento especial está disponible para proyectos específicos. Consulte la disponibilidad con el personal de Ventas de Toray.

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.

1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan

TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	12,428	11,470	9,924	8,113	6,364
Caudal Alimentación(m3/day)	196,7	172,3	152,5	137,4	126,2
Caudal Producto(m3/day)	24,45	19,759	15,135	11,145	8,032
Caudal Rechazo(m3/day)	172,3	152,5	137,4	126,2	118,2
Flujo(l/m2/hr)	24,92	20,14	15,427	11,360	8,188
Beta	1,117	1,105	1,089	1,071	1,054
Presión Alimentación (bar)	68,92	68,76	68,63	68,52	68,42
dp(bar)	0,156	0,133	0,115	0,102	0,0922
Presión Rechazo(bar)	68,77	68,63	68,52	68,42	68,32
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	34,72	39,53	44,53	49,31	53,55
Pi_Memb(bar)	41,31	46,31	50,96	54,96	58,23
Pi_Rechazo(bar)	39,53	44,52	49,30	53,54	57,08
Pi_Permeado(bar)	0,0952	0,136	0,202	0,306	0,464
Presión Neta(bar)	27,64	22,55	17,854	13,866	10,689
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	0,0	0,0			
SPI% / año	5,000	5,000			
SPI Aplicada	0,0	0,0			
Factor de caudal	0,977	0,977			
Conversión %	4,889	3,754			
Caudal Alimentación(m3/day)	118,2	112,4			
Caudal Producto(m3/day)	5,778	4,220			
Caudal Rechazo(m3/day)	112,4	108,2			
Flujo(l/m2/hr)	5,890	4,302			
Beta	1,041	1,031			
Presión Alimentación (bar)	68,32	68,24			
dp(bar)	0,0856	0,0809			
Presión Rechazo(bar)	68,24	68,16			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	57,08	59,92			
Pi_Memb(bar)	60,82	62,88			
Pi_Rechazo(bar)	59,92	62,17			
Pi_Permeado(bar)	0,692	0,999			
Presión Neta(bar)	8,273	6,497			
mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,486	0,696	1,035	1,574	2,398
Mg	1,237	1,772	2,635	4,006	6,105
Na	40,82	58,46	86,88	132,1	201,2
K	2,103	3,011	4,474	6,799	10,354
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0123	0,0176	0,0262	0,0398	0,0607
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,861	0,999	1,254	1,685	2,410
CL	67,00	95,96	142,6	216,8	330,2
SO4	2,576	3,690	5,486	8,341	12,709
NO3	0,0094	0,0135	0,02	0,0304	0,0464
F	0,0067	0,0096	0,0143	0,0217	0,0331
Br	0,337	0,483	0,718	1,091	1,662
B	0,390	0,527	0,731	1,022	1,414

SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	5,66E-05	8,11E-05	0,0001	0,0002	0,0003
CO3	6,63E-06	9,24E-06	1,47E-05	2,70E-05	5,65E-05
CO2	9,791	9,613	9,713	9,777	9,890
pH	5,163	5,230	5,318	5,435	5,578
TDS	115,8	165,6	245,9	373,4	568,5

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	3,591	5,207	1,365
Mg	9,143	13,257	3,475
Na	301,1	436,4	114,5
K	15,496	22,45	5,896
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0909	0,132	0,0345
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	3,471	4,929	1,568
CL	494,3	716,4	188,0
SO4	19,032	27,60	7,235
NO3	0,0694	0,101	0,0264
F	0,0496	0,0718	0,0189
Br	2,487	3,605	0,946
B	1,903	2,462	0,849
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0006	0,0002
CO3	0,0001	0,0003	3,50E-05
CO2	9,954	9,993	9,766
pH	5,725	5,868	5,307
TDS	850,7	1.232,60	323,9

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	664,8	759,1	857,4	951,7	1.035,63
Mg	1.692,68	1.932,74	2.182,93	2.423,14	2.636,74
Na	14.427,78	16.469,63	18.595,97	20.635,23	22.445,54
K	531,2	606,2	684,4	759,3	825,8
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,825	19,211	21,70	24,09	26,21
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,6	170,0	191,8	212,6	231,0
CL	26.343,67	30.072,96	33.956,97	37.682,51	40.990,51
SO4	3.181,43	3.632,58	4.102,76	4.554,19	4.955,56
NO3	2,141	2,444	2,759	3,061	3,328
F	1,530	1,746	1,971	2,186	2,377
Br	132,6	151,3	170,9	189,6	206,3
B	5,109	5,778	6,459	7,090	7,626
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,116	0,132	0,146	0,159
CO3	0,713	0,612	0,789	0,984	1,167
CO2	9,791	9,613	9,713	9,777	9,890
pH	7,200	7,258	7,300	7,338	7,365
TDS	47.149,10	53.824,55	60.776,86	67.445,87	73.367,84
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.105,86	1.162,51	664,8		
Mg	2.815,52	2.959,78	1.692,68		
Na	23.957,32	25.173,30	14.427,78		
K	881,2	925,7	531,2		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,99	29,42	16,825		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	246,4	258,7	148,6		
CL	43.753,87	45.977,52	26.343,67		
SO4	5.291,48	5.562,50	3.181,43		

NO3	3,551	3,730	2,141
F	2,537	2,664	1,530
Br	220,2	231,4	132,6
B	8,048	8,364	5,109
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,170	0,178	0,102
CO3	1,335	1,481	0,713
CO2	9,954	9,993	9,791
pH	7,387	7,405	7,200
TDS	78.315,35	82.297,19	47.149,10

Detalles del elemento del Paso2

Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	10,611	11,649	12,946	14,603	16,774
Caudal Alimentación(m3/day)	302,8	270,7	239,2	208,2	177,8
Caudal Producto(m3/day)	32,13	31,53	30,96	30,40	29,82
Caudal Rechazo(m3/day)	270,7	239,2	208,2	177,8	148,0
Flujo(l/m2/hr)	35,90	35,22	34,59	33,96	33,31
Beta	1,147	1,156	1,167	1,181	1,198
Presión Alimentación (bar)	11,513	11,327	11,167	11,032	10,919
dp(bar)	0,185	0,160	0,136	0,113	0,091
Presión Rechazo(bar)	11,328	11,167	11,032	10,919	10,828
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,277	0,309	0,349	0,401	0,468
Pi_Memb(bar)	0,335	0,380	0,437	0,512	0,615
Pi_Rechazo(bar)	0,309	0,350	0,401	0,469	0,562
Pi_Permado(bar)	0,0015	0,0017	0,0019	0,0023	0,0028
Presión Neta(bar)	11,086	10,869	10,664	10,465	10,261

Paso2 Etapa 1	Elemento 6
Modelo	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8
Edad	0,0
SPI% / año	5,000
SPI Aplicada	0,0
Factor de caudal	0,977
Conversión %	19,708
Caudal Alimentación(m3/day)	148,0
Caudal Producto(m3/day)	29,16
Caudal Rechazo(m3/day)	118,8
Flujo(l/m2/hr)	32,58
Beta	1,222
Presión Alimentación (bar)	10,828
dp(bar)	0,0708
Presión Rechazo(bar)	10,757
Presión Permeado(bar)	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,562
Pi_Memb(bar)	0,765
Pi_Rechazo(bar)	0,698
Pi_Permado(bar)	0,0036
Presión Neta(bar)	10,030

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0015	0,0018	0,002	0,0024	0,003
Mg	0,0039	0,0045	0,0052	0,0062	0,0076
Na	0,456	0,527	0,613	0,728	0,901
K	0,0341	0,0393	0,0458	0,0543	0,0672
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sr	3,84E-05	4,44E-05	5,17E-05	6,14E-05	7,60E-05
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,0897	0,101	0,116	0,136	0,165
CL	0,702	0,810	0,943	1,120	1,385
SO4	0,0108	0,0125	0,0146	0,0173	0,0214
NO3	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003
F	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Br	0,0039	0,0045	0,0052	0,0062	0,0076
B	0,183	0,203	0,229	0,261	0,305
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	1,23E-07	1,42E-07	1,65E-07	1,96E-07	2,43E-07
CO3	0,0004	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007
CO2	0,0219	0,0236	0,0263	0,0298	0,0344
pH	7,947	7,970	7,972	7,975	7,987
TDS	1,486	1,704	1,976	2,333	2,865

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1
Ca	0,004	0,0024
Mg	0,0101	0,0062
Na	1,187	0,727
K	0,0885	0,0543
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0001	6,13E-05
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,211	0,135
CL	1,825	1,119
SO4	0,0282	0,0173
NO3	0,0005	0,0003
F	0,0003	0,0002
Br	0,01	0,0062
B	0,366	0,256
SiO2	0,0	0,0
PO4	3,20E-07	1,96E-07
CO3	0,001	0,0006
CO2	0,0406	0,0292
pH	8,000	7,974
TDS	3,731	2,325

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	1,365	1,527	1,728	1,985	2,324
Mg	3,475	3,887	4,399	5,053	5,916
Na	120,3	134,5	152,2	174,8	204,5
K	5,896	6,591	7,455	8,557	10,011
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0345	0,0386	0,0437	0,0502	0,0588
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	14,167	15,866	17,924	20,54	24,00
CL	188,0	210,2	237,8	273,1	319,6
SO4	7,235	8,092	9,157	10,517	12,313
NO3	0,0264	0,0295	0,0334	0,0383	0,0448
F	0,0189	0,0211	0,0238	0,0274	0,032
Br	0,946	1,058	1,197	1,374	1,608
B	0,849	0,928	1,024	1,142	1,292
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003
CO3	0,894	0,975	1,123	1,317	1,579
CO2	0,0219	0,0236	0,0263	0,0298	0,0344
pH	9,000	9,013	9,015	9,018	9,020
TDS	343,2	383,8	434,1	498,4	583,2
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 1	Elemento 6	Etapa 1			
Ca	2,791	1,365			

Mg	7,106	3,475
Na	245,6	120,3
K	12,015	5,896
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0706	0,0345
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	28,75	14,167
CL	383,7	188,0
SO4	14,790	7,235
NO3	0,0538	0,0264
F	0,0384	0,0189
Br	1,930	0,946
B	1,491	0,849
SiO2	0,0	0,0
PO4	0,0003	0,0002
CO3	1,952	0,894
CO2	0,0406	0,0219
pH	9,023	9,000
TDS	700,2	343,2

Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400	TM720-400
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8	37,30 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	5	5	5	5
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	12,038	13,338	14,955	16,990	19,566
Caudal Alimentación(m3/day)	237,6	209,0	181,1	154,0	127,9
Caudal Producto(m3/day)	28,61	27,88	27,09	26,17	25,02
Caudal Rechazo(m3/day)	209,0	181,1	154,0	127,9	102,9
Flujo(l/m2/hr)	31,95	31,14	30,26	29,24	27,95
Beta	1,153	1,163	1,175	1,190	1,207
Presión Alimentación (bar)	10,757	10,622	10,507	10,413	10,337
dp(bar)	0,135	0,114	0,0944	0,0759	0,059
Presión Rechazo(bar)	10,622	10,507	10,413	10,337	10,278
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	0,698	0,792	0,912	1,069	1,285
Pi_Memb(bar)	0,857	0,988	1,160	1,394	1,726
Pi_Rechazo(bar)	0,792	0,912	1,070	1,285	1,592
Pi_Permeado(bar)	0,0041	0,0049	0,006	0,0075	0,0097
Presión Neta(bar)	9,836	9,581	9,305	8,987	8,590
Paso2 Etapa 2	Elemento 6				
Modelo	TM720-400				
Área m ² / diámetro pulgada	37,30 / 8				
Edad	0,0				
SPI% / año	5,000				
SPI Aplicada	0,0				
Factor de caudal	0,977				
Conversión %	22,80				
Caudal Alimentación(m3/day)	102,9				
Caudal Producto(m3/day)	23,45				
Caudal Rechazo(m3/day)	79,41				
Flujo(l/m2/hr)	26,19				
Beta	1,227				
Presión Alimentación (bar)	10,278				
dp(bar)	0,0438				
Presión Rechazo(bar)	10,234				
Presión Permeado(bar)	0,0				
Pi_Alimentacion(bar)	1,591				
Pi_Memb(bar)	2,217				
Pi_Rechazo(bar)	2,052				

Pi_Permeado(bar)	0,0134
Presión Neta(bar)	8,050

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,0047	0,0056	0,007	0,0088	0,0116
Mg	0,0119	0,0144	0,0177	0,0224	0,0297
Na	1,404	1,692	2,084	2,638	3,485
K	0,105	0,126	0,155	0,196	0,259
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,251	0,297	0,358	0,446	0,576
CL	2,160	2,602	3,205	4,058	5,361
SO4	0,0334	0,0402	0,0496	0,0628	0,083
NO3	0,0005	0,0006	0,0008	0,001	0,0013
F	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009
Br	0,0119	0,0143	0,0176	0,0223	0,0295
B	0,405	0,460	0,530	0,625	0,760
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	3,79E-07	4,57E-07	5,63E-07	7,13E-07	9,43E-07
CO3	0,0011	0,0014	0,0017	0,0022	0,0029
CO2	0,0496	0,0555	0,063	0,0746	0,089
pH	7,973	7,991	8,004	8,009	8,022
TDS	4,389	5,253	6,427	8,085	10,601

mg/l Permeado Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2
Ca	0,0164	0,0088
Mg	0,0418	0,0223
Na	4,913	2,624
K	0,365	0,195
Ba	0,0	0,0
Sr	0,0004	0,0002
NH4	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0
HCO3	0,792	0,441
CL	7,558	4,037
SO4	0,117	0,0625
NO3	0,0019	0,001
F	0,0013	0,0007
Br	0,0416	0,0222
B	0,963	0,611
SiO2	0,0	0,0
PO4	1,33E-06	7,09E-07
CO3	0,0042	0,0022
CO2	0,111	0,0724
pH	8,040	8,005
TDS	14,816	8,029

mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	3,475	3,950	4,557	5,358	6,452
Mg	8,848	10,058	11,603	13,641	16,428
Na	305,5	347,2	400,3	470,4	566,1
K	14,943	16,973	19,566	22,98	27,64
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0879	0,10	0,115	0,136	0,163
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	35,66	40,44	46,53	54,60	65,56
CL	477,4	542,5	625,5	735,0	884,6
SO4	18,413	20,93	24,14	28,38	34,18
NO3	0,0669	0,0759	0,0875	0,103	0,124
F	0,0478	0,0542	0,0625	0,0734	0,0883
Br	2,401	2,729	3,146	3,696	4,448

B	1,767	1,954	2,184	2,475	2,853
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0004	0,0005	0,0005	0,0006	0,0008
CO3	2,516	2,929	3,470	4,117	5,086
CO2	0,0496	0,0555	0,063	0,0746	0,089
pH	9,025	9,028	9,030	9,028	9,025
TDS	871,2	989,8	1.141,34	1.340,91	1.613,70
mg/l Alimentación Paso 2 Etapa 2	Elemento 6	Etapa 2			
Ca	8,019	3,475			
Mg	20,42	8,848			
Na	703,0	305,5			
K	34,30	14,943			
Ba	0,0	0,0			
Sr	0,203	0,0879			
NH4	0,0	0,0			
Fe	0,0	0,0			
HCO3	81,22	35,66			
CL	1.098,45	477,4			
SO4	42,47	18,413			
NO3	0,153	0,0669			
F	0,110	0,0478			
Br	5,523	2,401			
B	3,362	1,767			
SiO2	0,0	0,0			
PO4	0,0009	0,0004			
CO3	6,463	2,516			
CO2	0,111	0,0496			
pH	9,017	9,025			
TDS	2.003,65	871,2			

Informe General del Sistema

Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso	21 F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP 0Y
Revisión	0 T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Tipo del agua de alimentación	Permeado OI, Note: Auto Balance is ON
Errors, Warnings, Cautions and Notices	Errores:0, Advertencias:0,Cautions:0,Notices:0. Ver notas importantes al final /E
Información de Base de datos:	Base de datos del proyecto: C:\Users\rbuendia.SC\Documents\TorayDS2\App_Data\DS2.sdf(Ver:2,6) Base de Datos de Membrana (V.20151) .:

		Total		Paso 1	
TDS del agua bruta	mg/L	46.238,4		47.264,4	
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.456,7 / 46.709,4		65.627,4 / 47.567,8	
Presión de Alimentación	bar	0,0		72,45	
Temperatura	deg C	12,000			
dp total	bar	0,882		0,882	
Presión de rechazo	bar	1,000		71,57	
Factor de caudal	0,00 años			0,977	
Aumento paso de sales % (Max)	0,00 años			0,00%	
Conversión	%	45,00%		45,0%	
Caudal Alimentación	m3/day	22.222		22.222	
Caudal de producto	m3/day	10.000		10.000	
Flujo medio	l/m2/hr	11,201		11,201	
Caudal de rechazo	m3/day	12.223		12.223	
TDS Producto	mg/L	184,3		184,3	
TDS Rechazo	mg/L	83.917		85.782	
Bomba Primaria AP kW	kilovatio	1.158,37		1.097,99	
Potencia recuperada	kilovatio	999,1			
Potencia Booster ERD utilizada	kilovatio	60,38			
Presión de descarga ERD & aumento Booster	bar	1,000		3,452	
Potencia consumida	kWh/m^3	2,780		2,635	
Iones		Alimentación	Alimentación neta	Conc.	Producto
Ca	mg/L	652,0	666,5	1.185	0,775
Mg	mg/L	1.660	1.697	3.016	1,974
Na	mg/L	14.149	14.463	25.672	65,09
K	mg/L	520,9	532,5	944,3	3,352
Ba	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	16,500	16,866	29,98	0,0196
NH4	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	mg/L	145,7	148,9	264,1	1,082
Cl	mg/L	25.835	26.408	46.884	106,9
SO4	mg/L	3.120	3.189	5.669	4,110
NO3	mg/L	2,100	2,147	3,806	0,015
F	mg/L	1,500	1,533	2,719	0,0107
Br	mg/L	130,0	132,9	235,9	0,538
B (Boro)	mg/L	5,010	5,121	8,753	0,444
SiO2	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	mg/L	0,100	0,102	0,182	9,03E-05
CO3	mg/L	0,513	0,524	1,181	9,24E-06
CO2	mg/L	11,770	12,031	11,825	11,985
TDS	mg/L	46.238	47.264	83.917	184,3
Alimentación EC @25C / @12,00C	uS	64.457 / 46.709	65.627 / 47.568	105.062 / 76.609	384,4 / 269,8
pH	pH	7,200	7,199	7,427	5,211
Presión osmótica (DS1 / Pitzer)	bar	32,578 / 32,18	33,286 / 32,93	58,416 / 61,14	0,144 / 0,15
LSI / SDSI		0,21 / -0,82	0,23 / -0,81	1,33 / -0,10	-6,59 / -6,73
CaSO4 / SrSO4%	%	32,3% / 28,7%	33,2% / 29,7%	70,7% / 80,5%	0,0% / 0,0%

BaSO ₄ / % SiO ₂	%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	0,0% / 0,0%	
% Solubilidad Pitzer	Calcita/Dolomita	37% / 188%	38% / 203%	198% / 5.885%	
% Solubilidad Pitzer	CaSO ₄ /SrSO ₄	34% / 43%	35% / 44%	69% / 86%	

Datos Etapa/Banco	Paso1	Etapa 1
Tipo de elemento 1ª posición		TM820M-440
Tipo de elemento última posición		TM820M-440
Total elementos	910	910
Total de cajas de presión	130	130
Elementos por caja de presión		7
Caudal Alimentación	m3/day	22.222
Caudal de producto	m3/day	10.000
Flujo medio	l/m2/hr	11,201
Caudal de salmuera	m3/day	12.223
Conversión %	%	45,00 %
Presión de Alimentación	bar	72,45
dp Elementos	bar	0,882
Presión booster	bar	0,0
Pérdida en tuberías	bar	0,0
Neta (Booster- dp tuberías)	bar	0,0
Presión de rechazo	bar	71,57
Presión Permeado	bar	0,0
TDS Alimentación	mg/L	47.264
TDS Permeado	mg/L	184,3
Primer elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal Alimentación	m3/day	170,9
Caudal de producto	m3/day	18,935
TDS Producto	mg/L	75,28
Flujo	l/m2/hr	19,300
Último Elemento	Paso1	Etapa 1
Caudal de producto	m3/day	4,582
TDS Producto	mg/L	567,3
Ratio Rechazo / Producto	ratio	20,52
Caudal de salmuera	m3/day	94,02
Presión conductora neta	bar	10,275
Beta		1,062

Productos químicos 100%. Disclaimer: These estimated dose rates are provided as a courtesy to Toray DS2 users and are not guaranteed.

No se ha añadido ningún producto químico

Errores

Advertencias

Cautions

Notices

Disclaimer : The program is intended to be used by persons having technical skill, at their own discretion and risk. The projections, obtained with the program, are the expected system performance, based on the average, nominal element-performance and are not automatically guaranteed. Toray shall not be liable for any error or miscalculation in the program. The obtained results cannot be used to raise any claim for liability or warranty. It is the users responsibility to make provisions against fouling, scaling and chemical attacks, to account for piping and valve pressure losses, feed pump suction pressure and permeate backpressure. For questions please contact us:

Toray Industries, Inc., Water Treatment Division, RO Membrane Products Dept.
1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666, Japan
TEL +81-3-3245-4540 FAX +81-3-3245-4913

Toray Membrane USA, Inc.
13435 Danielson St., Poway, CA, 92064, USA
TEL +1-858-218-2390 FAX +1-858-486-3063

Toray Membrane Europe AG
Grabenackerstrasse 8 P.O. Box 832 CH-4142 Munchenstein 1, Switzerland
TEL +41-61-415-8710 FAX +41-61-415-8720

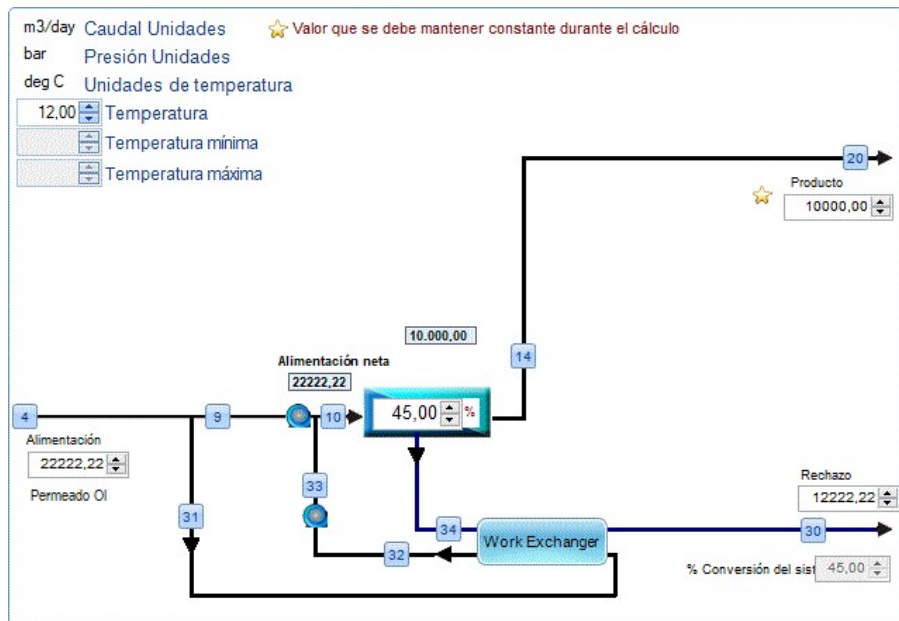
Toray Asia Pte. Ltd. / TEL +65-6226-0525 FAX +65-6226-0509
111 Somerset Road, #14-01, Singapore 238164

Toray Bluestar Membrane Co., Ltd. /Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217
Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

<http://www.toraywater.com/>

Fecha / Hora :	17/06/2019 13:18:03
Proyecto	93:TFG RAFAEL BUENDIA
Caso :	21:F1-CS-CHI-SRS-0-25 TM820M-440 HIGH FLUX + SP 0Y
Revisión :	0:T=25,0 deg C, Recov=45,0%, FF(Elem1)=0,85, SPI(Elem1)=0,07, Toma Agua Mar abierta, Feed: 924,4 m3/hr, TDS: 46200,3, Perm: 416,0, TDS: 535, Tot Elem: 840, 1st Elem: TM820M-440
Nombre de usuario :	SC\rbuendia
Preparado para :	
Notas :	
Base de datos de membrana	
Versión número::	20151
Fecha de realización::	13/12/2018
Actualizado por:	YK
Versión TorayDS2 :	2.1.6.162(1.0.5.107)

Diagramo Flujo:



Detalles de la corriente

Número Corriente	Caudal	Presión	TDS	Est uS	pH
20. Producto Final	9.999,65	0,0	184,3	384,4	5,211
4. Alimentación Neta	22.222,22	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
10. Alimentación al Paso 1	22.221,59	72,45	47.264,44	65.627,4	7,199
30. Conc. a Rechazo	12.222,57	1,000	83.917,36	105.061,5	7,427
34. Alta presión a ERD	12.222,57	71,57	85.782,45	106.933,3	7,430
31. Alimentación a ERD	12.100,34	0,0	46.238,43	64.456,7	7,200
32. ERD para impulsar	12.100,34	69,00	48.122,34	66.605,6	7,198
33. Booster en la alimentación	12.100,34	72,45	48.122,34	66.605,6	7,198

Detalles del elemento del Paso1

Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Modelo	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440	TM820M-440
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8	40,88 / 8
Edad	0	0	0	0	0
SPI% / año	5	0	0	0	0
SPI Aplicada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Factor de caudal	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
Conversión %	11,077	10,555	9,612	8,388	7,055
Caudal Alimentación(m3/day)	170,9	152,0	136,0	122,9	112,6
Caudal Producto(m3/day)	18,935	16,045	13,068	10,308	7,942
Caudal Rechazo(m3/day)	152,0	136,0	122,9	112,6	104,6
Flujo(l/m2/hr)	19,300	16,355	13,321	10,508	8,096
Beta	1,167	1,156	1,139	1,119	1,098
Presión Alimentación (bar)	72,45	72,27	72,12	71,98	71,87

dp(bar)	0,178	0,154	0,134	0,119	0,107
Presión Rechazo(bar)	72,27	72,12	71,98	71,87	71,76
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pi_Alimentacion(bar)	33,29	37,34	41,64	45,97	50,07
Pi_Memb(bar)	41,04	45,49	49,74	53,57	56,87
Pi_Rechazo(bar)	37,34	41,64	45,96	50,07	53,78
Pi_Permeado(bar)	0,0591	0,0795	0,110	0,155	0,221
Presión Neta(bar)	31,39	26,80	22,44	18,532	15,203
Paso1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7			
Modelo	TM820M-440	TM820M-440			
Área m ² / diámetro pulgada	40,88 / 8	40,88 / 8			
Edad	0,0	0,0			
SPI% / año	0,0	0,0			
SPI Aplicada	0,0	0,0			
Factor de caudal	0,977	0,977			
Conversión %	5,772	4,647			
Caudal Alimentación(m3/day)	104,6	98,60			
Caudal Producto(m3/day)	6,040	4,582			
Caudal Rechazo(m3/day)	98,60	94,02			
Flujo(l/m2/hr)	6,157	4,670			
Beta	1,078	1,062			
Presión Alimentación (bar)	71,76	71,66			
dp(bar)	0,0984	0,0919			
Presión Rechazo(bar)	71,66	71,57			
Presión Permeado(bar)	0,0	0,0			
Pi_Alimentacion(bar)	53,78	56,99			
Pi_Memb(bar)	59,61	61,86			
Pi_Rechazo(bar)	56,99	59,69			
Pi_Permeado(bar)	0,314	0,442			
Presión Neta(bar)	12,468	10,275			

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	0,315	0,425	0,587	0,831	1,187
Mg	0,802	1,081	1,496	2,114	3,022
Na	26,47	35,65	49,32	69,72	99,62
K	1,364	1,836	2,540	3,591	5,130
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	0,008	0,0107	0,0149	0,021	0,03
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	0,756	0,822	0,928	1,101	1,357
CL	43,45	58,53	80,96	114,4	163,5
SO4	1,671	2,250	3,114	4,402	6,291
NO3	0,0061	0,0082	0,0114	0,0161	0,023
F	0,0044	0,0059	0,0081	0,0115	0,0164
Br	0,219	0,294	0,407	0,576	0,823
B	0,210	0,273	0,363	0,489	0,661
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	3,67E-05	4,94E-05	6,84E-05	9,67E-05	0,0001
CO3	3,66E-06	4,42E-06	5,70E-06	8,13E-06	1,25E-05
CO2	12,031	11,912	11,935	11,981	12,022
pH	5,108	5,145	5,193	5,260	5,343
TDS	75,28	101,2	139,8	197,3	281,7

mg/l Permeado Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1
Ca	1,695	2,394	0,775
Mg	4,315	6,095	1,974
Na	142,2	200,8	65,09
K	7,323	10,338	3,352
Ba	0,0	0,0	0,0
Sr	0,0429	0,0606	0,0196
NH4	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0
HCO3	1,768	2,358	1,082

CL	233,5	329,7	106,9
SO4	8,984	12,688	4,110
NO3	0,0328	0,0463	0,015
F	0,0234	0,0331	0,0107
Br	1,175	1,659	0,538
B	0,889	1,176	0,444
SiO2	0,0	0,0	0,0
PO4	0,0002	0,0003	9,03E-05
CO3	2,17E-05	3,96E-05	9,24E-06
CO2	12,047	12,062	11,985
pH	5,450	5,568	5,211
TDS	401,9	567,3	184,3

mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
Ca	666,5	749,4	837,8	926,9	1.011,66
Mg	1.696,83	1.908,10	2.133,15	2.359,83	2.575,70
Na	14.463,03	16.261,32	18.176,10	20.103,70	21.938,05
K	532,5	598,6	669,0	739,9	807,3
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	16,866	18,966	21,20	23,46	25,60
NH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	148,9	167,8	187,4	207,2	225,9
CL	26.408,30	29.692,43	33.189,51	36.710,27	40.061,06
SO4	3.189,23	3.586,29	4.009,24	4.435,25	4.840,95
NO3	2,147	2,413	2,697	2,983	3,254
F	1,533	1,724	1,926	2,130	2,324
Br	132,9	149,4	167,0	184,7	201,6
B	5,121	5,733	6,377	7,017	7,615
SiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PO4	0,102	0,115	0,129	0,142	0,155
CO3	0,524	0,431	0,549	0,682	0,822
CO2	12,031	11,912	11,935	11,981	12,022
pH	7,200	7,248	7,290	7,328	7,360
TDS	47.264,44	53.142,76	59.402,19	65.704,13	71.702,05
mg/l Alimentación Paso 1 Etapa 1	Elemento 6	Elemento 7	Etapa 1		
Ca	1.088,36	1.154,93	666,5		
Mg	2.770,97	2.940,46	1.696,83		
Na	23.595,60	25.032,34	14.463,03		
K	868,2	921,0	532,5		
Ba	0,0	0,0	0,0		
Sr	27,54	29,23	16,866		
NH4	0,0	0,0	0,0		
Fe	0,0	0,0	0,0		
HCO3	242,9	257,6	148,9		
CL	43.089,31	45.714,63	26.408,30		
SO4	5.207,90	5.526,38	3.189,23		
NO3	3,500	3,712	2,147		
F	2,500	2,651	1,533		
Br	216,8	230,0	132,9		
B	8,142	8,587	5,121		
SiO2	0,0	0,0	0,0		
PO4	0,167	0,177	0,102		
CO3	0,961	1,092	0,524		
CO2	12,047	12,062	12,031		
pH	7,387	7,410	7,200		
TDS	77.122,88	81.822,76	47.264,44		

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

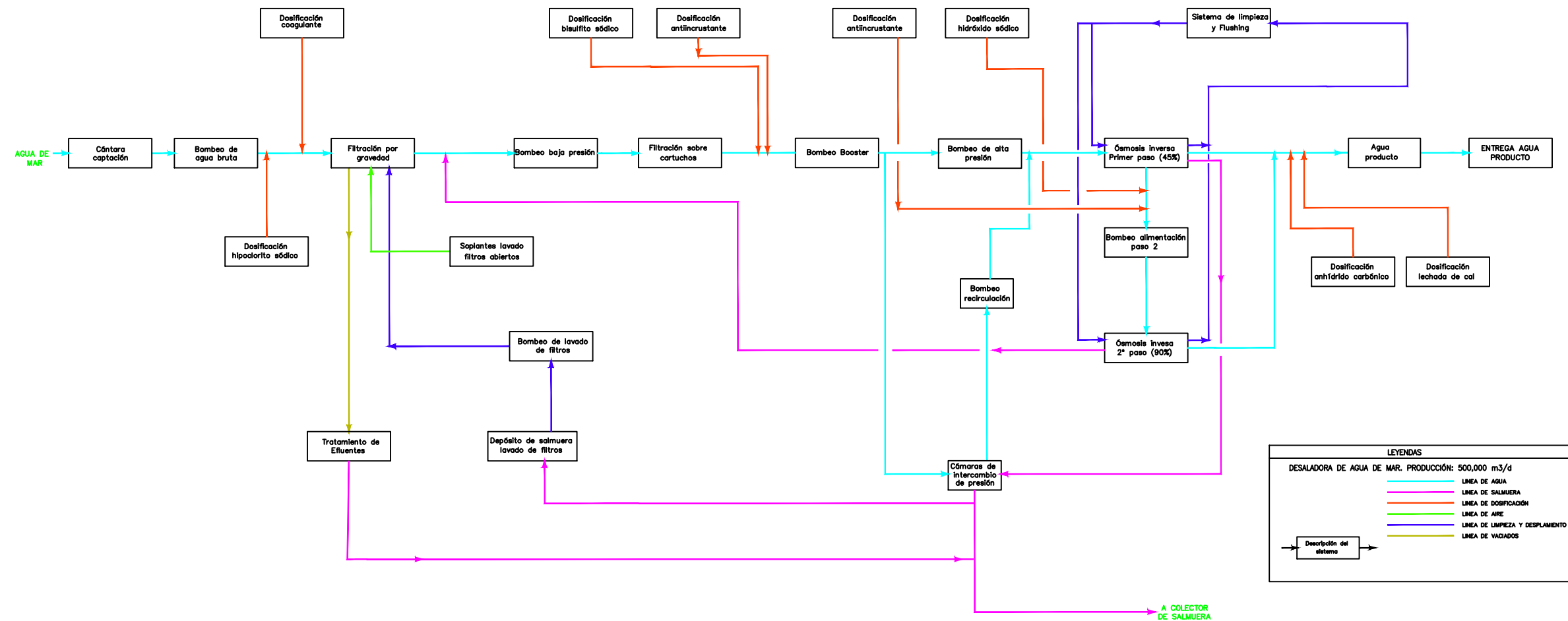
**ANEXO 4. DIAGRAMA DE BLOQUES
DEL PROCESO.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	29-05-19	R.B.C.		
COMPROBADO	12-06-19	M.C.A.		
ESCALA:	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA			Nº PLANO ANEXO 4
	DIAGRAMA DE BLOQUES			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 5. DIMENSIONAMIENTO DEL
PROCESO PARA UNA
CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE
BORO EN EL PERMEADO DE 1ppm.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

1. DATOS INICIALES

Origen del agua:

MAR

Tipo de toma:

ABIERTA

Nº Líneas PRIMER PASO

50

Nº Líneas SEGUNDO PASO

25

CAUDALES MEDIOS: DOBLE PASO DE OI. Rechazo 2º paso recirculado al pretratamiento

CONVERSIONES Y SPLIT

Pretratamiento: etapa 1

12°C

25°C

98,0%

98,0%

Pretratamiento: etapa 2

100,0%

100,0%

Conversion paso 1 de OI

45,0%

45,0%

Conversion paso 2 de OI

100,0%

89,9%

Conversion Global

44,1%

43,1%

Split 2º paso de OI

100,0%

60,5%

Split= Q aporte paso 2 de OI / Q permeado total paso 1 de OI

PRODUCCIÓN FINAL REQUERIDA

Caudal TOTAL producto

500.000

500.000

m³/día

20.833

20.833

m³/h

5.787

5.787

l/seg

PRETRATAMIENTO: ETAPA 1

Caudal mínimo de aporte según proyecciones

1.111.100

1.278.600

Caudal TOTAL DE APOORTE Calculado

1.111.111

1.157.281

m³/día

(agua bruta + realimentado rechazo paso 2)

46.296

48.220

m³/h

12.860

13.394

l/seg

Caudal TOTAL PRETRATADO

1.111.111

1.157.281

m³/día

46.296

48.220

m³/h

12.860

13.394

l/seg

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

PRIMER PASO DE OI

Caudal TOTAL DE APOORTE

1.111.111	1.157.281	m ³ /día
46.296	48.220	m ³ /h
12.860	13.394	l/seg

Caudal DE PERMEADO (lado frontal)

500.000	315.070	m ³ /día
20.833	13.128	m ³ /h
5.787	3.647	l/seg

Caudal DE PERMEADO (lado trasera)

0	205.707	m ³ /día
0	8.571	m ³ /h
0	2.381	l/seg

Caudal TOTAL DE PERMEADO

500.000	520.776	m ³ /día
20.833	21.699	m ³ /h
5.787	6.028	l/seg

Caudal TOTAL DE RECHAZO

611.111	636.504	m ³ /día
25.463	26.521	m ³ /h
7.073	7.367	l/seg

SEGUNDO PASO DE OI

Caudal TOTAL DE APOORTE

0	205.707	m ³ /día
0	8.571	m ³ /h
0	2.381	l/seg

Caudal TOTAL DE PERMEADO

0	184.930	m ³ /día
0	7.705	m ³ /h
0	2.140	l/seg

Caudal TOTAL DE RECHAZO

0	20.776	m ³ /día
0	866	m ³ /h
0	240	l/seg

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

2. TUBERÍA DE CAPTACIÓN

2.1. CAPTACIÓN

Caudal agua bruta	47.241	48.321	m ³ /h
Caudal aclarado filtración abierta	2.054	2.080	m ³ /h
Caudal máximo	49.295	50.401	m ³ /h
Nº colectores en operación	1	1	uds
Caudal unitario	49.295	50.401	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2,00	
Tubería de captación	2000,00	2,23
Material:	HDPE	

2.2. TAMIZ DE CAPTACIÓN

Caudal agua bruta	47.241	48.321	m ³ /h
Caudal por filtro	11.810	12.080	m ³ /h
Capacidad del filtro seleccionada	12.000	12.000	m ³ /h
Nº tamices en operación	4	4	uds
Diámetro de malla	5 x 5	5 x 5	mm
Potencia	5,50	5,50	kW

2.2.1. Bombeo limpieza del tamiz

Caudal de limpieza	25,00	m ³ /h
Presión de operación	45,00	mca
Nº Unidades en operación	1,00	uds
Nº Unidades en reserva	1,00	uds
Caudal unitario	25,00	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,65	
Viscosidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	5,07	kW aproximados
Potencia motor	7,50	kW

Diámetros de tubería

	<u>Dint. (mm)</u>	<u>Veloc. (m/s)</u>	<u>DN</u>
Nº de colectores	1,00		
Impulsión	73,60	1,63	90,00
Material:	PP PN10		

2.3 BOMBEO CAPTACIÓN

Caudales inferiores a los necesitados debido a la recirculación de la salmuera del segundo paso.

Caudal nominal	47.241,1	48.320,8	m ³ /h
Caudal maximal	49.295,1	50.400,8	m ³ /h

No. Bombas en operación:	6	6	uds
No. Bombas en reserva:	1	1	uds
Caudal nominal unitario:	7.874	8.053	m ³ /h
Caudal maximo unitario:	8.216	8.400	m ³ /h
Caudal seleccionado:	8.800	8.800	m ³ /h

Diámetros de tubería

	<u>Dint. (mm)</u>	<u>Velocidad (m/s)</u>
Nº de colectores	2	
Colector común a planta desaladora	2000	2,23
Tubería aspiración individual	2000	0,73
Tubería descarga individual	1400	1,48
Material:	GRP	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Pérdida de carga de tuberías

Factor de fricción	0,00931	
Rugosidad absoluta	0,000023	m
Rugosidad relativa	0,000012	m
Densidad agua de mar	1027	kg/m ³
Viscosidad agua de mar	0,00088	kg/s/m
Reynolds	5230547,72	
Caudal máximo	7,00	m ³ /s
Velocidad	2,23	m/s
Diámetro de la tubería	2,0	m
Longitud de la tubería	500,0	m
Pérdida de carga en tubería	0,59	m

	nº	k	Pérdida de carga (m)
Te		1,00	0,00 m
Codo 45		0,35	0,00 m
Codo 90	5	0,75	0,95 m

Presión de trabajo seleccionada:

Nivel del agua en la captación	0,00	m
Altura manométrica de la planta desaladora	9,00	m
Pérdida de carga total en la tubería	1,59	m
Pérdida de carga mezclador estático	0,5	m
Total:	11,10	m
Se adoptan bombas de caudal:	8.800,0	m ³ /h
y altura manométrica:	12,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,03	
Potencia absorbida	350	kW aproximados
Potencia motor	450	kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

3. PRETRATAMIENTO

3.1 FILTRACIÓN DE ARENA POR GRAVEDAD

Caudal nominal	47.241,1	48.320,8	m ³ /h
Caudal máximo	47.241,1	48.320,8	m ³ /h

No. de unidades en operación	48	48	uds
Caudal nominal unitario	984,2	1.006,7	m ³ /h
Caudal máximo unitario	984,2	1.006,7	m ³ /h

Velocidad de diseño de filtración:	8,00	8,00	m/h
Superficie necesaria:	123,02	125,84	m ²

Filtro de gravedad

Configuración

Longitud

Ancho

Superficie unitaria:

Superficie total:

horizontal	
16.000	mm
8.000	mm
128,00	m ²
6144,00	m ²

Velocidad filtración

Velocidad filtración con 2

filtro de 1ª etapa en limpieza

Velocidad filtración con 2

filtro de 2ª etapa en limpieza

7,7	7,9	m/h
8,0	8,2	m/h
7,7	7,9	m/h

Primera capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,60	m
1.4-2.5	mm
Antracita	

Segunda capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,90	m
0.75-1.2	mm
Arena	

Tercera capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,20	m
0.3-0.6	mm
Granate	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Cuarta capa

Altura lecho	0,10	m
Granulometría	1.5-2.5	mm
Material	Granate	
Altura total del lecho	1,80	m

Volumen aproximado 1ª capa

Altura lecho:	0,60	m
Volumen:	76,80	m ³ , aprox.
Densidad real:	1400,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	107.520	Kg, aprox.

Volumen aproximado 2ª capa

Altura lecho:	0,90	m
Volumen:	115,20	m ³ , aprox.
Densidad real:	2600,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	299.520	Kg, aprox.

Volumen aproximado 3ª capa

Altura lecho:	0,20	m
Volumen:	25,60	m ³ , aprox.
Densidad real:	4100,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	104.960	Kg, aprox.

Volumen aproximado 4ª capa

Altura lecho:	0,10	m
Volumen:	12,80	m ³ , aprox.
Densidad real:	4100,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	52.480	Kg, aprox.

Volumen agua

Altura lecho:	1,80	m
Volumen:	230,40	m ³ , aprox.
Densidad real:	1023,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	235.699	Kg, aprox.

Peso total del lecho	747.699	Kg, aprox.
----------------------	---------	------------

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería individual de entrada/salida	500	1,42

Backwash de filtros:

Ciclo de lavado:

1º Eliminación capa superficial de suciedad. Salmuera a contracorriente.

Velocidad de lavado	15	m/h
Tiempo de lavado	3	minutos

2º Fricción de los granos de material filtrante. Separación de las partículas retendidas con flujo de aire a contracorriente.

Velocidad de lavado (aire)	55	m/h
Tiempo de lavado	3	minutos

3º Fluidificación del lecho, eliminación de las partículas separadas.
Salmuera contracorriente

Velocidad de lavado	40	m/h
Tiempo de lavado	15	minutos

4º Aclarado del lecho, eliminación de salmuera. Agua bruta equicorriente.

Velocidad de lavado	8,0	m/h
Tiempo de lavado	30	min
Nº de filtros en aclarado	2	
Caudal total seleccionado:	2054,0	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

3.1.1. Bombeo de backwash

Velocidad mínima de backwash	15	m ³ /m ² /h
Nº de filtros en backwash	2	
Superficie unitaria	128,00	m ²
Caudal total seleccionado:	3840,0	m ³ /h

Velocidad máxima de backwash	40	m ³ /m ² /h
Nº de filtros en backwash	2	
Superficie unitaria	128,00	m ²
Caudal total seleccionado:	10240,00	m ³ /h

Presión de trabajo:	2	bar
Nº de bombas en operación	2	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	5120,0	m ³ /h
Margen seguridad	0	%
Caudal seleccionado	5220	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:	5.220,0	m ³ /h
y altura manométrica:	20,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,88	
Densidad fluido	1,06	
Potencia absorbida	355,4	Kw
Potencia motor	400	kw

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad(m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común descarga	800	2,83
Tubería individual aspiración	1200	1,26
Tubería individual descarga	800	2,83

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

3.1.2. Backwash con aire:

Necesidades de aire de lavado:	55	m ³ /m ² /h
Número de filtros en lavado simultaneo	2	
Superficie de filtración unitaria:	128,00	m ²
Caudal necesario:	14080	m ³ /h
Nº unidades en operación:	2	
Nº unidades en reserva:	1	
Caudal adoptado:	7.040	m ³ /h

Se adoptan soplantes de:	7.040,0	Nm ³ /h a 0,6 bar
Potencia absorbida	156	Kw
Potencia del motor	200	Kw

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	1	
Colector individual descarga	300	13,83
Colector común descarga	400	15,56

3.1.3 Tanque de salmuera para backwash de filtros

Volumen limpieza un filtro (salmuera)	1.376,00	m ³
Total volumen limpieza x2 filtros (salmuera)	2.752,00	m ³
Total volumen limpieza x2 filtros (enjuague agua bruta)	2.053,96	m ³
Total volumen limpieza mitad los filtros (salmuera)	33.024,00	m ³
Total volumen limpieza todos los filtros (salmuera)	66.048,00	m ³

Total salmuera para 2 filtros de backwash	2.752	m ³
Volumen extra	30%	
Mínimo volumen de almacenamiento	3.578	m ³

Número de tanques de salmuera	2,0	units
Dimensiones tanque: ancho	25,0	m
Dimensiones tanque: largo	25,0	m
Dimensiones tanque: alto	6,0	m
Volumen por tanque	3.750	m ³
Total Volumen	7.500	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

3.2 BOMBEO DE BAJA PRESIÓN

Caudal nominal	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
Caudal máximo	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
No. unidades en operación	12	12	
No. unidades en reserva	1	1	
Caudal nominal unitario	3858,02	4018,34	m ³ /h
Caudal máximo unitario	3858,02	4018,34	m ³ /h
Caudal seleccionado	4500	4500	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común descarga	2000	2,13
Tubería individual aspiración	1200	1,11
Tubería individual descarga	800	2,49

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida presión en mezcladores estaticos.	0,05	bar
Pérdida presión en 2ª etapa filtración	0,00	bar
Pérdida presión de filtros de cartuchos	0,80	bar
Pérdida de presión en tuberías	0,50	bar
Pérdida de presión en ERS	2,00	bar
Cota de terreno	0,50	bar
Total:	38,13	m
Se adoptan bombas de caudal:	4.500,0	m ³ /h
y altura manométrica:	40,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97
Rendimiento bomba	0,88	0,88
Densidad fluido	1,03	1,03
Potencia absorbida	485,9	506,1 kW
Potencia motor	800	800 kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Tanque de baja presión

Tiempo de retención	15	15	min
Volumen del tanque	11574	12055	m ³
Volumen seleccionado	13.000	13.000	m ³
Nº de vasos	2	2	
Volumen de cada vaso	6.500	6.500	m ³

3.4 FILTROS DE CARTUCHO

Caudal nominal	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
----------------	----------	----------	-------------------

Con el fin de someter al agua filtrada a una microfiltración de seguridad, se hará pasar por filtros de polipropileno bobinado de paso 5 micras.

Nº de unidades en operación	32	32	uds
Nº de unidades en reserva	0	0	uds
Caudal nominal unitario	1446,8	1506,9	m ³ /h

Velocidad de filtración seleccionada	13,0	13,0	m/h
Superficie requerida	111,29	115,91	m ²
Tamaño de cartucho	70	70	"
Superficie unitaria cartuchos:	0,3350	0,3350	m ² /unit
Nº de cartuchos necesarios:	332	346	units
Se adoptan filtros de:	410	410	units
Material:	GRP	GRP	

Velocidad de filtración	10,53	10,97	m/h
Velocidad de filtración de 10"	0,50	0,53	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común entrada/salida	2.000	4,26
Tubería individual entrada/salida	500	2,13
Material:	GRP	

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA**
Dimensionamiento B<1ppm

4. TRATAMIENTO QUÍMICO

4.1 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO

Caudal nominal	47.241	48.321	m ³ /h
DOSIS	medio 5,00	máximo 15,00	ppm
Tipo de dosificación:	Choque	Choque	
Periodo de funcionamiento	5,0	5,0	h/dia
Dosis seleccionada	8,00	8,00	ppm
Riqueza producto comercial	125	125	g/l
Densidad del producto	1,24	1,24	Kg/l
Consumo nominal	3023,43	3092,53	l/h
Consumo máximo	3154,89	3225,65	l/h
Consumo diario	15774,44	16128,25	l/dia
No. Bombas en operación	4	4	
No. Bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario requerido	788,72	806,41	l/h
Caudal seleccionado	1000	1000	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	dia
Volumen necesario	1.015,87	1.039,09	m ³
Nº de tanque	4	4	
Volumen por tanque	254	260	m ³
Volumen seleccionado	250	250	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<1ppm**

4.2. COAGULANTE PRIMERA ETAPA DE FILTRACIÓN

Caudal nominal	47.241,1	48.320,8	m ³ /h
Caudal máximo	49.295,1	50.400,8	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continua	Continua	
Periodo de operación	24	24	h
Dosis	2,00	2,00	ppm
Consumo nominal	168,7	172,6	l/h
Consumo máximo	176,1	180,0	l/h
Consumo diario	4225	4320	l/dia
Producto químico	Ferric chloride	Ferric chloride	
Concentración	40,00	40,00	%
Densidad	1,40	1,40	Kg/l
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	44,01	45,00	l/h
Caudal seleccionado	50	50	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	dia
Volumen necesario	56,69	57,98	m ³
Nº de tanque	2	2	
Volumen por tanque	28	29	m ³
Volumen seleccionado	60	60	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

4.4. METABISULFITO SÓDICO

Caudal nominal	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
DOSIS	media	máxima	
	5,00	10,00	ppm
Tipo de dosificación	Choque	Choque	
Periodo de operación	7	7	h/day
Dosis	6,00	6,00	ppm
Caudal nominal	555,6	578,6	l/h
Caudal máximo	555,6	578,6	l/h
Consumo diario	3888,9	4050,5	l/día
Concentración	500,00	500,00	g/l
Densidad	1,32	1,32	Kg/l
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	139	145	l/h
Caudal seleccionado	160	160	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	día
Volumen necesario	186,67	194,42	m ³
Nº de tanque	2	2	
Volumen por tanque	93	97	m ³
Volumen seleccionado	100	100	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<1ppm**

4.5. ANTINCRUSTANTE 1^{ER} PASO

Caudal nominal	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo		
Periodo de operación	24 h		
Dosis	1,00	1,00	ppm
Densidad	1,36	1,36	Kg/l
Caudal nominal	34,04	35,46	l/h
Caudal máximo	34,04	35,46	l/h
Consumo diario	816,99	850,94	l/día
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	8,51	8,86	l/h
Caudal seleccionado	12,00	12,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	días
Volumen necesario	11,4	11,9	m ³
Nº de depósitos	1	1	
Volumen por tanque	11	12	m ³
Volumen seleccionado	15	15	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<1ppm**

4.6. ANTINCRUSTANTE 2º PASO

Caudal nominal	0,0	8.571,1	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo	Continuo	
Periodo de operación	24	24	h
Dosis	1,50	1,50	ppm
Densidad	1,36	1,36	Kg/l
Caudal nominal	0,00	9,45	l/h
Consumo diario	0,00	226,88	l/day
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	0,00	2,36	l/h
Caudal seleccionado	6,00	6,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	days
Volumen necesario	0,0	3,2	m ³
Nº de depósitos	1	1	
Volumen por tanque	0,0	3,2	m ³
Volumen seleccionado	10	10	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

4.7. HIDRÓXIDO SÓDICO

Caudal nominal	0,0	8.571,1	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo		
Periodo de operación	24 h		
Dosis	2,84	10,37	ppm
Concentración	50,00	50,00	%
Densidad	1,43	1,43	Kg/l
Caudal nominal	0,0	124,3	l/h
Caudal máximo	0,0	124,3	l/h
Consumo diario	0,0	2983,5	l/day
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	0,00	31,08	l/h
Caudal seleccionado	60,00	60,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14,00	14,00	days
Volumen necesario	0,00	41,77	m ³
Nº de depósitos	2	2	
Volumen por tanque	0,0	20,9	
Volumen seleccionado	40	40	m ³

Cálculo de la resistencia eléctrica

Temp. de congelación	12 ° C
Temperatura inicial	13 ° C
Temperatura final	14 ° C
Volumen depósito	40,00 m ³
Tiempo	1,20 h

P = W / t =	58,06 kW
Unidades	1,00
Potencia unit.	58,06
Selección:	75 Kw

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<1ppm

5. OSMOSIS INVERSA

5.1 BOMBEO BOOSTER

Caudal OI:	46.296,3	48.220,0	m ³ /h
Caudal a bomba de HP:	20.833,3	21.699,0	m ³ /h
Caudal al ERD	25.463,0	26.521,0	m ³ /h

Nº de bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario:	833,3	868,0	m ³ /h
Caudal lubricación	19,1	24,4	
Caudalunitario	852,4	892,4	
Caudal seleccionado	900	1.000	m ³ /h

Presión de trabajo seleccionada:

Presión de aspiración	2,00	2,00	bar
Presión diferencial bombas de HP	63,0	63,0	bar
Pérdida presión en tuberías	1,5	1,5	bar
Presión necesaria en el permeado	1,0	1,0	bar
Presión máxima de OI	72,9	70,2	bar
Presión nominal	72,9	70,2	bar
Presión mínima de OI	72,9	70,2	bar

Presion diferencial	10,4	7,7	bar
Presion diferencial	103,0	76,6	m.c.a.

Se adoptan bombas de caudal:
y altura manométrica:

1.000,0	m ³ /h
105,0	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97	
Rendimiento bomba	0,83	0,83	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	306,4	238,7	kW aprox.
Potencia motor	400	400	kW

Sobredimensionar para compensar arranques.

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

5.2 BOMBEO ALTA PRESIÓN

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, la presión necesaria en impulsión de la bomba de alta presión es de:

Nº de bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario	852,4	892,4	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:	1.000,0	m ³ /h
y altura manométrica:	623,9	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97	
Rendimiento bomba	0,88	0,88	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	1745,0	1826,7	kW aprox.
Potencia motor	2.500	2.500	kW

5.3 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Tipo de sistema seleccionado:	ERI	ERI	
Modelo de cámara:	PXQ300	PXQ300	
Caudal total	25.463,0	26.521,0	m ³ /h
Nº de líneas	25	25	uds
Caudal unitario por línea	1.018,5	1.060,8	m ³ /h
Nº de cámaras en operación	18	18	uds
Caudal por cámara	56,58	58,94	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

5.4 BOMBEO DE RECIRCULACIÓN

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, y el recuperador de energía el caudal y presión de la bomba de recirculación es de:

Nº bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario	1.018,5	1.060,8	m ³ /h
Caudal de lubricación	19,1	24,4	m ³ /h
Caudal unitario	999,4	1.036,4	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:
y altura manométrica:

1.150,0	m ³ /h
40,8	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	0,96	
Rendimiento bomba	0,86	0,86	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	138,6	143,7	kW aprox.
Potencia motor	200	200	kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

5.5 BOMBEO ALTA PRESIÓN 2º PASO

Volumen tanque aspiración

Volumen del tanque	4862 m ³
Volumen del tanque +30%	6321
Volumen seleccionado	4.000 m ³
Nº de vasos	2 uds
Volumen de cada vaso	2.000 m ³

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, la presión necesaria en impulsión de la bomba de alimentación al segundo paso es:

Caudal	0,0	8.571,1 m ³ /h
Nº de bombas en operación	25	25 uds
Nº de bombas en reserva	0	0 uds
Caudal unitario	0	343 m ³ /h

Presión máxima OI	0,0	12,1 bar
Presión mínima OI	0,0	6,2 bar
Presion nominal OI	0,0	11,5
Pérdida presión de tuberías	0,0	1,5 bar
Presión necesaria en el permeado	0,0	1,0 bar

Máxima presión diferencial	0,0	14,6 bar
Mínima presión diferencial	0,0	8,7 bar
Presion diferencial	0,0	14,0 bar
Presion diferencial	0,0	142,9 m

Se adoptan bombas de caudal:	1.000,0 m ³ /h
y altura manométrica:	148,5 m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97
Rendimiento bomba	0,86	0,86
Densidad fluido	1,00	1,00
Potencia absorbida	0,0	160,2
Potencia motor	560	560

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<1ppm**

5.6 OSMOSIS INVERSA

Producción nominal	500.000	500.000	m ³ /d
Producción nominal	20.833	20.833	m ³ /h
Nº bastidores 1er paso	50	50	uds
Nº bastidores 2º paso	50	50	uds
Producción 1er paso	20.833	21.699	m ³ /d
Producción 2º paso	0	7.705	m ³ /d
Conversión global	44,10%	43,11%	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Configuración de los bastidores de OI:

Nº de pasos	2	uds
Nº etapas 1er paso	1	uds
Nº etapas 2º paso	2	uds
Nº tubos de presión 1er paso	130	uds
Nº tubos de presión 2º paso	57	uds
Nº tubos de presión 2ª paso/1ª etapa	38	uds
Nº tubos de presión 2ª paso/2ª etapa	19	uds
Nº de membranas/tubo. 1er paso	7	uds
Nº de membranas/tubo. 2º paso	6	uds
Nº total de membranas 1er paso	45.500	uds
Nº total de membranas 2º paso	17.100	uds
Nº total de membranas	62.600	uds

Presión de diseño de los tubos de presión

Presión de operación	72,9	bar
Presión en psi	1056,7	psi
Presión seleccionada	1.200	psi

2nd Pass

Presión de operación	14,6	bar
Presión en psi	211,0	psi
Presión seleccionada	300	psi

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

6. EQUIPO DE LIMPIEZA DE MEMBRANA

Con el fin de poder realizar limpiezas de membranas con los reactivos adecuados, se incluye un sistema de limpieza química que consiste en los siguientes elementos:

- Bomba de limpieza química
- Depósito de Limpieza y desplazamiento
- Microfiltración

Se adoptan los mismos equipos para los dos pasos de ósmosis inversa.

Bombeo de flushing

Nº de tubos	130	uds
Volumen interior de un tubo	0,250	m ³
Volumen interior de los tubos	32,50	m ³
Tiempo de flushing	12	min
Caudal requerido de flushing	162	m ³ /h
Material:	AISI - 316 L	

ERD Flushing

Nº de cámaras de ERD	18	units
Caudal requerido por cámara	45,0	m ³ /h
Volumen requerido de flushing	810	m ³ /h

Bombas de flushing

Caudal requerido	972	m ³ /h
Nº de bombas en operación	1	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	972	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida de carga de las membranas	2,5	bar
Pérdida de presión en cartuchos	1,0	bar
Pérdida de presión en tuberías	1,0	bar
Total:	4,5	bar

Se adoptan bombas de caudal:	1.105,0	m ³ /h
y altura manométrica:	45,9	m
Material:	AISI - 316 L	

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	176,5	kW aprox.
Potencia motor	200,0	kW

Bombeo CIP

Nº tubos a ser limpiados	130	UDS
Caudal requerido por tubo	7,00	m ³ /h
Caudal necesario	910	m ³ /h
Nº bombas en operación:	1	units
Nº bombas en reserva:	1	units
Caudal unitario	910	m ³ /h

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida de carga de las membranas	2,5	bar
Pérdida de presión en cartuchos	1,0	bar
Pérdida de presión en tuberías	1,0	bar
Total:	4,5	bar

Se adoptan bombas de caudal:	1.600,0	m ³ /h
y altura manométrica:	45,9	m
Material:	AISI - 316 L	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Veloc. (m/s)
Nº colectores	1,0 €	
Colector de aspiración	700,0 €	1,15
Colector de impulsión	500,0 €	2,26
Material	GRP	

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	254,8	kW aprox.
Potencia motor	315,0	kW

Microfiltración CIP

Caudal a ser filtrado	1600,00	m ³ /h
Nº de unidades en operación	1	uds
Nº de unidades en reserva	0	uds
Caudal unitario a ser filtrado	1600,0	m ³ /h
Velocidad de filtración seleccionada	20,0	m/h
Superficie requerida	80,00	m ²
Tamaño del cartuchos	70	"
Superficie del cartucho	0,2871	m ² /uds
Nº de cartuchos necesarios	279	uds
Filtro seleccionado con	300	uds
Material:	GRP	
Caudal por 10" de cartucho	0,76	m ³ /h

Tanque de flushing

El volumen de agua necesaria para desplazar 1 bastidor

Volumen del bastidor	32,50	m ³
Volumen del ERD	162,00	m ³
Volumen total	194,50	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Depósito de CIP

Las tuberías de impulsión y retorno de reactivos tiene las siguientes características:

Diametro	500,00	mm
Sección	0,20	m ²
Longitud	500,00	m
Volumen tuberías	98,17	m ³
Nº de tubos	130	uds
Volumen de cada tubo	0,250	m ³
Volumen total por tubos en 1 bastidor	32,50	m ³
Volumen requerido	130,67	m ³
Volumen seleccionado	150,00	m ³

Cálculo de la resistencia eléctrica

Temperatura inicial	16,00	° C
Temperatura final	35,00	° C
Volumen a calentar	150,00	m ³
Tiempo	8,00	h
P = W / t =	413,65	Kw
Nº de resistencias	3	units
Potencia unitaria	137,9	KW
Potencia seleccionada	150,0	KW

Tanque de mezcla con agitador

Volumen de disolución	5	m ³
Nº de depósitos	1	uds

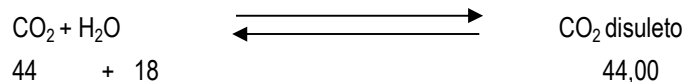
Bomba de transferencia

Caudal seleccionado	25	m ³ /h
Presión de operación	2	bar
Nº de unidades en operación	1	uds
Nº de unidades en reserva	1	uds

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<1ppm**

7. POSTRATAMIENTO CON CAL

7.1. DOSIFICACIÓN CO₂



Dosificación al 100% de concentración	35,00 g CO ₂ /m ³
Caudal a postratamiento	20.833,3 m ³ /h
Consumo total de CO ₂	729,2 kg/h
Consumo total de CO ₃	17.500,0 kg/día
Autonomía de almacenamiento	10,00 día
Nº de tanques	2,00 uds
Volumen tanque	87,50 Tn
Volumen seleccionado	100 Tn

Bomba dilución

Caudal	520,8 m ³ /h
Numero de líneas	2,0 uds
Caudal unitario	260,4 m ³ /h
Caudal seleccionado	270,0 m ³ /h
Presión necesaria	2,2 mca
Rendimiento motor	0,85
Rendimiento bomba	0,75
Densidad fluido	1,03
Potencia absorbida	2,7 kW aprox.
Potencia motor	4,0 kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

7.2. DOSIFICACIÓN DE CAL

Reacción	$\text{Ca(OH)}_2 +$	$2\text{CO}_2 +$	H_2O	$\rightleftharpoons$	$2(\text{HCO}_3)^-$	$+ \text{Ca}^{2+}$
PM (g/mol)	74,00	88,00			122,00	40,00
Reacción (ppm)	43,00	51,14			70,89	23,24

Dosificación al 100% de concentración	29,50	g $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$
Concentración del producto comercial	94,00	%

Caudal postratamiento	20833,33	m^3/h
-----------------------	----------	-----------------------

Consumo total de Ca(OH)_2	653,81	kg/h
Consumo total de Ca(OH)_3	15691,49	kg/día

Autonomía de almacenamiento	10,00	día
Densidad	0,53	kg/l
Capacidad	296,07	m^3
Nº de tanques	2,00	uds
Volumen tanque	148,03	Tn
Volumen seleccionado	150	Tn

La lechada de cal es de 1 al 6% para evitar incrustaciones y bloqueos en las tuberías

Bomba lechada de cal

Concentración de la lechada de cal	4,5	%
	45,00	kg/m^3

Nº de bombas en operación	2,0	€ units
Nº de bombas en reserva	1,0	€ units

Caudal total	14,53	m^3/h
Caudal unitario	7,26	m^3/h
Caudal seleccionado	8,00	m^3/h
Altura manométrica	51,00	mca

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<1ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,85	
Rendimiento bomba	0,80	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	1,63	kW aprox.
Potencia motor	2,20	kW

Depósito lechada de cal

Capacidad de almacenamiento	30	min
Nº de depósitos	2	
Volumen del depósito	3,63	m ³
Volumen seleccionado	5	m ³

Bomba de permeado

Solubilidad de la cal a 30 °C	1,53	kg/m ³
Eficiencia del saturador	90	%
Caudal de permeado para saturador	474,81	m ³ /h
Nº de bombas en operación	2,00	units
Nº de bombas en reserva	1,00	units
Caudal unitario	237,40	m ³ /h
Caudal seleccionado	240,00	m ³ /h
Altura manométrica	20,00	mca

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,75	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	18,42	kW aprox.
Potencia motor	22,00	kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Saturador

Velocidades ascensionales recomendadas (carga hidráulica)

Sobre superficie de decantación	2,20	m ³ /h/m ²
Sobre superficie total	2,50	m ³ /h/m ²
Carga hidráulica adoptada	2,50	m ³ /h/m ²
Caudal total de aporte a saturadores	489,34	m ³ /h
Nº de saturadores	4,00	
Superficie total necesaria	195,74	m ²
Superficie unitaria necesaria	48,93	
Diámetro necesario	7,89	m
Diámetro adoptado	8,00	m
Area saturador adoptado	50,27	m ²
Velocidad ascensional real	2,4	m/h

Depósito de agua saturada

Tiempo de retención	10,00	min
Caudal de agua saturada	489,34	m ³ /h
Volumen	81,56	m ³
Volumen seleccionado	60,0	m ³

Bombeo agua saturada

Caudal	489,34	m ³ /h
Nº de bombas en operación	2,00	units
Nº de bombas en reserva	1,00	units
Caudal unitario	244,67	m ³ /h
Caudal seleccionado	250	m ³ /h
Altura manométrica	20,00	mca

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<1ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,79	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	18,04	kW aprox.
Potencia motor	22	kW

7.3. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO

Caudal nominal **20.833,3** m³/h

Dosis	1,00	ppm
Concentración	125	g/l
Densidad	1,24	Kg/l

Consumo nominal	166,67	l/h
Consumo diario	4000,00	l/día
Nº de bombas en operación	4	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	41,67	l/h
Caudal seleccionado	50	l/h

Capacidad de almacenamiento	14	días
Volumen necesario	56	m ³
Nº de depósitos	1	uds
Volumen por depósito	56	m ³
Volumen seleccionado	60	m ³

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 6. DIMENSIONAMIENTO DEL
PROCESO PARA UNA
CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE
BORO EN EL PERMEADO DE 0.5ppm.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

1. DATOS INICIALES

Origen del agua:

MAR

Tipo de toma:

ABIERTA

Nº Líneas PRIMER PASO

50

Nº Líneas SEGUNDO PASO

25

CAUDALES MEDIOS: DOBLE PASO DE OI. Rechazo 2º paso recirculado al pretratamiento

CONVERSIONES Y SPLIT

Pretratamiento: etapa 1

12°C

25°C

98,0%

98,0%

Pretratamiento: etapa 2

100,0%

100,0%

Conversion paso 1 de OI

45,0%

45,0%

Conversion paso 2 de OI

100,0%

86,9%

Conversion Global

44,1%

40,7%

Split 2º paso de OI

100,0%

0,0%

Split= Q aporte paso 2 de OI / Q permeado total paso 1 de OI

PRODUCCIÓN FINAL REQUERIDA

Caudal TOTAL producto

500.000

500.000

m³/día

20.833

20.833

m³/h

5.787

5.787

l/seg

PRETRATAMIENTO: ETAPA 1

Caudal mínimo de aporte según proyecciones

1.111.100

1.278.600

Caudal TOTAL DE APOORTE Calculado

1.111.111

1.278.609

m³/día

(agua bruta + realimentado rechazo paso 2)

46.296

53.275

m³/h

12.860

14.799

l/seg

Caudal TOTAL PRETRATADO

1.111.111

1.278.609

m³/día

46.296

53.275

m³/h

12.860

14.799

l/seg

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

PRIMER PASO DE OI

Caudal TOTAL DE APOORTE

1.111.111	1.278.609	m ³ /día
46.296	53.275	m ³ /h
12.860	14.799	l/seg

Caudal DE PERMEADO (lado frontal)

500.000	0	m ³ /día
20.833	0	m ³ /h
5.787	0	l/seg

Caudal DE PERMEADO (lado trasera)

0	575.374	m ³ /día
0	23.974	m ³ /h
0	6.659	l/seg

Caudal TOTAL DE PERMEADO

500.000	575.374	m ³ /día
20.833	23.974	m ³ /h
5.787	6.659	l/seg

Caudal TOTAL DE RECHAZO

611.111	703.235	m ³ /día
25.463	29.301	m ³ /h
7.073	8.139	l/seg

SEGUNDO PASO DE OI

Caudal TOTAL DE APOORTE

0	575.374	m ³ /día
0	23.974	m ³ /h
0	6.659	l/seg

Caudal TOTAL DE PERMEADO

0	500.000	m ³ /día
0	20.833	m ³ /h
0	5.787	l/seg

Caudal TOTAL DE RECHAZO

0	75.374	m ³ /día
0	3.141	m ³ /h
0	872	l/seg

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

2. TUBERÍA DE CAPTACIÓN

2.1. CAPTACIÓN

Caudal agua bruta	47.241	51.158	m ³ /h
Caudal aclarado filtración abierta	2.054	2.080	m ³ /h
Caudal máximo	49.295	53.238	m ³ /h
Nº colectores en operación	1	1	uds
Caudal unitario	49.295	53.238	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2,00	
Tubería de captación	2000,00	2,35
Material:	HDPE	

2.2. TAMIZ DE CAPTACIÓN

Caudal agua bruta	47.241	51.158	m ³ /h
Caudal por filtro	11.810	12.789	m ³ /h
Capacidad del filtro seleccionada	12.000	12.000	m ³ /h
Nº tamices en operación	4	4	uds
Diámetro de malla	5 x 5	5 x 5	mm
Potencia	5,50	5,50	kW

2.2.1. Bombeo limpieza del tamiz

Caudal de limpieza	25,00	m ³ /h
Presión de operación	45,00	mca
Nº Unidades en operación	1,00	uds
Nº Unidades en reserva	1,00	uds
Caudal unitario	25,00	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,65	
Viscosidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	5,07	kW aproximados
Potencia motor	7,50	kW

Diámetros de tubería

	<u>Dint. (mm)</u>	<u>Veloc. (m/s)</u>	<u>DN</u>
Nº de colectores	1,00		
Impulsión	73,60	1,63	90,00
Material:	PP PN10		

2.3 BOMBEO CAPTACIÓN

Caudales inferiores a los necesitados debido a la recirculación de la salmuera del segundo paso.

Caudal nominal	47.241,1	51.157,9	m ³ /h
Caudal maximal	49.295,1	53.237,9	m ³ /h

No. Bombas en operación:	6	6	uds
No. Bombas en reserva:	1	1	uds
Caudal nominal unitario:	7.874	8.526	m ³ /h
Caudal maximo unitario:	8.216	8.873	m ³ /h
Caudal seleccionado:	8.800	8.800	m ³ /h

Diámetros de tubería

	<u>Dint. (mm)</u>	<u>Velocidad (m/s)</u>
Nº de colectores	2	
Colector común a planta desaladora	2000	2,35
Tubería aspiración individual	2000	0,73
Tubería descarga individual	1400	1,48
Material:	GRP	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

Pérdida de carga de tuberías

Factor de fricción	0,00931	
Rugosidad absoluta	0,000023	m
Rugosidad relativa	0,000012	m
Densidad agua de mar	1027	kg/m ³
Viscosidad agua de mar	0,00088	kg/s/m
Reynolds	5524987,52	
Caudal máximo	7,39	m ³ /s
Velocidad	2,35	m/s
Diámetro de la tubería	2,0	m
Longitud de la tubería	500,0	m
Pérdida de carga en tubería	0,66	m

	nº	k	Pérdida de carga (m)
Te		1,00	0,00 m
Codo 45		0,35	0,00 m
Codo 90	5	0,75	1,06 m

Presión de trabajo seleccionada:

Nivel del agua en la captación	0,00	m
Altura manométrica de la planta desaladora	9,00	m
Pérdida de carga total en la tubería	1,66	m
Pérdida de carga mezclador estático	0,5	m
Total:	11,17	m
Se adoptan bombas de caudal:	8.800,0	m ³ /h
y altura manométrica:	12,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,03	
Potencia absorbida	352	kW aproximados
Potencia motor	450	kW

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA**
Dimensionamiento B<0,5ppm

3. PRETRATAMIENTO

3.1 FILTRACIÓN DE ARENA POR GRAVEDAD

Caudal nominal	47.241,1	51.157,9	m ³ /h
Caudal máximo	47.241,1	51.157,9	m ³ /h

No. de unidades en operación	48	48	uds
Caudal nominal unitario	984,2	1.065,8	m ³ /h
Caudal máximo unitario	984,2	1.065,8	m ³ /h

Velocidad de diseño de filtración:	8,00	8,00	m/h
Superficie necesaria:	123,02	133,22	m ²

Filtro de gravedad

Configuración

Longitud

Ancho

Superficie unitaria:

Superficie total:

horizontal	
16.000	mm
8.000	mm
128,00	m ²
6144,00	m ²

Velocidad filtración

Velocidad filtración con 2

filtro de 1ª etapa en limpieza

Velocidad filtración con 2

filtro de 2ª etapa en limpieza

7,7	8,3	m/h
8,0	8,7	m/h
7,7	8,3	m/h

Primera capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,60	m
1.4-2.5	mm
Antracita	

Segunda capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,90	m
0.75-1.2	mm
Arena	

Tercera capa

Altura lecho

Granulometría

Material

0,20	m
0.3-0.6	mm
Granate	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

Cuarta capa

Altura lecho	0,10	m
Granulometría	1.5-2.5	mm
Material	Granate	

Altura total del lecho	1,80	m
------------------------	------	---

Volumen aproximado 1ª capa

Altura lecho:	0,60	m
Volumen:	76,80	m ³ , aprox.
Densidad real:	1400,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	107.520	Kg, aprox.

Volumen aproximado 2ª capa

Altura lecho:	0,90	m
Volumen:	115,20	m ³ , aprox.
Densidad real:	2600,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	299.520	Kg, aprox.

Volumen aproximado 3ª capa

Altura lecho:	0,20	m
Volumen:	25,60	m ³ , aprox.
Densidad real:	4100,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	104.960	Kg, aprox.

Volumen aproximado 4ª capa

Altura lecho:	0,10	m
Volumen:	12,80	m ³ , aprox.
Densidad real:	4100,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	52.480	Kg, aprox.

Volumen agua

Altura lecho:	1,80	m
Volumen:	230,40	m ³ , aprox.
Densidad real:	1023,00	kg/m ³
Peso en Kg/ filtro	235.699	Kg, aprox.

Peso total del lecho	747.699	Kg, aprox.
----------------------	---------	------------

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería individual de entrada/salida	500	1,51

Backwash de filtros:

Ciclo de lavado:

1º Eliminación capa superficial de suciedad. Salmuera a contracorriente.

Velocidad de lavado	15	m/h
Tiempo de lavado	3	minutos

2º Fricción de los granos de material filtrante. Separación de las partículas retendidas con flujo de aire a contracorriente.

Velocidad de lavado (aire)	55	m/h
Tiempo de lavado	3	minutos

3º Fluidificación del lecho, eliminación de las partículas separadas.
Salmuera contracorriente

Velocidad de lavado	40	m/h
Tiempo de lavado	15	minutos

4º Aclarado del lecho, eliminación de salmuera. Agua bruta equicorriente.

Velocidad de lavado	8,0	m/h
Tiempo de lavado	30	min
Nº de filtros en aclarado	2	
Caudal total seleccionado:	2054,0	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

3.1.1. Bombeo de backwash

Velocidad mínima de backwash	15	m ³ /m ² /h
Nº de filtros en backwash	2	
Superficie unitaria	128,00	m ²
Caudal total seleccionado:	3840,0	m ³ /h

Velocidad máxima de backwash	40	m ³ /m ² /h
Nº de filtros en backwash	2	
Superficie unitaria	128,00	m ²
Caudal total seleccionado:	10240,00	m ³ /h

Presión de trabajo:	2	bar
Nº de bombas en operación	2	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	5120,0	m ³ /h
Margen seguridad	0	%
Caudal seleccionado	5220	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:	5.220,0	m ³ /h
y altura manométrica:	20,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,88	
Densidad fluido	1,06	
Potencia absorbida	355,4	Kw
Potencia motor	400	kw

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad(m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común descarga	800	2,83
Tubería individual aspiración	1200	1,26
Tubería individual descarga	800	2,83

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

3.1.2. Backwash con aire:

Necesidades de aire de lavado:	55	m ³ /m ² /h
Número de filtros en lavado simultaneo	2	
Superficie de filtración unitaria:	128,00	m ²
Caudal necesario:	14080	m ³ /h
Nº unidades en operación:	2	
Nº unidades en reserva:	1	
Caudal adoptado:	7.040	m ³ /h

Se adoptan soplantes de:	7.040,0	Nm ³ /h a 0,6 bar
Potencia absorbida	156	Kw
Potencia del motor	200	Kw

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	1	
Colector individual descarga	300	13,83
Colector común descarga	400	15,56

3.1.3 Tanque de salmuera para backwash de filtros

Volumen limpieza un filtro (salmuera)	1.376,00	m ³
Total volumen limpieza x2 filtros (salmuera)	2.752,00	m ³
Total volumen limpieza x2 filtros (enjuague agua bruta)	2.053,96	m ³
Total volumen limpieza mitad los filtros (salmuera)	33.024,00	m ³
Total volumen limpieza todos los filtros (salmuera)	66.048,00	m ³

Total salmuera para 2 filtros de backwash	2.752	m ³
Volumen extra	30%	
Mínimo volumen de almacenamiento	3.578	m ³

Número de tanques de salmuera	2,0	units
Dimensiones tanque: ancho	25,0	m
Dimensiones tanque: largo	25,0	m
Dimensiones tanque: alto	6,0	m
Volumen por tanque	3.750	m ³
Total Volumen	7.500	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

3.2 BOMBEO DE BAJA PRESIÓN

Caudal nominal	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
Caudal máximo	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
No. unidades en operación	12	12	
No. unidades en reserva	1	1	
Caudal nominal unitario	3858,02	4439,61	m ³ /h
Caudal máximo unitario	3858,02	4439,61	m ³ /h
Caudal seleccionado	4500	4500	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común descarga	2000	2,36
Tubería individual aspiración	1200	1,11
Tubería individual descarga	800	2,49

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida presión en mezcladores estatic.	0,05	bar
Pérdida presión en 2ª etapa filtración	0,00	bar
Pérdida presión de filtros de cartuchos	0,80	bar
Pérdida de presión en tuberías	0,50	bar
Pérdida de presión en ERS	2,00	bar
Cota de terreno	0,50	bar

Total: 38,13 m

Se adoptan bombas de caudal:	4.500,0	m ³ /h
y altura manométrica:	40,0	m.

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97
Rendimiento bomba	0,88	0,88
Densidad fluido	1,03	1,03
Potencia absorbida	485,9	559,1 kW
Potencia motor	800	800 kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Tanque de baja presión

Tiempo de retención	15	15	min
Volumen del tanque	11574	13319	m ³
Volumen seleccionado	13.000	13.000	m ³
Nº de vasos	2	2	
Volumen de cada vaso	6.500	6.500	m ³

3.4 FILTROS DE CARTUCHO

Caudal nominal	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
----------------	----------	----------	-------------------

Con el fin de someter al agua filtrada a una microfiltración de seguridad, se hará pasar por filtros de polipropileno bobinado de paso 5 micras.

Nº de unidades en operación	32	32	uds
Nº de unidades en reserva	0	0	uds
Caudal nominal unitario	1446,8	1664,9	m ³ /h

Velocidad de filtración seleccionada	13,0	13,0	m/h
Superficie requerida	111,29	128,07	m ²
Tamaño de cartucho	70	70	"
Superficie unitaria cartuchos:	0,3350	0,3350	m ² /unit
Nº de cartuchos necesarios:	332	382	units
Se adoptan filtros de:	410	410	units
Material:	GRP	GRP	

Velocidad de filtración	10,53	12,12	m/h
Velocidad de filtración de 10"	0,50	0,58	m ³ /h

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Velocidad (m/s)
Nº de colectores	2	
Colector común entrada/salida	2.000	4,71
Tubería individual entrada/salida	500	2,36
Material:	GRP	

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

4. TRATAMIENTO QUÍMICO

4.1 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO

Caudal nominal	47.241	51.158	m ³ /h
DOSIS	medio 5,00	máximo 15,00	ppm
Tipo de dosificación:	Choque	Choque	
Periodo de funcionamiento	5,0	5,0	h/dia
Dosis seleccionada	8,00	8,00	ppm
Riqueza producto comercial	125	125	g/l
Densidad del producto	1,24	1,24	Kg/l
Consumo nominal	3023,43	3274,11	l/h
Consumo máximo	3154,89	3407,23	l/h
Consumo diario	15774,44	17036,14	l/dia
No. Bombas en operación	4	4	
No. Bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario requerido	788,72	851,81	l/h
Caudal seleccionado	1000	1000	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	dia
Volumen necesario	1.015,87	1.100,10	m ³
Nº de tanque	4	4	
Volumen por tanque	254	275	m ³
Volumen seleccionado	250	250	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

4.2. COAGULANTE PRIMERA ETAPA DE FILTRACIÓN

Caudal nominal	47.241,1	51.157,9	m ³ /h
Caudal máximo	49.295,1	53.237,9	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continua	Continua	
Periodo de operación	24	24	h
Dosis	2,00	2,00	ppm
Consumo nominal	168,7	182,7	l/h
Consumo máximo	176,1	190,1	l/h
Consumo diario	4225	4563	l/dia
Producto químico	Ferric chloride	Ferric chloride	
Concentración	40,00	40,00	%
Densidad	1,40	1,40	Kg/l
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	44,01	47,53	l/h
Caudal seleccionado	50	50	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	dia
Volumen necesario	56,69	61,39	m ³
Nº de tanque	2	2	
Volumen por tanque	28	31	m ³
Volumen seleccionado	60	60	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

4.4. METABISULFITO SÓDICO

Caudal nominal	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
DOSIS	media	máxima	
	5,00	10,00	ppm
Tipo de dosificación	Choque	Choque	
Periodo de operación	7	7	h/day
Dosis	6,00	6,00	ppm
Caudal nominal	555,6	639,3	l/h
Caudal máximo	555,6	639,3	l/h
Consumo diario	3888,9	4475,1	l/día
Concentración	500,00	500,00	g/l
Densidad	1,32	1,32	Kg/l
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	139	160	l/h
Caudal seleccionado	160	160	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	día
Volumen necesario	186,67	214,81	m ³
Nº de tanque	2	2	
Volumen por tanque	93	107	m ³
Volumen seleccionado	100	100	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

4.5. ANTINCRUSTANTE 1^{ER} PASO

Caudal nominal	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo		
Periodo de operación	24 h		
Dosis	1,00	1,00	ppm
Densidad	1,36	1,36	Kg/l
Caudal nominal	34,04	39,17	l/h
Caudal máximo	34,04	39,17	l/h
Consumo diario	816,99	940,15	l/día
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	8,51	9,79	l/h
Caudal seleccionado	12,00	12,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	días
Volumen necesario	11,4	13,2	m ³
Nº de depósitos	1	1	
Volumen por tanque	11	13	m ³
Volumen seleccionado	15	15	m ³

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

4.6. ANTINCRUSTANTE 2º PASO

Caudal nominal	0,0	23.973,9	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo	Continuo	
Periodo de operación	24	24	h
Dosis	1,50	1,50	ppm
Densidad	1,36	1,36	Kg/l
Caudal nominal	0,00	26,44	l/h
Consumo diario	0,00	634,60	l/day
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	0,00	6,61	l/h
Caudal seleccionado	6,00	6,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14	14	days
Volumen necesario	0,0	8,9	m ³
Nº de depósitos	1	1	
Volumen por tanque	0,0	8,9	m ³
Volumen seleccionado	10	10	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

4.7. HIDRÓXIDO SÓDICO

Caudal nominal	0,0	23.973,9	m ³ /h
Tipo de dosificación	Continuo		
Periodo de operación	24 h		
Dosis	2,84	10,37	ppm
Concentración	50,00	50,00	%
Densidad	1,43	1,43	Kg/l
Caudal nominal	0,0	347,7	l/h
Caudal máximo	0,0	347,7	l/h
Consumo diario	0,0	8344,9	l/day
Nº de bombas en operación	4	4	
Nº de bombas en reserva	1	1	
Caudal unitario	0,00	86,93	l/h
Caudal seleccionado	60,00	60,00	l/h
Capacidad de almacenamiento	14,00	14,00	days
Volumen necesario	0,00	116,83	m ³
Nº de depósitos	2	2	
Volumen por tanque	0,0	58,4	
Volumen seleccionado	40	40	m ³

Cálculo de la resistencia eléctrica

Temp. de congelación	12 ° C
Temperatura inicial	13 ° C
Temperatura final	14 ° C
Volumen depósito	40,00 m ³
Tiempo	1,20 h

P = W / t =	58,06 kW
Unidades	1,00
Potencia unit.	58,06
Selección:	75 Kw

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

5. OSMOSIS INVERSA

5.1 BOMBEO BOOSTER

Caudal OI:	46.296,3	53.275,4	m ³ /h
Caudal a bomba de HP:	20.833,3	23.973,9	m ³ /h
Caudal al ERD	25.463,0	29.301,5	m ³ /h

Nº de bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario:	833,3	959,0	m ³ /h
Caudal lubricación	19,1	24,4	
Caudalunitario	852,4	983,4	
Caudal seleccionado	900	1.000	m ³ /h

Presión de trabajo seleccionada:

Presión de aspiración	2,00	2,00	bar
Presión diferencial bombas de HP	63,0	63,0	bar
Pérdida presión en tuberías	1,5	1,5	bar
Presión necesaria en el permeado	1,0	1,0	bar
Presión máxima de OI	72,9	72,5	bar
Presión nominal	72,9	72,5	bar
Presión mínima de OI	72,9	72,9	bar

Presion diferencial	10,4	10,0	bar
Presion diferencial	103,0	99,0	m.c.a.

Se adoptan bombas de caudal:
y altura manométrica:

1.000,0	m ³ /h
105,0	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97	
Rendimiento bomba	0,83	0,83	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	306,4	339,8	kW aprox.
Potencia motor	400	400	kW

Sobredimensionar para compensar arranques.

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

5.2 BOMBEO ALTA PRESIÓN

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, la presión necesaria en impulsión de la bomba de alta presión es de:

Nº de bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario	852,4	983,4	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:	1.000,0	m ³ /h
y altura manométrica:	623,9	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97	
Rendimiento bomba	0,88	0,88	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	1745,0	2013,0	kW aprox.
Potencia motor	2.500	2.500	kW

5.3 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Tipo de sistema seleccionado:	ERI	ERI	
Modelo de cámara:	PXQ300	PXQ300	
Caudal total	25.463,0	29.301,5	m ³ /h
Nº de líneas	25	25	uds
Caudal unitario por línea	1.018,5	1.172,1	m ³ /h
Nº de cámaras en operación	18	18	uds
Caudal por cámara	56,58	65,11	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

5.4 BOMBEO DE RECIRCULACIÓN

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, y el recuperador de energía el caudal y presión de la bomba de recirculación es de:

Nº bombas en operación	25	25	uds
Caudal unitario	1.018,5	1.172,1	m ³ /h
Caudal de lubricación	19,1	24,4	m ³ /h
Caudal unitario	999,4	1.147,7	m ³ /h

Se adoptan bombas de caudal:
y altura manométrica:

1.150,0	m ³ /h
40,8	m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	0,96	
Rendimiento bomba	0,86	0,86	
Densidad fluido	1,03	1,03	
Potencia absorbida	138,6	159,1	kW aprox.
Potencia motor	200	200	kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

5.5 BOMBEO ALTA PRESIÓN 2º PASO

Volumen tanque aspiración

Volumen del tanque	4862 m ³
Volumen del tanque +30%	6321
Volumen seleccionado	4.000 m ³
Nº de vasos	2 uds
Volumen de cada vaso	2.000 m ³

De acuerdo al cálculo realizado de diseño de membranas, la presión necesaria en impulsión de la bomba de alimentación al segundo paso es:

Caudal	0,0	23.973,9 m ³ /h
Nº de bombas en operación	25	25 uds
Nº de bombas en reserva	0	0 uds
Caudal unitario	0	959 m ³ /h

Presión máxima OI	0,0	12,1 bar
Presión mínima OI	0,0	6,2 bar
Presion nominal OI	0,0	11,5
Pérdida presión de tuberías	0,0	1,5 bar
Presión necesaria en el permeado	0,0	1,0 bar

Máxima presión diferencial	0,0	14,6 bar
Mínima presión diferencial	0,0	8,7 bar
Presion diferencial	0,0	14,0 bar
Presion diferencial	0,0	142,9 m

Se adoptan bombas de caudal:	1.000,0 m ³ /h
y altura manométrica:	148,5 m

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,97	0,97
Rendimiento bomba	0,86	0,86
Densidad fluido	1,00	1,00
Potencia absorbida	0,0	448,1
Potencia motor	560	560

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

5.6 OSMOSIS INVERSA

Producción nominal	500.000	500.000	m ³ /d
Producción nominal	20.833	20.833	m ³ /h
Nº bastidores 1er paso	50	50	uds
Nº bastidores 2º paso	50	50	uds
Producción 1er paso	20.833	23.974	m ³ /d
Producción 2º paso	0	20.833	m ³ /d
Conversión global	44,10%	40,72%	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Configuración de los bastidores de OI:

Nº de pasos	2	uds
Nº etapas 1er paso	1	uds
Nº etapas 2º paso	2	uds
Nº tubos de presión 1er paso	130	uds
Nº tubos de presión 2º paso	57	uds
Nº tubos de presión 2ª paso/1ª etapa	38	uds
Nº tubos de presión 2ª paso/2ª etapa	19	uds
Nº de membranas/tubo. 1er paso	7	uds
Nº de membranas/tubo. 2º paso	6	uds
Nº total de membranas 1er paso	45.500	uds
Nº total de membranas 2º paso	17.100	uds
Nº total de membranas	62.600	uds

Presión de diseño de los tubos de presión

Presión de operación	72,9	bar
Presión en psi	1056,7	psi
Presión seleccionada	1.200	psi

2nd Pass

Presión de operación	14,6	bar
Presión en psi	211,0	psi
Presión seleccionada	300	psi

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

6. EQUIPO DE LIMPIEZA DE MEMBRANA

Con el fin de poder realizar limpiezas de membranas con los reactivos adecuados, se incluye un sistema de limpieza química que consiste en los siguientes elementos:

- Bomba de limpieza química
- Depósito de Limpieza y desplazamiento
- Microfiltración

Se adoptan los mismos equipos para los dos pasos de ósmosis inversa.

Bombeo de flushing

Nº de tubos	130	uds
Volumen interior de un tubo	0,250	m ³
Volumen interior de los tubos	32,50	m ³
Tiempo de flushing	12	min
Caudal requerido de flushing	162	m ³ /h
Material:	AISI - 316 L	

ERD Flushing

Nº de cámaras de ERD	18	units
Caudal requerido por cámara	45,0	m ³ /h
Volumen requerido de flushing	810	m ³ /h

Bombas de flushing

Caudal requerido	972	m ³ /h
Nº de bombas en operación	1	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	972	m ³ /h

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida de carga de las membranas	2,5	bar
Pérdida de presión en cartuchos	1,0	bar
Pérdida de presión en tuberías	1,0	bar
Total:	4,5	bar

Se adoptan bombas de caudal:	1.105,0	m ³ /h
y altura manométrica:	45,9	m
Material:	AISI - 316 L	

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	176,5	kW aprox.
Potencia motor	200,0	kW

Bombeo CIP

Nº tubos a ser limpiados	130	UDS
Caudal requerido por tubo	7,00	m ³ /h
Caudal necesario	910	m ³ /h
Nº bombas en operación:	1	units
Nº bombas en reserva:	1	units
Caudal unitario	910	m ³ /h

Presión de trabajo seleccionada:

Pérdida de carga de las membranas	2,5	bar
Pérdida de presión en cartuchos	1,0	bar
Pérdida de presión en tuberías	1,0	bar
Total:	4,5	bar

Se adoptan bombas de caudal:	1.600,0	m ³ /h
y altura manométrica:	45,9	m
Material:	AISI - 316 L	

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Diámetros de tubería

	Dint. (mm)	Veloc. (m/s)
Nº colectores	1,0 €	
Colector de aspiración	700,0 €	1,15
Colector de impulsión	500,0 €	2,26
Material	GRP	

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,96	
Rendimiento bomba	0,82	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	254,8	kW aprox.
Potencia motor	315,0	kW

Microfiltración CIP

Caudal a ser filtrado	1600,00	m ³ /h
Nº de unidades en operación	1	uds
Nº de unidades en reserva	0	uds
Caudal unitario a ser filtrado	1600,0	m ³ /h
Velocidad de filtración seleccionada	20,0	m/h
Superficie requerida	80,00	m ²
Tamaño del cartuchos	70	"
Superficie del cartucho	0,2871	m ² /uds
Nº de cartuchos necesarios	279	uds
Filtro seleccionado con	300	uds
Material:	GRP	
Caudal por 10" de cartucho	0,76	m ³ /h

Tanque de flushing

El volumen de agua necesaria para desplazar 1 bastidor

Volumen del bastidor	32,50	m ³
Volumen del ERD	162,00	m ³
Volumen total	194,50	m ³

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Depósito de CIP

Las tuberías de impulsión y retorno de reactivos tiene las siguientes características:

Diametro	500,00	mm
Sección	0,20	m ²
Longitud	500,00	m
Volumen tuberías	98,17	m ³
Nº de tubos	130	uds
Volumen de cada tubo	0,250	m ³
Volumen total por tubos en 1 bastidor	32,50	m ³
Volumen requerido	130,67	m ³
Volumen seleccionado	150,00	m ³

Cálculo de la resistencia eléctrica

Temperatura inicial	16,00	° C
Temperatura final	35,00	° C
Volumen a calentar	150,00	m ³
Tiempo	8,00	h
P = W / t =	413,65	Kw
Nº de resistencias	3	units
Potencia unitaria	137,9	KW
Potencia seleccionada	150,0	KW

Tanque de mezcla con agitador

Volumen de disolución	5	m ³
Nº de depósitos	1	uds

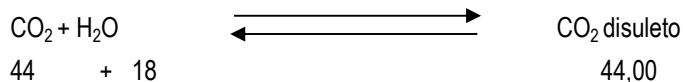
Bomba de transferencia

Caudal seleccionado	25	m ³ /h
Presión de operación	2	bar
Nº de unidades en operación	1	uds
Nº de unidades en reserva	1	uds

**TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE
AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
Dimensionamiento B<0,5ppm**

7. POSTRATAMIENTO CON CAL

7.1. DOSIFICACIÓN CO₂



Dosificación al 100% de concentración	35,00 g CO ₂ /m ³
Caudal a postratamiento	20.833,3 m ³ /h
Consumo total de CO ₂	729,2 kg/h
Consumo total de CO ₃	17.500,0 kg/día
Autonomía de almacenamiento	10,00 día
Nº de tanques	2,00 uds
Volumen tanque	87,50 Tn
Volumen seleccionado	100 Tn

Bomba dilución

Caudal	520,8 m ³ /h
Numero de líneas	2,0 uds
Caudal unitario	260,4 m ³ /h
Caudal seleccionado	270,0 m ³ /h
Presión necesaria	2,2 mca
Rendimiento motor	0,85
Rendimiento bomba	0,75
Densidad fluido	1,03
Potencia absorbida	2,7 kW aprox.
Potencia motor	4,0 kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

7.2. DOSIFICACIÓN DE CAL

Reacción	$\text{Ca(OH)}_2 +$	$2\text{CO}_2 +$	H_2O	$\rightleftharpoons$	$2(\text{HCO}_3)^-$	$+ \text{Ca}^{2+}$
PM (g/mol)	74,00	88,00			122,00	40,00
Reacción (ppm)	43,00	51,14			70,89	23,24

Dosificación al 100% de concentración	29,50	g $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$
Concentración del producto comercial	94,00	%

Caudal postratamiento	20833,33	m^3/h
-----------------------	----------	-----------------------

Consumo total de Ca(OH)_2	653,81	kg/h
Consumo total de Ca(OH)_3	15691,49	kg/día

Autonomía de almacenamiento	10,00	día
Densidad	0,53	kg/l
Capacidad	296,07	m^3
Nº de tanques	2,00	uds
Volumen tanque	148,03	Tn
Volumen seleccionado	150	Tn

La lechada de cal es de 1 al 6% para evitar incrustaciones y bloqueos en las tuberías

Bomba lechada de cal

Concentración de la lechada de cal	4,5	%
	45,00	kg/m^3

Nº de bombas en operación	2,0	€ units
Nº de bombas en reserva	1,0	€ units

Caudal total	14,53	m^3/h
Caudal unitario	7,26	m^3/h
Caudal seleccionado	8,00	m^3/h
Altura manométrica	51,00	mca

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA Dimensionamiento B<0,5ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,85	
Rendimiento bomba	0,80	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	1,63	kW aprox.
Potencia motor	2,20	kW

Depósito lechada de cal

Capacidad de almacenamiento	30	min
Nº de depósitos	2	
Volumen del depósito	3,63	m ³
Volumen seleccionado	5	m ³

Bomba de permeado

Solubilidad de la cal a 30 °C	1,53	kg/m ³
Eficiencia del saturador	90	%
Caudal de permeado para saturador	474,81	m ³ /h
Nº de bombas en operación	2,00	units
Nº de bombas en reserva	1,00	units
Caudal unitario	237,40	m ³ /h
Caudal seleccionado	240,00	m ³ /h
Altura manométrica	20,00	mca

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,75	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	18,42	kW aprox.
Potencia motor	22,00	kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

Saturador

Velocidades ascensionales recomendadas (carga hidráulica)

Sobre superficie de decantación	2,20	m ³ /h/m ²
Sobre superficie total	2,50	m ³ /h/m ²
Carga hidráulica adoptada	2,50	m ³ /h/m ²
Caudal total de aporte a saturadores	489,34	m ³ /h
Nº de saturadores	4,00	
Superficie total necesaria	195,74	m ²
Superficie unitaria necesaria	48,93	
Diámetro necesario	7,89	m
Diámetro adoptado	8,00	m
Area saturador adoptado	50,27	m ²
Velocidad ascensional real	2,4	m/h

Depósito de agua saturada

Tiempo de retención	10,00	min
Caudal de agua saturada	489,34	m ³ /h
Volumen	81,56	m ³
Volumen seleccionado	60,0	m ³

Bombeo agua saturada

Caudal	489,34	m ³ /h
Nº de bombas en operación	2,00	units
Nº de bombas en reserva	1,00	units
Caudal unitario	244,67	m ³ /h
Caudal seleccionado	250	m ³ /h
Altura manométrica	20,00	mca

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Dimensionamiento B<0,5ppm

Cálculo aproximado de la potencia del motor

Rendimiento motor	0,93	
Rendimiento bomba	0,79	
Densidad fluido	1,00	
Potencia absorbida	18,04	kW aprox.
Potencia motor	22	kW

7.3. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO

Caudal nominal **20.833,3** m³/h

Dosis	1,00	ppm
Concentración	125	g/l
Densidad	1,24	Kg/l

Consumo nominal	166,67	l/h
Consumo diario	4000,00	l/día
Nº de bombas en operación	4	uds
Nº de bombas en reserva	1	uds
Caudal unitario	41,67	l/h
Caudal seleccionado	50	l/h

Capacidad de almacenamiento	14	días
Volumen necesario	56	m ³
Nº de depósitos	1	uds
Volumen por depósito	56	m ³
Volumen seleccionado	60	m ³

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 7. SIMULACIONES DE
SISTEMA DE REMINIERALIZACIÓN
MEDIANTE Water!Pro™.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

Treating Drinking Water

Step 1: Initial Water Characteristics		Save (S#) Retrive (R#) Data	
Enter source water characteristics.		S1 S2 S3 S4 S5 R1 R2 R3 R4 R5	
Source Point:	Clear Lake		
Date of Sample:	mayo 5, 2014		
Plant Flow Rate =	20833 m ³ /hr	347216,667 L/min	
TDS =	188 mg/L	0,00469 mol/L, Ionic Strength	
pH =	5.22	field pH is recommended	
Total Alkalinity =	-0,32506 mg/L as CaCO ₃	000 meq/L	
Calcium (Total) =	0,8 mg/L Ca ²⁺	1,97 mg/L as CaCO ₃	
Water Temperature =	12,0 °C (temp. at which pH was analyzed)		
Field Water Temperature =	12,0 °C (operating temperature at facility)		
Cl ⁻ =	108,7 mg/L	153,4 mg/L as CaCO ₃	
SO ₄ ²⁻ =	4,2 mg/L	4,4 mg/L as CaCO ₃	
Mg ²⁺ =	2,0 mg/L	8,3 mg/L as CaCO ₃	
If alkalinity is unknown, then enter target DIC and click "Find Alk" button.			
Target DIC		mg/L as C 0,0 mg/L as CaCO ₃	
Enter source water characteristics (optional)			
UVA-254 =		1/cm, UV Absorption %UVI: 100	
DOC =		mg/L as C (Dissolved Organic Carbon)	
Raw Water Turbidity =		NTU SUVA = -	

Step 3: Chemical Interim Addition: Source Water Treatment	
Source Water Treatment - Acid/Base Addition	
Hydrochloric Acid (HCl)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Sulfuric Acid (H ₂ SO ₄)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) +/-	mg/L 113,71 mg/L as CaCO ₃
Ca(OH) ₂ (100% hydrated Lime)	mg/L 54,06 mg/L as CaCO ₃
CaO (100% Quicklime)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Soda Ash (Na ₂ CO ₃)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Cautic Soda (NaOH)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Sodium Bicarbonate (NaHCO ₃)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Source Water Treatment - Coagulant Addition	
Primary Coagulant	5% Acid Alum*14.3H ₂ O
Secondary Coagulant	No Secondary Coagulant
5% Acid Alum*14.3H ₂ O	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
No Secondary Coagulant	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃

Step 5: Chemical Addition: Finished Water Treatment	
Soda Ash (Na ₂ CO ₃)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
*Potash (K ₂ CO ₃)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Cautic Soda (NaOH)	mg/L 3,38 mg/L as CaCO ₃
Potassium Hydroxide (KOH)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Sodium Bicarbonate (NaHCO ₃)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
CaCO ₃ (Limestone)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Orthophosphate as PO ₄ ³⁻	mg/L 0,00 mg/L as P
Aeration (CO ₂) (-)	mg/L 0,00 mg/L as CaCO ₃
Disinfection & Fluoridation	
Chlorine Gas (Cl ₂)	mg/L as Cl ₂
Sodium Hypochlorite (NaOCl)	mg/L as Cl ₂
Calcium Hypochlorite (Ca(OCl) ₂)	mg/L as Cl ₂
Hydrofluosilic Acid (H ₂ SiF ₆)	mg/L 0,00 mg/L as F
Sodium Silicofluoride (Na ₂ SiF ₆)	mg/L 0,00 mg/L as F

Copyright © 98-15 Schott Software, all rights reserved.

(707)822-2001;pin11086, 6/9/15

Step 2: Initial Results (Before Chemical Addition)	
Theoretical initial water characteristics, corrosion indices & metals after temperature correction.	
pH =	5,22
Acidity =	0,33 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) =	0 mg/L as CO _{2(leg)}
DIC =	0 mg/L as CaCO ₃
Corrosion Indices	
Aggressive Index (AI) =	#NUM!
Ryznar Index (RI) =	N/A
Langelier Index, Calcite =	N/A
CCPP =	-11,8
B ₁₄₂₀ + B _{CO3} =	#DIV/0!
Alk/(Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻) =	0,0
Select water temp. for Pb & Cu and select copper solid(s) for calculations	
Field Temperature	Temperature @ 25C
Copper II at Field Temp. =	N/A
Lead II at 25C =	1859023 #DIV/0!
pH ₂₅ =	5,22
Click button for Guidance on Lead & Copper Treatment	
Applies to data in Steps 2 or 6	

Step 4: Interim Results (After Chemical Addition)	
Theoretical interim water characteristics	
pH =	7,63
Total Alkalinity =	53,7 mg/L as CaCO ₃
Total Calcium =	22,4 mg/L Ca ²⁺
Acidity =	60,0 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) =	2,84 mg/L as CO _{2(leg)}
DOC Reduction after Coagulant/Acid/Base Addition	
DOC =	mg/L as C
% of DOC Reduced =	DOC Removed = - mg/L as C
Nonsorbable DOC =	mg/L as C
Aluminum Added =	0,000 mmol/L, 000 mg/L
Ferric Added =	0,000 mmol/L, 000 mg/L
Sludge Production =	0 lbs per MG 0,0 Kg/1000 m ³

Step 6: Final Results (After Corrosion Control Treatment)	
Theoretical interim water characteristics, corrosion indices & metals (before CaCO ₃ precipitation).	
pH =	8,47
Total Alkalinity =	57,1 mg/L as CaCO ₃
Total Calcium =	22,4 mg/L Ca ²⁺
Acidity =	56,6 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) =	0,43 mg/L as CO _{2(leg)}
DIC =	113,71 mg/L as CaCO ₃
Corrosion Indices	
Aggressive Index (AI) =	12,0
Ryznar Index (RI) =	8,37
Langelier Index, Calcite =	0,05
CCPP =	0,3
B ₁₄₂₀ + B _{CO3} + B _{PO4} =	0,061
Alk/(Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻) =	0,4
Copper II at Field Temp. =	0,09 mg/L as copper II at dissolution; Cupric Hydroxide, light blue/green
Lead II at 25C =	0,181 mg/L as lead II at dissolution; Basic Lead Carbonate (hydrocerussite)
pH ₂₅ =	8,33

Treating Drinking Water

Step 1: Initial Water Characteristics		Save (S#) / Retrieve (R#) Data	
Enter source water characteristics.		S1 S2 S3 S4 S5 R1 R2 R3 R4 R5	
Source Point:	Clear Lake		
Date of Sample:	May 5, 2014		
Plant Flow Rate =	20833 m ³ /hr	347216.667 L/min	
TDS =	146 mg/L	0.00365 mol/L. Ionic Strength	
pH =	5.47	field pH is recommended	
Total Alkalinity =	1.0 mg/L as CaCO ₃	000 meq/L	
Calcium (Total) =	0.6 mg/L Ca ²⁺	1.43 mg/L as CaCO ₃	
Water Temperature =	25.0 °C	(temp. at which pH was analyzed)	
Field Water Temperature =	25.0 °C	(operating temperature at facility)	
Cl ⁻ =	84.2 mg/L	118.8 mg/L as CaCO ₃	
SO ₄ ²⁻ =	3.1 mg/L	3.2 mg/L as CaCO ₃	
Mg ²⁺ =	1.5 mg/L	6.0 mg/L as CaCO ₃	
If alkalinity is unknown, then enter target DIC and click "Find Alk" button.			
Target DIC		mg/L as C	0.0 mg/L as CaCO ₃
Enter source water characteristics (optional)			
UVA-254 =		1/cm, UV Absorption	%UVT: 100
DOC =		mg/L as C (Dissolved Organic Carbon)	
Raw Water Turbidity =		NTU	SUVA = -

Step 3: Chemical Interim Addition: Source Water Treatment	
Source Water Treatment - Acid/Base Addition	
Hydrochloric Acid (HCl)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Sulfuric Acid (H ₂ SO ₄)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) +/-	97.79 mg/L as CaCO ₃
Ca(OH) ₂ (100% hydrated Lime)	39.8 mg/L as CaCO ₃
CaO (100% Quicklime)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Soda Ash (Na ₂ CO ₃)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Caustic Soda (NaOH)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Sodium Bicarbonate (NaHCO ₃)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Source Water Treatment - Coagulant Addition	
Primary Coagulant	
5% Acid Alum*14.3H ₂ O	No Secondary Coagulant
5% Acid Alum*14.3H ₂ O	0.00 mg/L as CaCO ₃
No Secondary Coagulant	0.00 mg/L as CaCO ₃

Step 5: Chemical Addition: Finished Water Treatment	
Soda Ash (Na ₂ CO ₃)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Potash (K ₂ CO ₃)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Caustic Soda (NaOH)	3.38 mg/L as CaCO ₃
Potassium Hydroxide (KOH)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Sodium Bicarbonate (NaHCO ₃)	0.00 mg/L as CaCO ₃
CaCO ₃ (Limestone)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Orthophosphate as PO ₄ ³⁻	0.00 mg/L as P
Aeration (CO ₂) (-)	0.00 mg/L as CaCO ₃
Disinfection & Fluoridation	
Chlorine Gas (Cl ₂)	mg/L as Cl ₂
Sodium Hypochlorite (NaOCl)	mg/L as Cl ₂
Calcium Hypochlorite (Ca(OCl) ₂)	mg/L as Cl ₂
Hydrofluosilicic Acid (H ₂ SiF ₆)	0.00 mg/L as F ⁻
Sodium Silicofluoride (Na ₂ SiF ₆)	0.00 mg/L as F ⁻

Copyright © 08-15 Schott Software, all rights reserved.

(707)322-2001, p.11088, 03/15

Step 2: Initial Results (Before Chemical Addition)	
Theoretical initial water characteristics, corrosion indices & metals after temperature correction.	
pH =	5.47 uS/cm (Electrical Conductivity)
Acidity =	0.474 mg/L Atmospheric equilibrium CO _{2(aq)}
Carbon Dioxide (CO ₂) =	7.16 mg/L as C, dissolved inorganic carbon
DIC =	18.6 mg/L as CaCO ₃
Corrosion Indices	
Aggressive Index (AI) =	5.6 Extremely aggressive conditions for asbestos cement piping
Ryznar Index (RI) =	17.48 Tendency to dissolve CaCO ₃ (for steel piping)
Langelier Index, Calcite =	-6.00 Tendency to dissolve CaCO ₃ (for steel and cast iron piping)
CCPP =	-20.5 mg/L as CaCO ₃ , Calcium Carbonate Precipitation Potential
B ₁₂₀ + B _{CO3} =	0.054 mM/pH, Buffer intensity from water and carbonate species
Alk/(Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻) =	0.0 Larson's Ratio for steel and cast iron piping
Select water temp. for Pb & Cu and select copper solid(s) for calculations	
Field Temperature	☐ Temperature @ 25°C ☒ Uptic Hydroxide ☐ Halachite ☒ Uptic Phosphate
Copper II at Field Temp. =	453.47 mg/L as copper II at dissolution; Cupric Hydroxide, light blue/blue-green
Lead II at Field Temp. =	77.1 mg/L as lead II at dissolution; Lead Carbonate (cerussite)
pH ₂₅ =	5.47 pH of water if measured at 25°C
Click button for Guidance on Lead & Copper Treatment Applies to data in Steps 2 or 6	

Step 4: Interim Results (After Chemical Addition)	
Theoretical interim water characteristics	
pH =	7.51 pH of water after chemical addition and before release of CO ₂
Total Alkalinity =	54.8 mg/L as CaCO ₃
Total Calcium =	22.1 mg/L Ca ²⁺
Acidity =	61.6 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) =	3.12 mg/L as CO _{2(aq)}
DOC Reduction after Coagulant/Acid/Base Addition	
DOC =	- mg/L as C
% of DOC Reduced =	- after coagulant/acid/base treatment
Nonsorbable DOC =	- mg/L as C
Aluminum Added =	0.000 mMol/L, 000 mg/L
Ferric Added =	0.000 mMol/L, 000 mg/L
Sulfate Production =	0 lbs per MG
	0.0 Kg/1000 m ³
	0 lb/day
	0 Kg/day

Step 6: Final Results (After Corrosion Control Treatment)	
Theoretical interim water characteristics, corrosion indices & metals (before CaCO ₃ precipitation).	
pH =	8.23 pH of water after chemical addition and before release of CO ₂
Total Alkalinity =	58.1 mg/L as CaCO ₃
Total Calcium =	22.1 mg/L Ca ²⁺
Acidity =	58.2 mg/L as CaCO ₃
Carbon Dioxide (CO ₂) =	0.62 mg/L as CO _{2(aq)}
DIC =	116.38 mg/L as CaCO ₃
Corrosion Indices	
Aggressive Index (AI) =	11.7 Moderately aggressive conditions for asbestos cement piping
Ryznar Index (RI) =	8.18 Tendency to dissolve CaCO ₃ (for steel piping)
Langelier Index, Calcite =	0.03 Tendency for deposition of CaCO ₃ (for steel and cast iron piping)
CCPP =	0.2 mg/L as CaCO ₃ , Calcium Carbonate Precipitation Potential
B ₁₂₀ + B _{CO3} + B _{PO4} =	0.061 mM/pH, Buffer intensity from water, carbonate, and PO ₄ species
Alk/(Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻) =	0.5 Larson's Ratio for steel and cast iron piping
Copper II at Field Temp. =	0.07 mg/L as copper II at dissolution; Cupric Hydroxide, light blue/blue-green
Lead II at 25°C =	0.195 mg/L as lead II at dissolution; Basic Lead Carbonate (hydrocerussite)
pH ₂₅ =	8.23 pH of water if measured at 25°C

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 8. DIMENSIONAMIENTO DEL
PROCESO DE TRATAMIENTO DE
EFLUENTES.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA
TRATAMIENTO DE EFLUENTES

1. Tratamiento de efluentes

1.1. Datos iniciales

Caudal de agua bruta PUNTA abastecido a la IDAM	1.159.704	m3/día
Conversión global de la planta	43,10	%
Caudal de aporte a FPE	48.321,00	
Caudal de aporte a FSE	48.321	m3/h
Caudal de rechazo	12.493	m3/h

Calidad de agua bruta (Valores típicos de agua de mar Mediterránea)

Sólidos en suspensión agua bruta	3	mg/l
DQO agua bruta	75	mg/l
% DQO No Soluble agua bruta	50	%
Hierro total en agua bruta	0,04	mg/l

Calidad de agua de vertido requerida

	Salida efluentes	Salida planta
DBO5	25,00	
DQO	125,00	
pH	Entre 6 y 9	
Fósforo Total	2,00	0,50
Nitrógeno Total	15,00	
Sólidos en Suspensión	35,00	3,60
Detergentes	10,00	
Hierro	1,50	
Cloro residual total	1,50	
Oxígeno disuelto		>80% saturación
COT		5,00
Temperatura		Entre 21-30
Nitratos		1,00
Amonio		1,00
Nitritos		0,60
Cloro libre		0,50

Calculo de sólidos

Masa de sólidos totales en agua de aporte	3479,11	kg/día
Porcentaje de sólidos finos no retenidos en los filtros	5	%
Masa de finos totales	173,9556	kg/día
Masa de sólidos en entrada de agua a filtrar	3479,11	kg/día
Masa de sólidos a retener en los filtros	3305,1564	kg/día
Masa de finos en salida de agua filtrada	173,96	kg/día
A efectos de cálculo de concentraciones de salida de filtros se desprecia el valor		

Calculo de DQO

Masa de DQO Total filtrada	86977,80	Kg/día.
Masa de DQO Total No Soluble	43488,90	Kg/día.
Concentración DQO No Soluble	37,50	mg/l.
Concentración DQO Soluble	37,50	mg/l.

CALCULO DEL FOSFORO EN EL AGUA DE MAR (Valores típicos de agua de mar Mediterránea)

P atómico P	30,97	
P atómico O	15,99	
Pm P2O5	141,89	
Pm PO4	94,93	
Concentración de PO4-3 en el agua de mar (Muestra 1)	0,10	mg/l
Concentración de P2O5 en el agua de mar (Muestra 2)	0,10	mg/l
A) Concentración de P analizada en el agua de mar.	0,05	mg/l
B) Concentración de P en el agua de mar (Muestra 1)	0,03	mg/l
C) Concentración de P en el agua de mar (Muestra 2)	0,04	mg/l
Seleccionamos el peor de los casos (A, B ó C)		
Concentración de P en agua de mar	0,05	mg/l

CALCULO DEL NITROGENO EN EL AGUA DE MAR (Valores típicos de agua de mar Mediterránea)

P atómico N	30,97	
P atómico O	14,00	
P atómico H	1,00	
Pm nitratos NO3-1	72,97	mg/l
Pm nitritos NO2-1	58,97	mg/l
Pm amonio NH4+1	34,97	mg/l
Concentración de nitratos en el agua de mar	2,10	mg/l
Concentración de nitritos en el agua de mar	0,01	mg/l
Concentración de amonio en el agua de mar	0,04	mg/l
Concentración de N en el agua de mar	0,93	mg/l

CALCULO DE HIERRO PROCEDENTE DEL TRICLORURO

Dosificación de Tricloruro de hierro comercial	2,00	mg/l.
Riqueza	40,00	%
Dosificación de Tricloruro de hierro puro	0,80	mg/l
P atómico Cl	35,45	
P atómico Fe	55,84	
Peso molecular del Tricloruro de hierro	162,19	
Concentración de hierro en agua pretratada procedente del tricloruro	0,28	mg/l.

CALCULO DE FOSFORO PROCEDENTE DEL ANTIINCRUSTANTE

Dosificación de Antiincrustante	1,00	mg/l.
Concentración de Antiincrustante en salmuera	3,87	mg/l.
Porcentaje de P en el antiincrustante	8,00	%
Concentración de fosforo total	0,31	mg/l.

Calidad de agua pretratada

DQO Soluble	37,50	mg/l
Solidos en Suspensión	0,00	mg/l
Fosforo total	0,36	mg/l
Hierro	0,32	mg/l
pH (entrada a ósmosis)	8,10	

Calidad de salmuera

DQO Soluble	145,04	mg/l
Solidos en Suspensión	0,00	mg/l
Fosforo total	1,39	mg/l
Hierro	1,22	mg/l
pH	8,31	

Calidad de agua de aporte a lavado de filtros

DQO Soluble	145,04	mg/l
Solidos en Suspensión	0,00	mg/l
Fosforo total	1,39	mg/l
Hierro	1,22	mg/l
pH	8,31	

Operación de limpieza de filtros

Tipo de agua a utilizar	Salmuera
Número de filtros primera etapa a limpiar simultaneamente	2 Ud
Porcentaje de sólidos finos no retenidos en los filtros	5 %

Filtración primera etapa

Nº de filtros 1ª etapa	48	Ud
Dimensiones unitarias de los filtros	16	m
	8	m
	128	m2
Velocidad de filtración	7,864746094	

LECHOS FILTRANTES

Capa filtrante superior				
Tipo	Antracita			
Granulometría	mm	1,4 - 2,5		mm
T.E.	mm	1,55		mm
Densidad aparente	kg/cm ²	1,40		kg/cm ²
Altura	mm	0,40		mm
Volumen	m ³	51,20		m ³
Capa filtrante inferior				
Tipo	Arena			
Granulometría	mm	0,63 - 1,00		mm
T.E.	mm	0,72		mm
Densidad aparente	kg/cm ²	1,50		kg/cm ²
Altura	mm	0,40		mm
Volumen	m ³	51,20		m ³
Capa soporte inferior				
Tipo	Grava			
Granulometría	mm	3,15 - 5,6		mm
T.E.	mm	3,50		mm
Densidad aparente	kg/cm ²	1,50		kg/cm ²
Altura	mm	0,10		mm
Volumen	m ³	12,80		m ³
Altura total	m	0,90		m
Volumen total	m ³	115,20		m ³

Capacidad de retención de sólidos de la Antracita	110	l/m3
Capacidad de retención de sólidos de la Arena	110	l/m3
Contenido en MS/litro de flóculos coloidales	10	g/l
Contenido en MS/litro de materias minerales densas	60	g/l
Contenido en MS/litro de materias en aguas de río	35	g/l
Tipo de materia prevista	COLOIDES	

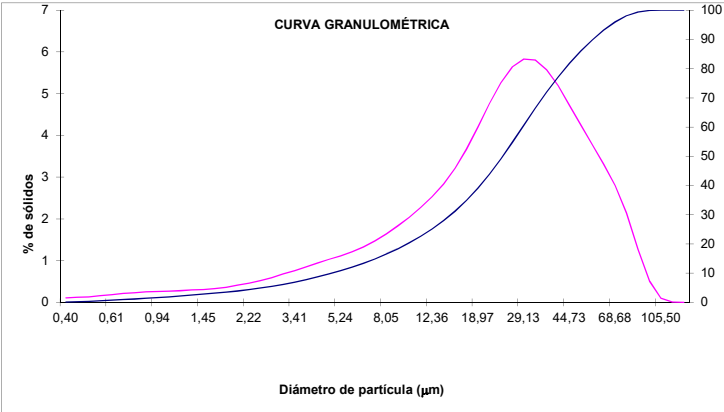
Cálculo de capacidad de retención en las diferentes capas

Seleccionamos el contenido en MS/litro según el ti	10	g/l
Capa filtrante superior	56,32	Kg
Capa filtrante intermedia	0,00	Kg
Capa filtrante inferior	56,32	Kg
Capacidad de retención por filtro	112,64	Kg
Capacidad total de retención	5406,72	Kg

Tamaño estimado de corte de sólidos del filtro	5	Micras
% sólidos por encima de tamaño de corte según curva granulométrica	90	%
% después de coagulación	90	%

% de sólidos retenidos en 1ª etapa	90	%
Masa de sólidos a eliminar 1ª etapa	2974,64	kg/día
Nº de filtros 1ª etapa	48,00	ud
Tiempo de colmatación de los filtros	1,82	días
Nº de filtros en lavado simultaneo	2,00	ud
Adoptamos la frecuencia de lavado de	1,0	dias
Numero de filtros a lavar por día	48	
Masa de sólidos a eliminar por filtro	61,97	kg/día por filtro
Masa de sólidos por lavado	123,94	kg de sólidos por lavado
Área del filtro	195,50	m2
% de DQO no soluble eliminada	80,00	%
Masa de DQO No soluble eliminada	34791,12	Kg/día

Masa de DQO No soluble eliminada por filtro	724,82	Kg/filtro y dia
Masa de DQO no soluble eliminada por lavado	1449,63	Kg de DQO por lavado



Ciclo de Lavado

FASE 1° Fricción de los granos de material filtrante. Separación de las partículas retendidas con flujo de aire a contracorriente.

Velocidad de lavado (aire)	40	m/h
Tiempo de lavado	3	minutos

FASE 2° Eliminación capa superficial de suciedad. Salmuera a contracorriente + aire
Hasta llegar al vertedero del filtro para un posterior Envío a decantador

Llenado del filtro		
Velocidad de aire de lavado	50	m/h
Velocidad de lavado de agua	10	m/h
Tiempo de lavado	10	minutos
Caudal total de agua	3910	m3/h
Volumen de agua a efluentes	651,6666667	m3
% limpieza de filtro supuesto	0	
Cantidad de sólidos eliminados por lavado	0,00	Kg
Concentración de sólidos en el efluente de limpieza	0,00	ppm

FASE 3° Eliminación de las partículas separadas. Salmuera contracorriente
Envío a decantador

Velocidad de lavado	50	m/h
Tiempo de lavado	2	minutos
Caudal total de agua	19550	m3/h
Volumen de agua a efluentes	651,6666667	m3
% limpieza de filtro supuesto	92	
Cantidad de sólidos eliminados por lavado	114,03	Kg
Concentración de sólidos en el efluente de limpieza	174,98	ppm

FASE 4° Fluidificación del lecho. Salmuera contracorriente
Vertido a by-pass

Velocidad de lavado	50	m/h
Tiempo de lavado	12	minutos
Caudal total de agua	19550	m3/h
Volumen de agua a efluentes	3910	m3
% limpieza de filtro supuesto	5	
Cantidad de sólidos eliminados por lavado	6,20	Kg
Concentración de sólidos en el efluente de limpieza	1,58	ppm

FASE 5° Aclarado del lecho, eliminación de salmuera. Agua bruta equicorriente.
Vertido a by-pass

Velocidad de lavado	5,43	m/h
Tiempo de lavado	30	minutos
Caudal total de agua	2123,13	m3/h
Volumen de agua a efluentes	1061,57	m3
% limpieza de filtro supuesto	3	
Cantidad de sólidos eliminados por lavado	3,72	Kg
Concentración de sólidos en el efluente de limpieza	3,50	ppm

Porcentaje total de eliminación de sólidos de los filtros	100,00	%
Tiempo total de lavado por filtro	55,00	min

Resumen de volúmenes y caudales

Volumen de agua de lavado por filtro FPE	6275	m3
Compuesto por:		
Volumen de agua de contracorriente por filtro FPE	5213	m3
Volumen de agua de aclarado por filtro FPE	1062	m3
Caudal medio	5752	m3/h

Caudal punta (mayor caudal de las fases de lavado)	9775	m3/h
Volumen diario total de agua de lavado FPE	301195	m3
Compuesto por:		
Volumen diario de agua de contracorriente FPE	250240	m3
Volumen diario de agua de aclarado FPE	50955	m3

Supuesto de funcionamiento en flujo pistón sin eliminacion de sólidos.

FASE 2		
Concentración de sólidos a salida de decantador	0,00	ppm
Concentración de sólidos a salida de planta	0,00	ppm
FASE 3		
Concentración de sólidos a salida de decantador	174,98	ppm
Concentración de sólidos a salida de planta	273,82	ppm
FASE 4		
Concentración de sólidos a salida de decantador	1,58	ppm
Concentración de sólidos a salida de planta	2,48	ppm
FASE 5		
Concentración de sólidos a salida de decantador	3,50	ppm
Concentración de sólidos a salida de planta	0,51	ppm

Supuesto de funcionamiento en mezcla completa sin eliminación de sólidos

FASE 2+3+4+5		
Concentración de sólidos a salida de decantador	19,75	mg/l
Concentración de sólidos a salida de planta	9,59	mg/l

Calculo del Depósito de regulación.

CASO1	Volumen necesario para recoger toda el agua de limpieza de FPE.	6275
CASO4	Volumen necesario para recoger solo el agua a contracorriente de FPE	4562
CASO7	Volumen necesario para recoger solo el agua de fa FASE 3 de FPE	652
	Volumen de diseño seleccionado	CASO7
	Volumen de diseño	4194
Dimensiones adoptadas:	Ancho	10,00 m
	Largo	15,00 m
	Altura	5,00 m
Volumen del depósito de regulación:		750,00 m3
Superficie del depósito de regulación:		150,00 m2

Bombeo al Decantador.

Tiempo necesario para realizar las limpiezas sucesivamente al día	1320 minutos
Minutos en 1 día	1440 minutos
	No se necesita lavado simultaneo
FPE a lavar simultaneamente	2,00
Tiempo necesario para lavado FPE	55,00 min
Adoptamos como tiempo de lavado	55,00 min
Número de operaciones al día de lavado a realizar	
Operaciones lavado FPE	24 Operaciones
Adoptamos el valor mas conservador (el mayor)	24,00 Operaciones
Adoptamos lavar simultaneamente	SI
Tiempo necesario para todas las operaciones	1320 min
Tiempo entre operaciones	5 min
Tiempo para evacuar el depósito	60,00 min
Caudal de la bomba necesaria	4194,00

Decantador lamelar de aguas de lavado

Decantador de recogida de aguas de lavado de filtros

Funcionamiento en discontinuo por lotes

Introducimos al decantador solamente los primeros lotes de fase de limpieza por etapa de filtración

Volumen a tratar de Fase 3 de limpieza de filtración abierta	651,67	m3
Volumen a tratar de Fase 3 de limpieza de filtración cerrada	0,00	m3
Volumen a tratar de Fase 3 de ambas filtraciones	651,67	m3
Volumen mínimo del decantador	1500	m3
Tiempo disponible para decantación y vaciado	58,00	minutos
Tiempo de decantación sin vaciado de decantador	30,00	minutos
Tiempo de vaciado de decantador	28,00	minutos
Caudal de la bomba a instalar	1396,43	m3/h

Decantador para tratar solamente aguas de FASE 3 con depósito intermedio

Funcionamiento en continuo

Introducimos al decantador solamente los primeros lotes de fase de limpieza por etapa de filtración

Cálculo del Depósito de laminación necesario

Volumen a tratar de Fase 3 de limpieza de filtración abierta	651,67	m3
Volumen a tratar de Fase 3 de limpieza de filtración cerrada	0,00	m3
Volumen a tratar de Fase 3 de ambas filtraciones	651,67	m3
Volumen mínimo del depósito	1500	m3
Dimensiones adoptadas:		
Ancho	20,00	m
Largo	25,00	m
Altura	3,00	m
Volumen del depósito:	1500,00	m3
Superficie del depósito:	500,00	m2
Tiempo disponible para decantación	58,00	minutos
Caudal de la bomba a instalar	674,14	m3/h

Calculo del Decantador

Dimensiones adoptadas:		
Ancho	10,00	m
Largo	10,00	m
Altura	4,00	m
Volumen del decantador:	400,00	m3
Superficie del decantador:	100,00	m2
Dimensiones de los módulos lamelares		
Largo (m)	1,00	m
Ancho(m)	2,00	m
Alto(m)	1,00	m
Superficie lamelar por módulo:	2,00	m2
Volumen por modulo:	2,00	m3
Volumen lamelar:	100,00	m3
Con las dimensiones descritas en los modulos se necesitarían:	50,00	Ud
Rendimiento esperado en decantación lamelar		
Superficie específica equivalente por módulo:	14,20	m2/m3
Superficie total de lamelas:	1420,00	m2
Velocidad ascensional máxima	8,00	m3/m2/h
Velocidad ascensional en el depósito sin lamelas a caudal de diseño <8	7	m3/m2/h
Velocidad ascensional a través de las lamelas resultante a caudal de diseño	0,47	m3/m2/h
Tiempo de Retención Hidráulica mínima	0,50	h
Tiempo de Retención Hidráulica > 0,5	0,59	h

3.13.3. Espesamiento de fangos

Suponemos los fangos asimilables a fangos primarios.

Los parámetros de diseño recomendados son;

Carga másica	90	-	<	130	kgMS/m ² /día
Carga Hidráulica		-	<	1,4	m ³ /m ² /h
Tiempo de retención		-	<	24	h

Consideramos nuestros fangos como activos, procedentes de un físico químico

Los valores adoptados son;

130,00	kgMS/m ² /día
1,40	m ³ /m ² /h
33,60	m ³ /m ² /día
24	horas

Datos de diseño;

Porcentaje de reducción	85	%
Peso fangos a tratar	2528	kg/d
Concentración adoptada	5	Kg/m3
Volumen a tratar s/cálculo	505,7	m3/día
Horas de funcionamiento	24	h
Caudal de bombeo	21,1	m3/h
Nº de bombas	1,0	Ud
Nº Colectores	1,0	Ud
Diámetro del colector	100,0	mm
Velocidad del fluido en el colector	0,007	m/s

Características del espesador

Concentracion de salida del espesador	80	kg/m3
Conc. media a efectos de tiempo de retención	15	kg/m3

Numero de unidades	1	uds
Superficie necesaria segun :		
- Carga másica	19,45	m2
Diámetro estricto	4,98	m
Superficie unitaria	19,45	m2

Condiciones de funcionamiento	Superficie necesaria segun :	
	- Carga hidráulica	15,05 m2
	Diámetro estricto	4,38 m
	Se adopta un espesor de diámetro	6,5 m
	Superficie unitaria adoptada	33,18 m2
	Superficie total	33,18 m2
	Volumen necesario por tiempo de retención	32 m3
	Pendiente	10 %
	Altura cilíndrica mínima necesaria	2,34
	Altura cilíndrica adoptada	3,00
En resumen, las características adoptadas para el espesador son;	Volumen unitario	103,1 m3
	Volumen total	103,1 m3
	Carga hidráulica	0,6 m3/m2/h
	Carga másica	76,2 kgMS/m2/día
	Tiempo retención	40,5 horas
	Concentración media de salida	80,0 kg/m3
	Volumen espesado	31,6 m3/día
3.13.4. Fangos a deshidratar	Número de espesadores	1 uds
	Diámetro.	6,5 m
	Calado zona central	3,0 m
	Tiempo de retención hidráulica	40,5 h
	Peso de M.S. a deshidratar	2.528 kg/día
	Contenido en volátiles fango	0,0 %
	Peso de M.V. a deshidratar	0 kg/día
	Concentración	80,0 kg/m3
	Caudal de fangos	31,6 m3/día
	Funcionamiento semanal	5 días
Características de los equipos	Horas de funcionamiento diario	24 h
	Peso de M.S. a deshidratar	3.540 kg/día
	Peso de M.V. a deshidratar	0 kg/día
	Concentración	80,0 kg/m3
	Caudal de fangos	44,2 m3/día
	Producción horaria	147,5 kg/h
	Caudal horario de tratamiento	1,84 m3/h
	Sequedad del fango a obtener :	20%
Bombas de alimentación	Caudal horario a deshidratar	1,84 m3/h
	Número de equipos	1 ud
	Caudal unitario necesario	1,84 m3/h
	Caudal unitario adoptado	3 m3/h
	Caudal total	3,28 m3/h
Preparación y dosificación de reactivos	Caudal unitario	1,84 m3/h
	Caudal unitario adoptado	5 m3/h
	Altura manométrica	15 m.c.a.
	Número de bombas:	
	- operación	1
	- reserva	0
Dosificación	Peso fangos por día natural	2.528 kg/día
	Días de trabajo por semana	5 días
	Peso fangos por día trabajo	3.540 kg/d
	Dosificación	5 kg/t. fango
	Peso de polielectrolito	17,7 kg/día
	Concentración del polielectrolito	5,0 kg/m3
	Volumen diario necesario	3,54 m3/d
	Volumen horario necesario	147,5 l/h
	Tipo preparación:(1= discontinuo;2=continuo)	2
	Numero de equipos	1 ud
	Capacidad unitaria necesaria	590,0 l
	Capacidad unitaria adoptada	1.000 l

3.13.5. Almacenamiento de fangos

Capacidad total 1.000 l

Volumen diario	3.54	m3/d
Horas trabajo diario	12.00	h
Caudal necesario	294.99	l/h
Tipo de bombas	mono/membrana	
Número de bombas	1	
Reserva	1	
Caudal unitario	294.99	l/h
Caudal unitario adoptado	400	l/h

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

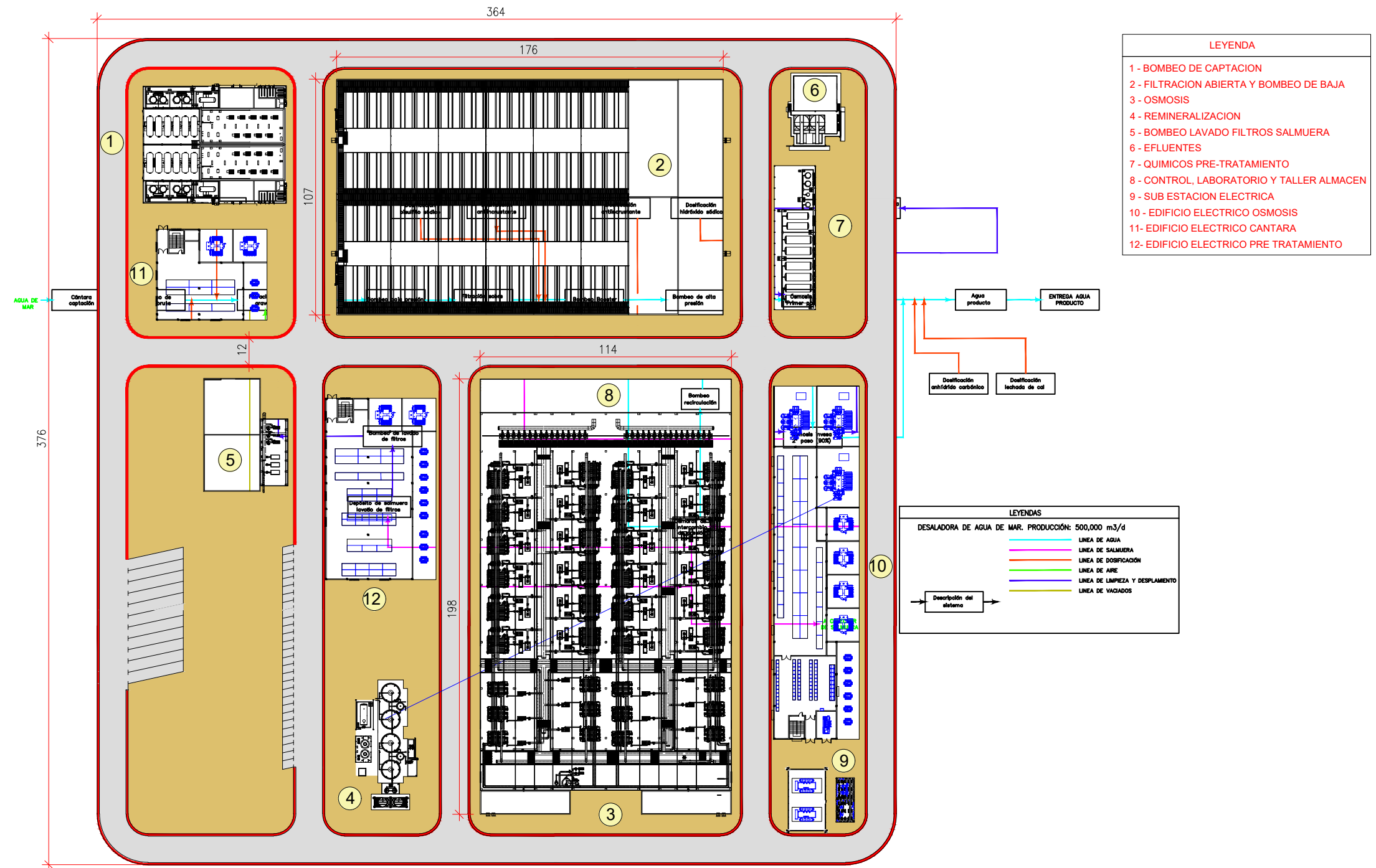
**ANEXO 9. IMPLANTACIÓN DE LA
DESALADORA.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	29-05-19	R.B.C.			
COMPROBADO	12-06-19	M.C.A.			
ESCALA:	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA IMPLANTACIÓN				Nº PLANO ANEXO 9
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 10. ESTIMACIÓN COSTES DE
INVERSIÓN DE LA DESALADORA.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA			
PRODUCCIÓN:	500.000 m³/d	1.000.000 m³/d	1.500.000 m³/d
EQUIPOS MECÁNICOS			
CÁNTARA Y BOMBEO DE AGUA BRUTA	10.131.920,36 €	20.263.840,72 €	30.395.761,08 €
FILTRACIÓN POR GRAVEDAD	17.786.410,58 €	35.572.821,16 €	53.359.231,74 €
PRIMER PASO DE ÓSMOSIS	82.654.442,26 €	165.308.884,53 €	247.963.326,79 €
SEGUNDO PASO DE ÓSMOSIS	10.487.051,02 €	20.974.102,04 €	31.461.153,06 €
LIMPIEZA DE MEMBRANAS Y FLUSHING	2.478.738,16 €	4.957.476,33 €	7.436.214,49 €
DOSIFICACIONES QUÍMICAS	1.459.371,68 €	2.918.743,36 €	4.378.115,03 €
TRATAMIENTO DE EFLUENTES	5.447.994,12 €	10.895.988,24 €	16.343.982,36 €
POST-TRATAMIENTO	1.944.008,99 €	3.888.017,98 €	5.832.026,97 €
EQUIPOS ELEVACIÓN (PUENTES GRÚA, POLIPASTOS, ETC)	1.183.799,92 €	2.367.599,83 €	3.551.399,75 €
EQUIPOS DE LABORATORIO	144.929,42 €	289.858,84 €	434.788,25 €
TOTAL EQUIPOS MECÁNICOS	133.718.666,51 €	267.437.333,02 €	401.155.999,53 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Electricidad	47.043.585,27 €	94.087.170,55 €	141.130.755,82 €
Control y Automatización	12.238.600,10 €	24.477.200,21 €	36.715.800,31 €
Ventilacion y Aire acondicionado	815.495,82 €	1.630.991,65 €	2.446.487,47 €
Sistema Contraincendios	721.651,92 €	1.443.303,85 €	2.164.955,77 €
Varios(Agua de servicio, Aire de servicio)	457.217,05 €	914.434,09 €	1.371.651,14 €
TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS	61.276.550,17 €	122.553.100,34 €	183.829.650,51 €
TOTAL EM+EE	194.995.216,68 €	389.990.433,37 €	584.985.650,05 €
IMPREVISTOS EQUIPOS 10%	19.499.521,67 €	38.999.043,34 €	58.498.565,00 €
TOTAL EM+EE (incluyendo imprevistos)	214.494.738,35 €	428.989.476,70 €	643.484.215,05 €
OBRA CIVIL			
MOVIMIENTO DE TIERRAS GENERAL	291.113,63 €	582.227,25 €	873.340,88 €
DRENAJES	177.917,10 €	355.834,19 €	533.751,29 €
DEPOSITO DE SEGUNDO PASO	622.389,47 €	453.686,20 €	1.076.075,67 €
CANTARA	3.100.000,00 €	6.200.000,00 €	9.300.000,00 €
EDIFICIO DE CONTROL, TALLERES, LAB,...	3.123.206,90 €	6.246.413,79 €	9.369.620,69 €
FILTRACION ABIERTA	33.759.116,59 €	67.518.233,18 €	101.277.349,77 €
EDIFICIO DE OSMOSIS	18.743.449,56 €	31.493.518,04 €	50.236.967,60 €
QUIMICOS	496.431,22 €	808.000,00 €	1.304.431,22 €
REMINERALIZACION	1.388.888,89 €	2.777.777,78 €	4.166.666,67 €
EDIFICIO BOMBEO DE BAJA Y DEPOSITO	2.760.256,30 €	4.432.848,84 €	7.193.105,14 €
DEPOSITO LIMPIEZA DE FILTROS	1.908.526,88 €	3.074.866,31 €	4.983.393,19 €
EFLUENTES	769.036,26 €	1.538.072,52 €	2.307.108,78 €
EDIFICIO ELECTRICO	3.919.858,58 €	8.678.333,33 €	12.598.191,91 €
URBANIZACIÓN	2.817.391,30 €	4.641.433,97 €	7.458.825,27 €
INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA	694.006,23 €	1.388.012,45 €	2.082.018,68 €
SERVICIOS AFECTADOS	700.946,29 €	1.401.892,58 €	2.102.838,87 €
TOTAL OBRA CIVIL	75.272.535,18 €	141.591.150,44 €	216.863.685,63 €
IMPREVISTOS OC POR INDEFINICIÓN 20%	15.054.507,04 €	28.318.230,09 €	43.372.737,13 €
TOTAL OC (incluyendo imprevistos)	90.327.042,22 €	169.909.380,53 €	260.236.422,75 €
TOTAL DESALADORA (EM+EE+OC)	304.821.780,57 €	598.898.857,23 €	903.720.637,80 €
INGENERÍA DE DETALLE 3%	9.144.653,42 €	17.966.965,72 €	27.111.619,13 €
TOTAL DESALADORA EM+EE+OC (incluye ingeniería)	313.966.433,99 €	616.865.822,95 €	930.832.256,94 €
GASTOS GENERALES 13%	40.815.636,42 €	80.192.556,98 €	121.008.193,40 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	18.837.986,04 €	37.011.949,38 €	55.849.935,42 €
TOTAL DESALADORA CON GG+BI	373.620.056,45 €	734.070.329,31 €	1.107.690.385,76 €

En el caso de que se quiera construir una planta desaladora con capacidad para 1.000.000 de m3/d, el coste de obra civil para llevar a cabo esta planta en 2 fases, no se correspondería con el coste de obra civil de una planta de 500.000 m3/d

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 11. CÁLCULO DE COSTES DE
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
LA DESALADORA.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA MAXIMA CONCENTRACIÓN DE B<0,5ppm

DATOS PRINCIPALES

PRINCIPALES DATOS INICIALES		
Temperatura	12°	25°
Producción (m3)	180.000.000	180.000.000
Capacidad de la planta (m3/d)	500.000	500.000
Disponibilidad:	98,6%	98,6%
Días en operación al año:	360,0	360,0
AGUA PRODUCTO		
Caudal neto de agua producto (m3/d):	500.000	500.000
Caudal total BRUTO de agua producto (m3/año):	180.000.000	180.000.000
Caudal total NETO de agua producto (m3/año):	180.000.000	180.000.000
Boro maximo (ppm)	0,5	0,5
BLENDING O MEZCLA		
Blending (% sobre el caudal bruto de agua producto):	0,0%	0,0%
Caudal de mezcla (m3/d):	0	0
CAMBIOS DE MONEDA		
Fecha:	01/06/2019	
1 €=	1,1300 USD	

MONEDA DEL ESTUDIOEUROS

COSTES FIJOS

A) COSTES DE PERSONAL	Número de personas	Dedicación (%)	Salario bruto (coste/año)	Incremento según convenio (%)	Totla salario
Personal Existente					
Jefe de Planta	1	100%	47.103,58	15%	54.169,11
Adjunto Jefe de Planta	1	100%	42.728,10	15%	49.137,32
Jefe de mantenimiento	1	100%	42.728,10	15%	49.137,32
Oficial 1ª mantenimiento	4	100%	28.748,35	10%	126.492,75
Oficial 2ª mantenimiento	0	100%	27.394,45	10%	0,00
Oficial 1ª operación	9	100%	28.748,35	10%	284.608,70
Peón especialista operación	0	100%	27.394,45	10%	0,00
Jefe de laboratorio	1	100%	31.683,15	10%	34.851,46
Analista	1	100%	30.004,66	10%	33.005,13
Administrativo	1	100%	25.746,70	10%	28.321,36
TOTAL (coste/ año):					659.723,15
TOTAL (coste/ m3):					0,0037

Número total de empleados19

B) MANTENIMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Mantenimientos obligatorios, incluido material y medios auxiliares de las instalaciones, equipos, conducciones, jardinería...			
Contrato mto eléctrico (incluidos variadores)	1	45.000,00	45.000,00
Contrato mto sistema de control, SAI y SCADA	1	8.000,00	8.000,00
Contrato mto CO2	1	5.760,00	5.760,00
Contrato mto sistema contraincendios	1	500,00	500,00
Otros contratos varios menores:			
Caudalímetros	1	10.000,00	10.000,00
Puentes grúa	1	2.500,00	2.500,00
Aire acondicionado	1	800,00	800,00
Software GMAO	1	1.800,00	1.800,00
Mantenimiento normativo:			
Control legionella y limpieza de depósitos	1	10.500,00	10.500,00
Mantenimiento de ascensores	1	500,00	500,00
OCAs	1	3.000,00	3.000,00
Autopsia Membranas	1	0,00	0,00
Grasas y pinturas	1	9.000,00	9.000,00
Mantenimientos preventivos obligatorios de grandes equipos y equipos especiales			
Mantenimiento bombas	1	80.000,00	80.000,00
TOTAL (coste/ año):			177.360,00
TOTAL (coste/ m3):			0,0010

C) ADMINISTRACIÓN Y VARIOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Limpieza semanal oficinas, limpieza periódica de instalaciones, mantenimiento, riego y poda de jardinería			
Limpieza oficinas e instalaciones	1	6.000,00	13.000,00
Jardinería	1	7.000,00	
Desratización instalaciones	1	1.500,00	1.500,00
Vehículo tipo berlina o todoterreno (seguro, peajes, combustible)	2	6.676,44	13.352,88
Vehículo tipo turismo o furgoneta (seguro, peajes, combustible)	2	4.274,54	8.549,08
Material de oficina, consumo agua potable, informatica, telefonía, mensajería, gestión de residuos de oficina...	1		10.590,00
Auditoria de ruidos		400,00	
Auditoria final de la IDAM		1.500,00	
Material de oficina		1.350,00	
Mensajería		500,00	
Agua		900,00	
Teléfono		2.700,00	
Fotocopiadora		2.700,00	
Gastos de oficina		540,00	
Mto y control 24 horas sistema vigilancia y seguridad	1	5.000,00	5.000,00
Seguridad y salud, riesgos laborales, calidad, formación...	19	200,00	3.800,00
Compra pequeño materiales y medios auxiliares	1		2.000,00
Pequeño material	1	2.000,00	
Alquiler grupo electrógeno	1	0,00	
TOTAL (coste/ año):			57.791,96
TOTAL (coste/ m3):			0,0003

D) ANÁLISIS DE AGUA	Análisis/año	Coste/análisis	Total (Coste / año)
Análisis de control interno	10.000	1,20	12.000,00
Mantenimiento laboratorio	1	800,00	800,00
Calibración instrumentación laboratorio	1	3.500,00	3.500,00
TOTAL (coste/año):			16.300,00
TOTAL (coste/m3):			0,0001

E) SEGUROS			Total (Coste / año)
Avería maquinaria			
Prima aseguradora	0,70%	20.000.000,00	140.000,00
Impuesto	8,8%	140.000,00	12.320,00
Consortio	0,021%	20.000.000,00	4.200,00
Responsabilidad Civil			0,00

Responsabilidad Civil Medioambiental			0,00
	TOTAL (coste/año):		156.520,00
	TOTAL (coste/m3):		0,0009

			Total (Coste / año)
F) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL			
Mantenimiento equipos en continuo (control medio receptor)	12	2.000,00	24.000,00
Control de organismos y sedimentos	1	10.000,00	10.000,00
Control seguimiento fanerógamas	1	10.000,00	10.000,00
Cartografía bionómica	1	15.000,00	15.000,00
Control comunidades planctónicas y nectónicas	1	20.000,00	20.000,00
Control comunidades bentónicas	1	12.000,00	12.000,00
Control sedimentos blandos	1	5.000,00	5.000,00
Control comunidad faunística asociada	2	15.000,00	30.000,00
Control integridad del emisario	1	10000,00	10.000,00
	TOTAL (coste/año):		136.000,00
	TOTAL (coste/m3):		0,0008

G). REPARACIONES Y CONSERVACION OBRA CIVIL	
Reparaciones rutinarias	25.000
Conservación y pequeñas reparaciones instalaciones	20.000
TOTAL (coste/año):	45.000,00
TOTAL (coste/m3):	0,00025

H). ENERGÍA ELÉCTRICA. TÉRMINO DE POTENCIA	c€/kw	kW/año	€/año
Periodo 1	1.891,62	71.075	1.344.468
Periodo 2	946,63	71.075	672.816
Periodo 3	692,78	71.075	492.390
Periodo 4	692,78	71.075	492.390
Periodo 5	692,78	71.075	492.390
Periodo 6	291,46	71.075	207.155
Impuesto sobre la electricidad			189.252
Alquiler de contador de medida			1.900
TOTAL (coste/año):	5.208,03	426.449,73	3.892.759,38
TOTAL (coste/m3):	0,0000	0,0024	0,0216

COSTES VARIABLES

REACTIVOS PRE-TRATAMIENTO Y PROCESO - Tº 12º

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. CONSUMOS EXTRAORDINARIOS PRE- TRATAMIENTO										
Coagulante 1º etapa de filtración	0,5	1.133.787	40%	360	24	0,18	510.204	2,83	0,0005	91.836,73
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	0,0	1.133.787	98%	0	24	2,40	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	0,0	1.133.787	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
								TOTAL:	0,0005	91.836,73

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. PROCESO PRE- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico (choques)	8,0	1.133.787	12,5%	12	2	0,175	72.562	0,40	0,0001	12.698,41
Metabisulfito sódico en polvo (para eliminación cloro choques)	16,0	1.111.111	98%	12	7	0,28	60.978	0,34	0,0001	17.073,78
Antiincrustante 1º paso	1,0	1.111.111	100%	360	24	2,00	400.000	2,22	0,0044	800.000,00
Antiincrustante 2º paso	0,0	206.075	100%	360	24	2,00	0	0,00	0,0000	0,00
Hidróxido sódico 2º paso	0,00	206.075	50%	360	24	0,29	0	0,00	0,0000	0,00
POST- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico en continuo	1,0	500.000	12,0%	360,0	24	0,175	1.500.000	8,33	0,0015	262.500,00
CO2	35,0	500.000	95%	360,0	24	0,183	6.631.579	36,84	0,0067	1.213.578,95
Cal (hidróxido cálcico)	29,5	500.000	92%	360,0	24	0,070	5.771.739	32,07	0,0022	401.135,87
								TOTAL:	0,0150	2.706.987,01

REACTIVOS PRE-TRATAMIENTO Y PROCESO - Tº 25º

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. CONSUMOS EXTRAORDINARIOS PRE- TRATAMIENTO										
Coagulante 1º etapa de filtración	0,5	1.133.787	40%	360	24	0,18	510.204	2,83	0,0005	91.836,73
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	0,0	1.133.787	98%	0	24	2,40	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	0,0	1.133.787	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
								TOTAL:	0,0005	91.836,73

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. PROCESO PRE- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico (choques)	8,0	1.133.787	12,5%	12	2	0,175	72.562	0,40	0,0001	12.698,41
Metabisulfito sódico en polvo (para eliminación cloro choques)	16,0	1.133.787	98%	12	7	0,28	62.222	0,35	0,0001	17.422,22
Antiincrustante 1º paso	1,0	1.133.787	100%	360	24	2,00	408.163	2,27	0,0045	816.326,53
Antiincrustante 2º paso	1,5	302.563	100%	360	24	2,00	163.384	0,91	0,0018	326.768,17
Hidróxido sódico 2º paso	10,01	302.563	50%	360	24	0,29	545.158	3,03	0,0009	158.095,88
POST- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico en continuo	1,0	500.000	12,0%	360,0	24	0,175	1.500.000	8,33	0,0015	262.500,00
CO2	35,0	500.000	95%	360,0	24	0,183	6.631.579	36,84	0,0067	1.213.578,95
Cal (hidróxido cálcico)	29,5	500.000	92%	360,0	24	0,070	5.771.739	32,07	0,0022	401.135,87
								TOTAL:	0,0178	3.208.526,03

REACTIVOS QUIMICOS. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE MEMBRANAS DE OI

Número de bastidores:	50									
	Concentración de reactivo químico puro en disolución CIP (%. p/p)	Volumen deposito CIP (m3)	Número de operaciones	Volumen total de CIP (m3)	Concentración del reactivo químico comercial (% p/p)	Kg de reactivo comercial/ año	Gr. reactivo químico comercial/m3 de agua producto	Coste del reactivo químico comercial/ kg	Coste/ m3 de agua producto	Coste / año
Reactivo químico Limpieza:										
Biofilm y orgánicos: hidróxido sódico	0,1%	150	1	7500	25,0%	30.000	0,1667	0,32	0,000053	9.600,0
Lauril sulfato	0,2%	150	1	7500	94,0%	15.957	0,0887	10,00	0,000887	159.574,5
Sales inorgánicos: ácido clorhídrico	0,2%	150	1	7500	35,0%	42.857	0,2381	0,25	0,000060	10.714,3
Conservación:										
Nalco PC-55	0,05%	150	0	0	100,0%	0	0,0000	8,90	0,000000	0,0
Metabisulfito sódico en polvo	0,022%	150	0	0	99,5%	0	0,0000	0,28	0,000000	0,0
								TOTAL:	0,0010	179.888,75

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. TRATAMIENTO DE EFLUENTES										
Coagulante	25,0	65.758	40%	360	24	0,18	1.479.550	8,22	0,0015	266.318,93
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	1,0	65.758	98%	360	24	2,40	24.156	0,13	0,0003	57.974,19
Hidróxido sódico: neutralización CIP	500,0	150	50%	0	24	0,32	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	700,0	150	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
Floculante deshidratación	2,5	13.962	98%	360	11,5	2,40	6.144	0,03	0,0001	14.745,26
								TOTAL:	0,0018	339.038,37

Tª 12º				Tª 25	
A) REACTIVOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/año)	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Pretratamiento consumos extraordinarios	1	91.836,73	91.836,73	91.836,73	91.836,73
Proceso (Pre y postratamiento)	1	2.706.987,01	2.706.987,01	3.208.526,03	3.208.526,03
Limpieza y conservación membranas OI	1	179.888,75	179.888,75	179.888,75	179.888,75
Tratamiento de efluentes	1	339.038,37	339.038,37	339.038,37	339.038,37
TOTAL (coste/año):			3.317.750,87	3.819.289,90	
TOTAL (coste/m3):			0,0184	0,0212	

B) REPUESTOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/año)
Repuestos	1	80.000,00	80.000,00
			0,00
			0,00
TOTAL (coste/año):			80.000,00
TOTAL (coste/m3):			0,0004

C) REEMPLAZO DE FILTROS DE CARTUCHOS

Cálculo del número de filtros de cartuchos a reponer:

Caudal de aporte (m3/año):	400.000.000	
TSS (gr/h): (se considera una eliminación del 98% en filtración pr	6.944	Se consideran 10 gr de TSS en agua de aporte.
Número de cartuchos:	13.120	Un 1.5% escapa de las etapas previas de filtración
Longitud (pulgadas):	70	
Capacidad de retención (gr/10")	175	
Capacidad total de retención (gr)	16.072.000	
Tiempo entre reemplazos (horas)	2.314	
Tiempo entre reemplazos (días)	96	
Número de cambios al año según cálculos	3,7	

Cartuchos pre- tratamiento:

Número de filtros de cartuchos instalados:	13.120	32 filtros de 410 cartuchos de 70" y 5 um
Número de cambios al año:	3,7	

Cartuchos CIP:

Número de filtros de cartuchos a reponer:	180
Número de cambios al año:	9
Coste unitario por cartucho (Coste/unidad):	7,00
TOTAL (coste/año):	354.197,14
TOTAL (coste/m3):	0,0020

D) REPOSICIÓN DE MEMBRANAS DE OI

Número de membranas instaladas:	62.600
Tasa de reposición anual:	12%
Número de membranas a reponer al año:	7.512
Costo unitario de membranas (coste/unidad)	400
TOTAL (coste/año):	3.004.800,00
TOTAL (coste/m3):	0,0167

E) REEMPLAZO DE MATERIAL FILTRANTE: ARENA-ANTRACITA

1ª ETAPA:	
Longitud filtros (mm)	16.000
Diámetro filtros (mm)	8.000
Superficie filtros (m)	128,00
Nº de filtros:	48,0
Altura antracita 1º etapa	0,6
Volumen antracita 1ª etapa	3.686,40
Altura arena 1ª etapa	0,9
Volumen arena 1ª etapa	5.529,60
Altura granate fino 1ª etapa	0,2
Volumen granate fino 1ª etapa	1.228,80
Altura granate grueso 1ª etapa	0,1
Volumen granate grueso 1ª etapa	614,40
% de reposición anual:	2,0%
Cantidad reponer antracita 1º etapa (m3)	73.728
Cantidad reponer arena 1º etapa (m3)	110.592
Cantidad reponer granate fino 1º etapa (m3)	24.576
Cantidad reponer granate grueso 1º etapa (m3)	12.288
Coste unitario antracita (€/m3)	425,0
Coste unitario arena (€/m3)	198,4
Coste unitario granate fino (€/m3)	199,4
Coste unitario granate grueso (€/m3)	198,4
TOTAL (coste/año):	60.614,25
TOTAL (coste/m3):	0,000337

F) TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE FANGOS

Toneladas de sólidos como materia seca (Ton/año):	5.026
Sequedad del fango:	20%
Toneladas de fangos (Ton/año):	30.157
Precio unitario de retirada del fango (€/Ton):	28
TOTAL (coste/año):	844.403,24
TOTAL (coste/m3):	0,0047

G) ANÁLISIS DE AGUA	Análisis/año	Coste/análisis	Total (Coste / año)
Análíticas de control, realizada por laboratorio homologado	100	40,00	4.000,00
Análíticas completas, por laboratorio homologado	12	400,00	4.800,00
Análíticas adicional de control	12	45,00	540,00
TOTAL (coste/año):			9.340,00
TOTAL (coste/m3):			0,0001

H) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	Total (Coste / año)		
Control de los efluentes	1	40.000,00	40.000,00
Control efluente final	52		
Control efluente lavado de filtros	52		
Control efluente limpieza de membranas	3		
Control del agua de captación	12		
Desplazamiento y muestreos	1	5.000,00	5.000,00
Tratamiento de datos y emisión de informes	1	3.000,00	3.000,00
TOTAL (coste/año):			48.000,00
TOTAL (coste/m3):			0,0003

J) CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	Tª 12º	Tª 25º
Tarifa	6,3	6,3
Potencia diaria consumida (kWh/día)	1.703.840,09	2.129.316,21
Días de funcionamiento anual	365	365
Potencia anual consumida (kWh/año)	621.901.631,92	777.200.416,82
Coste medio de término de energía 6.1 (€/kWh)	0,0763	0,0763
Coste anual término de energía 6.1 (€/año)	47.456.131,80	59.306.686,98
Impuesto sobre la electricidad (€/año)	2.426.287,90	3.032.170,80
TOTAL (coste/año):	49.882.419,71	62.338.857,79
TOTAL (coste/m3):	0,2771	0,3463

RESUMEN

TOTAL COSTES FIJOS			
COSTES	Coste/ año	Coste/ m3	% sobre total
A) PERSONAL	659.723,15	0,0037	1,1%
B) MANTENIMIENTO GENERAL INSTALACIONES	177.360,00	0,0010	0,3%
C) ADMINISTRACIÓN Y VARIOS	57.791,96	0,0003	0,1%
D) ANÁLISIS AGUA PRODUCTO	16.300,00	0,0001	0,0%
E) SEGUROS	156.520,00	0,0009	0,2%
F) PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	136.000,00	0,0008	0,2%
G) REPARACIONES OBRA CIVIL	45.000,00	0,00025	0,1%
H) ENERGÍA ELÉCTRICA. TÉRMINO DE POTENCIA	3.892.759,38	0,0216	6,2%
TOTAL FIJO (COMO COSTE/AÑO)	5.141.454,49		8,2%
TOTAL (COMO COSTE/M3 DE AGUA PRODUCTO)		0,0286	

TOTAL COSTES VARIABLES		Variables 12º		
COSTES	Coste/ año	Coste €/ m3	% sobre total	
A) REACTIVOS	3.317.750,87	0,0184	5,3%	
B) REPUESTOS	80.000,00	0,0004	0,1%	
C) REPOSICIÓN FILTROS DE CARTUCHOS	354.197,14	0,0020	0,6%	
D) REPOSICIÓN DE MEMBRANAS	3.004.800,00	0,0167	4,8%	
E) REPOSICIÓN MATERIAL GRANULAR FILTRANTE	60.614,25	0,0003	0,1%	
F) TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE FANGOS	844.403,24	0,0047	1,3%	
G) COSTE ANÁLISIS	9.340,00	0,00005	0,0%	
H) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	48.000,00	0,0003	0,1%	
J) CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	49.882.419,71	0,2771	79,5%	
TOTAL VARIABLE (COMO COSTE/ANO)	57.601.525,21		91,8%	
TOTAL (COMO COSTE/M3 DE AGUA PRODUCTO)		0,3200		

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ANUAL: 62.742.979,70

PRESUPUESTO ANUAL DE EJECUCIÓN MATERIAL, SIN IVA

TOTAL EXPRESADO COMO EJECUCIÓN MATERIAL (COSTE/ AÑO):	69.221.968,25	€/AÑO
(COSTE/M3):	0,3846	€/m3

GASTOS GENERALES	13,0%	8.998.856 €/año
BENEFICIO INDUSTRIAL	6,0%	4.153.318 €/año

TOTAL, CON BI Y GG. SIN IVA:	82.374.142 €/año
COSTE ESPECÍFICO	0,458 €/m3

IVA:	10,0%	8.237.414 €/año
------	-------	-----------------

TOTAL, CON BI Y GG. CON IVA:	90.611.556 €/año
COSTE ESPECÍFICO	0,503 €/m3

Variables 25º		
Coste/ año	Coste €/ m3	% sobre total
3.819.289,90	0,0212	6,1%
80.000,00	0,0004	0,1%
354.197,14	0,0020	0,6%
3.004.800,00	0,0167	4,8%
60.614,25	0,0003	0,1%
844.403,24	0,0047	1,3%
9.340,00	0,00005	0,0%
48.000,00	0,0003	0,1%
62.338.857,79	0,3463	99,4%
70.559.502,32		112,5%
	0,3920	

75.700.956,80

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA MAXIMA CONCENTRACIÓN DE B<1ppm

DATOS PRINCIPALES

PRINCIPALES DATOS INICIALES		
Temperatura	12º	25º
Producción (m3)	180.000.000	180.000.000
Capacidad de la planta (m3/d)	500.000	500.000
Disponibilidad:	98,6%	98,6%
Días en operación al año:	360,0	360,0
AGUA PRODUCTO		
Caudal neto de agua producto (m3/d):	500.000	500.000
Caudal total BRUTO de agua producto (m3/año):	180.000.000	180.000.000
Caudal total NETO de agua producto (m3/año):	180.000.000	180.000.000
Boro maximo (ppm)	1,0	1,0
BLENDING O MEZCLA		
Blending (% sobre el caudal bruto de agua producto):	0,0%	0,0%
Caudal de mezcla (m3/d):	0	0
CAMBIOS DE MONEDA		
Fecha:	01/06/2019	
1 €=	1,1300 USD	

MONEDA DEL ESTUDIO

EUROS

COSTES FIJOS

A) COSTES DE PERSONAL	Número de personas	Dedicación (%)	Salario bruto (coste/año)	Incremento según convenio (%)	Totla salario
Personal Existente					
Jefe de Planta	1	100%	47.103,58	15%	54.169,11
Adjunto Jefe de Planta	1	100%	42.728,10	15%	49.137,32
Jefe de mantenimiento	1	100%	42.728,10	15%	49.137,32
Oficial 1ª mantenimiento	4	100%	28.748,35	10%	126.492,75
Oficial 2ª mantenimiento	0	100%	27.394,45	10%	0,00
Oficial 1ª operación	9	100%	28.748,35	10%	284.608,70
Peón especialista operación	0	100%	27.394,45	10%	0,00
Jefe de laboratorio	1	100%	31.683,15	10%	34.851,46
Analista	1	100%	30.004,66	10%	33.005,13
Administrativo	1	100%	25.746,70	10%	28.321,36
TOTAL (coste/ año):					659.723,15
TOTAL (coste/ m3):					0,0037

Número total de empleados

19

B) MANTENIMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Mantenimientos obligatorios, incluido material y medios auxiliares de las instalaciones, equipos, conducciones, jardinería...			
Contrato mto eléctrico (incluidos variadores)	1	45.000,00	45.000,00
Contrato mto sistema de control, SAI y SCADA	1	8.000,00	8.000,00
Contrato mto CO2	1	5.760,00	5.760,00
Contrato mto sistema contraincendios	1	500,00	500,00
Otros contratos varios menores:			
Caudalímetros	1	10.000,00	10.000,00
Puentes grúa	1	2.500,00	2.500,00
Aire acondicionado	1	800,00	800,00
Software GMAO	1	1.800,00	1.800,00
Mantenimiento normativo:			
Control legionella y limpieza de depósitos	1	10.500,00	10.500,00
Mantenimiento de ascensores	1	500,00	500,00
OCAs	1	3.000,00	3.000,00
Autopsia Membranas	1	0,00	0,00
Grasas y pinturas	1	9.000,00	9.000,00
Mantenimientos preventivos obligatorios de grandes equipos y equipos especiales			
Mantenimiento bombas	1	80.000,00	80.000,00
TOTAL (coste/ año):			177.360,00
TOTAL (coste/ m3):			0,0010

C) ADMINISTRACIÓN Y VARIOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Limpieza semanal oficinas, limpieza periódica de instalaciones, mantenimiento, riego y poda de jardinería			
Limpieza oficinas e instalaciones	1	6.000,00	13.000,00
Jardinería	1	7.000,00	
Desratización instalaciones	1	1.500,00	1.500,00
Vehículo tipo berlina o todoterreno (seguro, peajes, combustible)	2	6.676,44	13.352,88
Vehículo tipo turismo o furgoneta (seguro, peajes, combustible)	2	4.274,54	8.549,08
Material de oficina, consumo agua potable, informatica, telefonía, mensajería, gestión de residuos de oficina...	1		10.590,00
Auditoria de ruidos		400,00	
Auditoria final de la IDAM		1.500,00	
Material de oficina		1.350,00	
Mensajería		500,00	
Agua		900,00	
Teléfono		2.700,00	
Fotocopiadora		2.700,00	
Gastos de oficina		540,00	
Mto y control 24 horas sistema vigilancia y seguridad	1	5.000,00	5.000,00
Seguridad y salud, riesgos laborales, calidad, formación...	19	200,00	3.800,00
Compra pequeño materiales y medios auxiliares	1		2.000,00
Pequeño material	1	2.000,00	
Alquiler grupo electrógeno	1	0,00	
TOTAL (coste/ año):			57.791,96
TOTAL (coste/ m3):			0,0003

D) ANÁLISIS DE AGUA	Análisis/año	Coste/análisis	Total (Coste / año)
Análisis de control interno	10.000	1,20	12.000,00
Mantenimiento laboratorio	1	800,00	800,00
Calibración instrumentación laboratorio	1	3.500,00	3.500,00
TOTAL (coste/año):			16.300,00
TOTAL (coste/m3):			0,0001

E) SEGUROS			Total (Coste / año)
Avería maquinaria			
Prima aseguradora	0,70%	20.000.000,00	140.000,00
Impuesto	8,8%	140.000,00	12.320,00
Consorcio	0,021%	20.000.000,00	4.200,00
Responsabilidad Civil			0,00
Responsabilidad Civil Medioambiental			0,00
TOTAL (coste/año):			156.520,00

TOTAL (coste/m3): 0,0009

Total (Coste / año)			
F) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL			
Mantenimiento equipos en continuo (control medio receptor)	12	2.000,00	24.000,00
Control de organismos y sedimentos	1	10.000,00	10.000,00
Control seguimiento fanerógamas	1	10.000,00	10.000,00
Cartografía bionómica	1	15.000,00	15.000,00
Control comunidades planctónicas y nectónicas	1	20.000,00	20.000,00
Control comunidades bentónicas	1	12.000,00	12.000,00
Control sedimentos blandos	1	5.000,00	5.000,00
Control comunidad faunística asociada	2	15.000,00	30.000,00
Control integridad del emisario	1	10000,00	10.000,00
TOTAL (coste/año):		136.000,00	
TOTAL (coste/m3):		0,0008	

G). REPARACIONES Y CONSERVACION OBRA CIVIL	
Reparaciones rutinarias	25.000
Conservación y pequeñas reparaciones instalaciones	20.000
TOTAL (coste/año):	45.000,00
TOTAL (coste/m3):	0,00025

H). ENERGÍA ELÉCTRICA. TÉRMINO DE POTENCIA	c€/kw	kW/año	€/año
Periodo 1	1.891,62	71.075	1.344.468
Periodo 2	946,63	71.075	672.816
Periodo 3	692,78	71.075	492.390
Periodo 4	692,78	71.075	492.390
Periodo 5	692,78	71.075	492.390
Periodo 6	291,46	71.075	207.155
Impuesto sobre la electricidad			189.252
Alquiler de contador de medida			1.900
TOTAL (coste/año):	5.208,03	426.449,73	3.892.759,38
TOTAL (coste/m3):	0,0000	0,0024	0,0216

COSTES VARIABLES

REACTIVOS PRE-TRATAMIENTO Y PROCESO - Tº 12º

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. CONSUMOS EXTRAORDINARIOS										
PRE- TRATAMIENTO										
Coagulante 1ª etapa de filtración	0,5	1.133.787	40%	360	24	0,18	510.204	2,83	0,0005	91.836,73
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	0,0	1.133.787	98%	0	24	2,40	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	0,0	1.133.787	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
TOTAL:									0,0005	91.836,73

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. PROCESO										
PRE- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico (choques)	8,0	1.133.787	12,5%	12	2	0,175	72.562	0,40	0,0001	12.698,41
Metabisulfito sódico en polvo (para eliminación cloro choques)	16,0	1.111.111	98%	12	7	0,28	60.978	0,34	0,0001	17.073,78
Antiincrustante 1º paso	1,0	1.111.111	100%	360	24	2,00	400.000	2,22	0,0044	800.000,00
Antiincrustante 2º paso	0,0	206.075	100%	360	24	2,00	0	0,00	0,0000	0,00
Hidróxido sódico 2º paso	0,00	206.075	50%	360	24	0,29	0	0,00	0,0000	0,00
POST- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico en continuo	1,0	500.000	12,0%	360,0	24	0,175	1.500.000	8,33	0,0015	262.500,00
CO2	35,0	500.000	95%	360,0	24	0,183	6.631.579	36,84	0,0067	1.213.578,95
Cal (hidróxido cálcico)	29,5	500.000	92%	360,0	24	0,070	5.771.739	32,07	0,0022	401.135,87
TOTAL:									0,0150	2.706.987,01

REACTIVOS PRE-TRATAMIENTO Y PROCESO - Tº 25º

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. CONSUMOS EXTRAORDINARIOS										
PRE- TRATAMIENTO										
Coagulante 1ª etapa de filtración	0,5	1.133.787	40%	360	24	0,18	510.204	2,83	0,0005	91.836,73
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	0,0	1.133.787	98%	0	24	2,40	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	0,0	1.133.787	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
TOTAL:									0,0005	91.836,73

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. PROCESO										
PRE- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico (choques)	8,0	1.133.787	12,5%	12	2	0,175	72.562	0,40	0,0001	12.698,41
Metabisulfito sódico en polvo (para eliminación cloro choques)	16,0	1.133.787	98%	12	7	0,28	62.222	0,35	0,0001	17.422,22
Antiincrustante 1º paso	1,0	1.133.787	100%	360	24	2,00	408.163	2,27	0,0045	816.326,53
Antiincrustante 2º paso	1,5	302.563	100%	360	24	2,00	163.384	0,91	0,0018	326.768,17
Hidróxido sódico 2º paso	10,01	302.563	50%	360	24	0,29	545.158	3,03	0,0009	158.095,88
POST- TRATAMIENTO										
Hipoclorito sódico en continuo	1,0	500.000	12,0%	360,0	24	0,175	1.500.000	8,33	0,0015	262.500,00
CO2	35,0	500.000	95%	360,0	24	0,183	6.631.579	36,84	0,0067	1.213.578,95
Cal (hidróxido cálcico)	29,5	500.000	92%	360,0	24	0,070	5.771.739	32,07	0,0022	401.135,87
TOTAL:									0,0178	3.208.526,03

REACTIVOS QUIMICOS. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE MEMBRANAS DE OI

Número de bastidores:		50								
Reactivo químico	Concentración de reactivo químico puro en disolución CIP (% , p/p)	Volumen deposito CIP (m3)	Número de operaciones	Volumen total de CIP (m3)	Concentración del reactivo químico comercial (% p/p)	Kg de reactivo comercial/ año	Gr. reactivo químico comercial/m3 de agua producto	Coste del reactivo químico comercial/ kg	Coste/ m3 de agua producto	Coste / año
Limpieza:										
Biofilm y orgánicos: hidróxido sódico	0,1%	150	1	7500	25,0%	30.000	0,1667	0,32	0,000053	9.600,0
Lauril sulfato	0,2%	150	1	7500	94,0%	15.957	0,0887	10,00	0,000887	159.574,5
Sales inorgánicos: ácido clorhídrico	0,2%	150	1	7500	35,0%	42.857	0,2381	0,25	0,000060	10.714,3
Conservación:										
Nalco PC-55	0,05%	150	0	0	100,0%	0	0,0000	8,90	0,000000	0,0
Metabisulfito sódico en polvo	0,022%	150	0	0	99,5%	0	0,0000	0,28	0,000000	0,0
TOTAL:									0,0010	179.888,75

	Dosis de producto puro (gr/m3)	Caudal sobre el que se dosifica (m3/día)	Concentración producto comercial y/o eficiencia en transferencia (gr/l or %)	Días de dosificación al año	Tiempo de dosificación (horas/día)	Coste/ kg producto comercial	Consumo: kg de producto comercial/ año	Consumo: gr de reactivo comercial/ m3 de agua producto	coste/m3 agua producto	Coste / año
REACTIVOS QUIMICOS. TRATAMIENTO DE EFLUENTES										
Coagulante	25,0	65.758	40%	360	24	0,18	1.479.550	8,22	0,0015	266.318,93
Floculante (pretratamiento de aguas antes de entrada a filtros)	1,0	65.758	98%	360	24	2,40	24.156	0,13	0,0003	57.974,19
Hidróxido sódico: neutralización CIP	500,0	150	50%	0	24	0,32	0	0,00	0,0000	0,00
Ácido sulfúrico	700,0	150	98%	0	24	0,31	0	0,00	0,0000	0,00
Floculante deshidratación	2,5	13.962	98%	360	11,5	2,40	6.144	0,03	0,0001	14.745,26
TOTAL:									0,0018	339.038,37

A) REACTIVOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Pretratamiento consumos extraordinarios	1	91.836,73	91.836,73	91.836,73	91.836,73
Proceso (Pre y postratamiento)	1	2.706.987,01	2.706.987,01	3.208.526,03	3.208.526,03
Limpieza y conservación membranas OI	1	179.888,75	179.888,75	179.888,75	179.888,75
Tratamiento de efluentes	1	339.038,37	339.038,37	339.038,37	339.038,37
TOTAL (coste/año):			3.317.750,87		3.819.289,90
TOTAL (coste/m3):			0,0184		0,0212

B) REPUESTOS	ud	Precio Unitario	Total (coste/ año)
Repuestos	1	80.000,00	80.000,00
			0,00
			0,00
TOTAL (coste/año):			80.000,00
TOTAL (coste/m3):			0,0004

C) REEMPLAZO DE FILTROS DE CARTUCHOS			
Cálculo del número de filtros de cartuchos a reponer:			
Caudal de aporte (m3/año):	400.000.000		
TSS (gr/h): (se considera una eliminación del 98% en filtración por gravedad)	6.944	Se consideran 10 gr de TSS en agua de aporte.	
Número de cartuchos:	13.120	Un 1.5% escapa de las etapas previas de filtración	
Longitud (pulgadas):	70		
Capacidad de retención (gr/10")	175		
Capacidad total de retención (gr)	16.072.000		
Tiempo entre reemplazos (horas)	2.314		
Tiempo entre reemplazos (días)	96		
Número de cambios al año según cálculos	3,7		

Cartuchos pre- tratamiento:			
Número de filtros de cartuchos instalados:	13.120	32 filtros de 410 cartuchos de 70" y 5 um	
Número de cambios al año:	3,7		
Cartuchos CIP:			
Número de filtros de cartuchos a reponer:	180		
Número de cambios al año:	9		
Coste unitario por cartucho (Coste/unidad):	7,00		
TOTAL (coste/año):	354.197,14		
TOTAL (coste/m3):	0,0020		

D) REPOSICIÓN DE MEMBRANAS DE OI	
Número de membranas instaladas:	62.600
Tasa de reposición anual:	12%
Número de membranas a reponer al año:	7.512
Costo unitario de membranas (coste/unidad)	400
TOTAL (coste/año):	3.004.800,00
TOTAL (coste/m3):	0,0167

E) REEMPLAZO DE MATERIAL FILTRANTE: ARENA-ANTRACITA	
1ª ETAPA:	
Longitud filtros (mm)	16.000
Diámetro filtros (mm)	8.000
Superficie filtros (m)	128,00
Nº de filtros:	48,0
Altura antracita 1º etapa	0,6
Volumen antracita 1ª etapa	3.686,40
Altura arena 1ª etapa	0,9
Volumen arena 1ª etapa	5.529,60
Altura granate fino 1ª etapa	0,2
Volumen granate fino 1ª etapa	1.228,80
Altura granate grueso 1ª etapa	0,1
Volumen granate grueso 1ª etapa	614,40
% de reposición anual:	2,0%
Cantidad reponer antracita 1º etapa (m3)	73.728
Cantidad reponer arena 1º etapa (m3)	110.592
Cantidad reponer granate fino 1º etapa (m3)	24.576
Cantidad reponer granate grueso 1º etapa (m3)	12.288
Coste unitario antracita (€/m3)	425,0
Coste unitario arena (€/m3)	198,4
Coste unitario granate fino (€/m3)	199,4
Coste unitario granate grueso (€/m3)	198,4
TOTAL (coste/año):	60.614,25
TOTAL (coste/m3):	0,000337

F) TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE FANGOS	
Toneladas de sólidos como materia seca (Ton/año):	5.026
Sequedad del fango:	20%
Toneladas de fangos (Ton/año):	30.157
Precio unitario de retirada del fango (€/Ton):	28
TOTAL (coste/año):	844.403,24
TOTAL (coste/m3):	0,0047

G) ANÁLISIS DE AGUA	Análisis/año	Coste/análisis	Total (Coste / año)
Análíticas de control, realizada por laboratorio homologado	100	40,00	4.000,00
Análíticas completas, por laboratorio homologado	12	400,00	4.800,00
Análíticas adicional de control	12	45,00	540,00
TOTAL (coste/año):			9.340,00
TOTAL (coste/m3):			0,0001

H) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL			Total (Coste / año)
Control de los efluentes	1	40.000,00	40.000,00
Control efluente final	52		
Control efluente lavado de filtros	52		
Control efluente limpieza de membranas	3		
Control del agua de captación	12		
Desplazamiento y muestreos	1	5.000,00	5.000,00
Tratamiento de datos y emisión de informes	1	3.000,00	3.000,00
TOTAL (coste/año):			48.000,00
TOTAL (coste/m3):			0,0003

J) CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	Tª 12º	Tª 25º
Tarifa	6.3	6.3
Potencia diaria consumida (kWh/día)	1.703.840,09	1.818.153,84
Días de funcionamiento anual	365	365
Potencia anual consumida (kWh/año)	621.901.631,92	663.626.153,29
Coste medio de término de energía 6.1 (€/kWh)	0,0763	0,0763
Coste anual término de energía 6.1 (€/año)	47.456.131,80	50.640.050,74
Impuesto sobre la electricidad (€/año)	2.426.287,90	2.589.072,01
TOTAL (coste/año):	49.882.419,71	53.229.122,76
TOTAL (coste/m3):	0,2771	0,2957

RESUMEN

TOTAL COSTES FIJOS			
COSTES	Coste/ año	Coste/ m3	% sobre total
A) PERSONAL	659.723,15	0,0037	1,1%
B) MANTENIMIENTO GENERAL INSTALACIONES	177.360,00	0,0010	0,3%
C) ADMINISTRACIÓN Y VARIOS	57.791,96	0,0003	0,1%
D) ANÁLISIS AGUA PRODUCTO	16.300,00	0,0001	0,0%
E) SEGUROS	156.520,00	0,0009	0,2%
F) PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	136.000,00	0,0008	0,2%
G) REPARACIONES OBRA CIVIL	45.000,00	0,00025	0,1%
H) ENERGÍA ELÉCTRICA. TÉRMINO DE POTENCIA	3.892.759,38	0,0216	6,2%
TOTAL FIJO (COMO COSTE/AÑO)	5.141.454,49		8,2%
TOTAL (COMO COSTE/M3 DE AGUA PRODUCTO)		0,0286	

TOTAL COSTES VARIABLES	Variables 12º
------------------------	---------------

Variables 25º

COSTES	Coste/ año	Coste €/ m3	% sobre total
A) REACTIVOS	3.317.750,87	0,0184	5,3%
B) REPUESTOS	80.000,00	0,0004	0,1%
C) REPOSICIÓN FILTROS DE CARTUCHOS	354.197,14	0,0020	0,6%
D) REPOSICIÓN DE MEMBRANAS	3.004.800,00	0,0167	4,8%
E) REPOSICIÓN MATERIAL GRANULAR FILTRANTE	60.614,25	0,0003	0,1%
F) TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE FANGOS	844.403,24	0,0047	1,3%
G) COSTE ANÁLISIS	9.340,00	0,00005	0,0%
H) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	48.000,00	0,0003	0,1%
J) CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	49.882.419,71	0,2771	79,5%
TOTAL VARIABLE (COMO COSTE/AÑO)	57.601.525,21		91,8%
TOTAL (COMO COSTE/M3 DE AGUA PRODUCTO)		0,3200	

Coste/ año	Coste €/ m3	% sobre total
3.819.289,90	0,0212	6,1%
80.000,00	0,0004	0,1%
354.197,14	0,0020	0,6%
3.004.800,00	0,0167	4,8%
60.614,25	0,0003	0,1%
844.403,24	0,0047	1,3%
9.340,00	0,00005	0,0%
48.000,00	0,0003	0,1%
53.229.122,76	0,2957	84,8%
61.449.767,29		97,9%
	0,3414	

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ANUAL: 62.742.979,70

66.591.221,77

PRESUPUESTO PROMEDIO ANUAL DE EJECUCIÓN MATERIAL, SIN IVA

TOTAL EXPRESADO COMO EJECUCIÓN MATERIAL (COSTE/ AÑO):	64.667.100,74	€/AÑO
(COSTE/M3):	0,3593	€/m3

GASTOS GENERALES	13,0%	8.406.723 €/año
BENEFICIO INDUSTRIAL	6,0%	3.880.026 €/año

TOTAL, CON BI Y GG. SIN IVA:	76.953.850 €/año
COSTE ESPECÍFICO	0,428 €/m3

IVA:	10,0%	7.695.385 €/año
------	-------	-----------------

TOTAL, CON BI Y GG. CON IVA:	84.649.235 €/año
COSTE ESPECÍFICO	0,470 €/m3

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA
MEDITERRÁNEA**

**ANEXO 12. CÁLCULO DE
CONSUMOS ESPECÍFICOS.**

Alumno: Rafael Buendía Candel

Tutor: Prof. D. Manuel Cuevas Aranda

Dpto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Junio, 2019

Fecha: junio 2019	TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA TABLA DE POTENCIAS 12°C B<0,5ppm		DOCUMENTO NÚMERO	
			Revisión :	00

DATOS DEL PROYECTO

CAUDAL DE AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d
DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA	98,00%
PRODUCCIÓN ANUAL	178.850.000 m³/year
TDS AGUA DE MAR	46.236 ppm
TEMPERATURA AGUA DE MAR	12 °c

CONSUMIDORES ADICIONALES

PÉRDIDAS (Cables, transformadores...)	5%
MARGEN DE SEGURIDAD	5%

LISTA DE CONSUMIDORES

Descripción	Start-up	Voltage (V)	Unidades instaladas	Unidades en operación	Flow (m³/h)	Head (m)	Pump Efficiency	Motor Efficiency	VFD Efficiency	Potencia absorbida (kW)	Potencia instalada (kW)	Potencia total instalada (kW)	Potencia total consumida (kW)	Hours / Day	Consumo diario (kWh)	Consumo específico (kWh/m³)
CAPTACIÓN																0,10
Tamiz captación	DOL	400,00	4,00	4,00						4,68	5,50	22,00	18,70	8,00	149,60	
Bomba bacwash travelling	DOL	400,00	2,00	1,00						5,07	7,50	15,00	5,07	8,00	40,57	
Compresor	DOL	400,00	2,00	1,00						9,35	11,00	22,00	9,35	24,00	224,40	
Bombeo Captación	VFD	6000,00	7,00	6,00	8044,69	12,00	0,82	0,96	0,98	352,67	450,00	3150,00	2116,00	24,00	50.783,92	
FILTRATION																0,29
Backwash pump 1ª etapa	VFD	6000,00	3,00	2,00	5120,00	20,00	0,88	0,96	0,98	357,21	400,00	1200,00	714,41	3,60	2.571,89	
Blowers 1ª etapa	VFD	400,00	3,00	2,00						156,00	200,00	600,00	312,00	0,60	187,20	
Backwash pump 2ª etapa	VFD	400,00				0,00	0,86	0,96	0,98	0,00	250,00	0,00	0,00	3,60	0,00	
Blowers 2ª etapa	VFD	400,00								221,00	250,00	0,00	0,00	0,60	0,00	
Low Pressure pump	VFD	6000,00	13,00	12,00	3858,02	38,13	0,88	0,97	0,98	495,80	630,00	8190,00	5949,60	24,00	142.790,39	
RO																2,64
Booster pump	VFD	400,00	25,00	25,00	852,43	102,99	0,83	0,97	0,98	312,61	400,00	10000,00	7815,20	24,00	187.564,73	
High pressure pump	SS	6000,00	25,00	25,00	852,43	623,88	0,88	0,97	1,00	1744,96	2500,00	62500,00	43624,07	24,00	1.046.977,61	
Recirculation pump	VFD	400,00	25,00	25,00	999,42	40,80	0,86	0,96	0,98	141,38	200,00	5000,00	3534,44	24,00	84.826,64	
Second pass HP pump	VFD	6000,00	25,00	25,00	0,00	0,00	0,86	0,97	0,98	0,00	560,00	14000,00	0,00	24,00	0,00	
RO CLEANING & FLUSHING																0,01
CIP pump	VFD	400,00	2,00	1,00	910,00	45,90	0,82	0,96	0,98	147,86	280,00	560,00	147,86	8,00	1.182,90	
Mixer	Direct	400,00	1,00	1,00						0,94	1,10	1,10	0,94	8,00	7,48	
Heating element for CIP	Direct	400,00	3,00	3,00						150,00	180,00	540,00	450,00	8,00	3.600,00	
CHEMICAL DOSING																0,00
Sodium hypochlorite dosing pump (Pre)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,47	0,55	2,75	1,87	0,05	0,09	
Ferric chloride dosing primera etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Ferric chloride dosing pump segunda etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Sodium metabisulphite dosing pump	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	0,07	0,09	
Antiscalant dosing pump 1st pass	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Antiscalant dosing pump 2nd pass	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hydroxide dosing pump	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hypochlorite (Post)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
REMINERALIZATION																0,00
Refrigeration units	Direct	400,00	2,00	2,00						2,53	2,98	5,96	5,07	24,00	121,58	
CO2 Vaporiser	Direct	400,00	2,00	2,00						15,30	18,00	36,00	30,60	24,00	734,40	
Dosing unit	Direct	400,00	2,00	2,00						3,40	4,00	8,00	6,80	24,00	163,20	
Permeated CO2 pump	Direct	400,00	2,00	2,00	260,42	2,24	0,75	0,85	1,00	2,49	4,00	8,00	4,99	24,00	119,75	
Lime dosign pump	Direct	400,00	3,00	2,00	8,00	51,00	0,80	0,85	1,00	1,63	2,20	6,60	3,27	24,00	78,38	
Lime saturator mixer	Direct	400,00	4,00	4,00						1,87	2,20	8,80	7,48	24,00	179,52	
Lime water dosing pump	Direct	400,00	3,00	2,00	244,67	20,00	0,79	0,93	1,00	18,04	0,00	0,00	36,09	24,00	866,12	
EFFLUENT WWTP															5.618,27	0,01
AUXILIARES																0,02
Varios	Direct	400,00	1,00	1,00						1530,00	1800,00	1800,00	1530,00	8,04	12.301,20	
Total de energía														66.330	1.541.210,69	3,0824
Con Pérdidas en Cables, Transformadores.														+ pérdidas	1.618.271,23	3,2365
Con margen de seguridad														argen seguridad	1.699.184,79	3,3984

Para los diferentes caudales de producción de 1.000.000 y 1.500.000 m³/d el consumo específico se mantiene

3,3984 kWh/m³

CAUDAL AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	66.330,1 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.000.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	132.660,2 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	198.990,3 kW

Fecha: junio 2019	TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA TABLA DE POTENCIAS 25°C B<0,5ppm		DOCUMENTO NÚMERO	
			Revisión :	00

DATOS DEL PROYECTO

CAUDAL DE AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d
DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA	98%
PRODUCCIÓN ANUAL	178.850.000 m³/year
TDS AGUA DE MAR	46.236 ppm
TEMPERATURA AGUA DE MAR	25,00 °c

CONSUMIDORES ADICONALES

PÉRDIDAS (Cables, transformadores...)	0,02
MARGEN DE SEGURIDAD	0,03

LISTA DE CONSUMIDORES

Descripción	Start-up	Voltage (V)	Unidades instaladas	Unidades en operación	Flow (m³/h)	Head (m)	Pump Efficiency	Motor Efficiency	VFD Efficiency	Potencia absorbida (kW)	Potencia instalada (kW)	Potencia total instalada (kW)	Potencia total consumida (kW)	Hours / Day	Consumo diario (kWh)	Consumo específico (kWh/m³)	
CAPTACIÓN																0,11	
Tamiz captación	DOL	400,00	4,00	4,00						4,68	5,50	22,00	18,70	8,00	149,60		
Bomba bacwash travelling	DOL	400,00	2,00	1,00						5,07	7,50	15,00	5,07	8,00	40,57		
Compresor	DOL	400,00	2,00	1,00						9,35	11,00	22,00	9,35	24,00	224,40		
Bombeo Captación	VFD	6000,00	7,00	6,00	8699,66	12,00	0,82	0,96	0,98	381,38	450,00	3150,00	2288,27	24,00	54.918,57		
FILTRATION																0,33	
Backwash pump 1ª etapa	VFD	6000,00	3,00	2,00	5120,00	20,00	0,88	0,96	0,98	357,21	400,00	1200,00	714,41	3,60	2.571,89		
Blowers 1ª etapa	VFD	400,00	3,00	2,00						156,00	200,00	600,00	312,00	0,60	187,20		
Backwash pump 2ª etapa	VFD	400,00				20,00	0,86	0,96	0,98	0,00	250,00	0,00	0,00	3,60	0,00		
Blowers 2ª etapa	VFD	400,00								221,00	250,00	0,00	0,00	0,60	0,00		
Low Pressure pump	VFD	6000,00	13,00	12,00	4439,61	38,13	0,88	0,97	0,98	570,54	630,00	8190,00	6846,49	24,00	164.315,75		
RO																3,55	
Booster pump	VFD	400,00	25,00	25,00	983,36	99,03	0,83	0,97	0,98	346,75	400,00	10000,00	8668,76	24,00	208.050,36		
High pressure pump	SS	6000,00	25,00	25,00	983,36	623,88	0,88	0,97	1,00	2012,97	2500,00	62500,00	50324,19	24,00	1.207.780,53		
Recirculation pump	VFD	400,00	25,00	25,00	1147,66	35,00	0,86	0,96	0,98	139,27	200,00	5000,00	3481,72	24,00	83.561,32		
Second pass HP pump	VFD	6000,00	25,00	25,00	958,96	142,90	0,86	0,97	0,98	457,22	560,00	14000,00	11430,44	24,00	274.330,51		
RO CLEANING & FLUSHING																0,01	
CIP pump	VFD	400,00	2,00	1,00	910,00	45,90	0,82	0,96	0,98	147,86	280,00	560,00	147,86	8,00	1.182,90		
Mixer	Direct	400,00	1,00	1,00						0,94	1,10	1,10	0,94	8,00	7,48		
Heating element for CIP	Direct	400,00	3,00	3,00						150,00	180,00	540,00	450,00	8,00	3.600,00		
CHEMICAL DOSING																0,00	
Sodium hypochlorite dosing pump (Pre)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,47	0,55	2,75	1,87	0,05	0,09		
Ferric chloride dosing primera etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19		
Ferric chloride dosing pump segunda etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19		
Sodium metabisulphite dosing pump	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	0,07	0,09		
Antiscalant dosing pump 1st pass	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19		
Antiscalant dosing pump 2nd pass	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00		
Sodium hydroxide dosing pump	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00		
Sodium hypochlorite (Post)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19		
REMINERALIZATION																0,00	
Refrigeration units	Direct	400,00	2,00	2,00						2,53	2,98	5,96	5,07	24,00	121,58		
CO2 Vaporiser	Direct	400,00	2,00	2,00						15,30	18,00	36,00	30,60	24,00	734,40		
Dosing unit	Direct	400,00	2,00	2,00						3,40	4,00	8,00	6,80	24,00	163,20		
Permeated CO2 pump	Direct	400,00	2,00	2,00	260,42	2,24	0,75	0,85	1,00	2,49	4,00	8,00	4,99	24,00	119,75		
Lime dosign pump	Direct	400,00	3,00	2,00	8,00	51,00	0,80	0,85	1,00	1,63	2,20	6,60	3,27	24,00	78,38		
Lime saturator mixer	Direct	400,00	4,00	4,00						1,87	2,20	8,80	7,48	24,00	179,52		
Lime water dosing pump	Direct	400,00	3,00	2,00	244,67	20,00	0,79	0,93	1,00	18,04	0,00	0,00	36,09	24,00	866,12		
EFFLUENT WWTP															5.618,27	0,01	
AUXILIARES																0,02	
Varios	Direct	400,00	1,00	1,00						1530,00	1800,00	1800,00	1530,00	8.04	12.301,20		
													86330,66			2.021.224,45	4,042
													+ pérdidas		2.061.648,94	4,123	
													+ margen seguridad		2.123.498,41	4,247	

Para los diferentes caudales de producción de 1.000.000 y 1.500.000 m³/d el consumo específico se mantiene

CAUDAL AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	86.330,7 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.000.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	172.661,3 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	258.992,0 kW

	TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA TABLA DE POTENCIAS 12°C B<1ppm		DOCUMENTO NÚMERO	
			Revisión :	00
Fecha: junio 2019				

DATOS DEL PROYECTO

CAUDAL DE AGUA PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA
PRODUCCIÓN ANUAL
CONCENTRACION MAXIMA DE BORO EN PERMEADO
TDS AGUA DE MAR
TEMPERATURA AGUA DE MAR

500.000 m³/d
98,00%
178.850.000 m³/year
1,00 ppm
46.236 ppm
12 °c

CONSUMIDORES ADICIONALES

PÉRDIDAS (Cables, transformadores...)
MARGEN DE SEGURIDAD

5%
5%

LISTA DE CONSUMIDORES

Descripción	Start-up	Voltage (V)	Unidades instaladas	Unidades en operación	Flow (m ³ /h)	Head (m)	Pump Efficiency	Motor Efficiency	VFD Efficiency	Potencia absorbida (kW)	Potencia instalada (kW)	Potencia total instalada (kW)	Potencia total consumida (kW)	Hours / Day	Consumo diario (kWh)	Consumo específico (kWh/m ³)
CAPTACIÓN																0,10
Tamiz captación	DOL	400,00	4,00	4,00						4,68	5,50	22,00	18,70	8,00	149,60	
Bomba bacwash travelling	DOL	400,00	2,00	1,00						5,07	7,50	15,00	5,07	8,00	40,57	
Compresor	DOL	400,00	2,00	1,00						9,35	11,00	22,00	9,35	24,00	224,40	
Bombeo Captación	VFD	6000,00	7,00	6,00	8044,69	12,00	0,82	0,96	0,98	352,67	450,00	3150,00	2116,00	24,00	50.783,92	
FILTRATION																0,29
Backwash pump 1ª etapa	VFD	6000,00	3,00	2,00	5120,00	20,00	0,88	0,96	0,98	357,21	400,00	1200,00	714,41	3,60	2.571,89	
Blowers 1ª etapa	VFD	400,00	3,00	2,00						156,00	200,00	600,00	312,00	0,60	187,20	
Backwash pump 2ª etapa	VFD	400,00				0,00	0,86	0,96	0,98	0,00	250,00	0,00	0,00	3,60	0,00	
Blowers 2ª etapa	VFD	400,00								221,00	250,00	0,00	0,00	0,60	0,00	
Low Pressure pump	VFD	6000,00	13,00	12,00	3858,02	38,13	0,88	0,97	0,98	495,80	630,00	8190,00	5949,60	24,00	142.790,39	
RO																2,64
Booster pump	VFD	400,00	25,00	25,00	852,43	102,99	0,83	0,97	0,98	312,61	400,00	10000,00	7815,20	24,00	187.564,73	
High pressure pump	SS	6000,00	25,00	25,00	852,43	823,88	0,88	0,97	1,00	1744,96	2500,00	62500,00	43624,07	24,00	1.046.977,61	
Recirculation pump	VFD	400,00	25,00	25,00	999,42	40,80	0,86	0,96	0,98	141,38	200,00	5000,00	3534,44	24,00	84.826,64	
Second pass HP pump	VFD	6000,00	25,00	25,00	0,00	0,00	0,86	0,97	0,98	0,00	560,00	14000,00	0,00	24,00	0,00	
RO CLEANING & FLUSHING																0,01
CIP pump	VFD	400,00	2,00	1,00	910,00	45,90	0,82	0,96	0,98	147,86	280,00	560,00	147,86	8,00	1.182,90	
Mixer	Direct	400,00	1,00	1,00						0,94	1,10	0,94	0,94	8,00	7,48	
Heating element for CIP	Direct	400,00	3,00	3,00						150,00	180,00	540,00	450,00	8,00	3.600,00	
CHEMICAL DOSING																0,00
Sodium hypochlorite dosing pump (Pre)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,47	0,55	2,75	1,87	0,05	0,09	
Ferric chloride dosing primera etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Ferric chloride dosing segunda etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Sodium metabisulphite dosing pump	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	0,07	0,09	
Antiscalant dosing pump 1st pass	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Antiscalant dosing pump 2nd pass	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hydroxide dosing pump	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hypochlorite (Post)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
REMINERALIZATION																0,00
Refrigeration units	Direct	400,00	2,00	2,00						2,53	2,98	5,96	5,07	24,00	121,58	
CO2 Vaporiser	Direct	400,00	2,00	2,00						15,30	18,00	36,00	30,60	24,00	734,40	
Dosing unit	Direct	400,00	2,00	2,00						3,40	4,00	8,00	6,80	24,00	163,20	
Permeated CO2 pump	Direct	400,00	2,00	2,00	260,42	2,24	0,75	0,85	1,00	2,49	4,00	8,00	4,99	24,00	119,75	
Lime dosign pump	Direct	400,00	3,00	2,00	8,00	51,00	0,80	0,85	1,00	1,63	2,20	6,60	3,27	24,00	78,38	
Lime saturator mixer	Direct	400,00	4,00	4,00						1,87	2,20	8,80	7,48	24,00	179,52	
Lime water dosing pump	Direct	400,00	3,00	2,00	244,67	20,00	0,79	0,93	1,00	18,04	0,00	0,00	36,09	24,00	866,12	
EFFLUENT WWTP															5.618,27	0,01
AUXILIARES																0,02
Varios	Direct	400,00	1,00	1,00						1530,00	1800,00	1800,00	1530,00	8,04	12.301,20	
										Total de energia		66.330				
										Con Pérdidas en Cables, Transformadores.			+ pérdidas			
										Con margen de seguridad			+ margen seguridad			

Para los diferentes caudales de producción de 1.000.000 y 1.500.000 m³/d el consumo específico se mantiene

CAUDAL AGUA PRODUCTO	500.000 m ³ /d
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.000.000 m ³ /d
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.500.000 m ³ /d

POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	66.330,1 kW
POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	132.660,2 kW
POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	198.990,3 kW

	TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA TABLA DE POTENCIAS 25°C B<1ppm		DOCUMENTO NÚMERO	
Fecha: junio 2019			Revisión :	00

DATOS DEL PROYECTO

CAUDAL DE AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d
DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA	98%
PRODUCCIÓN ANUAL	178.850.000 m³/year
CONCENTRACION MAXIMA DE BORO EN PERMEADO	1,00 ppm
TDS AGUA DE MAR	46.236 ppm
TEMPERATURA AGUA DE MAR	25,00 °c

CONSUMIDORES ADICIONALES

PÉRDIDAS (Cables, transformdores...)	5%
MARGEN DE SEGURIDAD	5%

LISTA DE CONSUMIDORES

Descripción	Start-up	Voltage (V)	Unidades instaladas	Unidades en operación	Flow (m³/h)	Head (m)	Pump Efficiency	Motor Efficiency	VFD Efficiency	Potencia absorbida (kW)	Potencia instalada (kW)	Potencia total instalada (kW)	Potencia total consumida (kW)	Hours / Day	Consumo diario (kWh)	Consumo específico (kWh/m³)
CAPTACIÓN																0,10
Tamiz captación	DOL	400,00	4,00	4,00						4,68	5,50	22,00	18,70	8,00	149,60	
Bomba bacwash travelling	DOL	400,00	2,00	1,00						5,07	7,50	15,00	5,07	8,00	40,57	
Compresor	DOL	400,00	2,00	1,00						9,35	11,00	22,00	9,35	24,00	224,40	
Bombeo Captación	VFD	6000,00	7,00	6,00	8226,79	12,00	0,82	0,96	0,98	360,65	450,00	3150,00	2163,90	24,00	51.933,52	
FILTRATION																0,30
Backwash pump 1ª etapa	VFD	6000,00	3,00	2,00	5120,00	20,00	0,88	0,96	0,98	357,21	400,00	1200,00	714,41	3,60	2.571,89	
Blowers 1ª etapa	VFD	400,00	3,00	2,00						156,00	200,00	600,00	312,00	0,60	187,20	
Backwash pump 2ª etapa	VFD	400,00				20,00	0,86	0,96	0,98	0,00	250,00	0,00	0,00	3,60	0,00	
Blowers 2ª etapa	VFD	400,00								221,00	250,00	0,00	0,00	0,60	0,00	
Low Pressure pump	VFD	6000,00	13,00	12,00	4018,34	38,13	0,88	0,97	0,98	516,40	630,00	8190,00	6196,82	24,00	148.723,72	
RO																2,83
Booster pump	VFD	400,00	25,00	25,00	892,36	76,65	0,83	0,97	0,98	243,55	400,00	10000,00	6088,74	24,00	146.129,79	
High pressure pump	SS	6000,00	25,00	25,00	892,36	623,88	0,88	0,97	1,00	1826,70	2500,00	62500,00	45667,38	24,00	1.096.017,20	
Recirculation pump	VFD	400,00	25,00	25,00	1036,44	35,00	0,86	0,96	0,98	125,77	200,00	5000,00	3144,31	24,00	75.463,55	
Second pass HP pump	VFD	6000,00	25,00	25,00	342,84	142,90	0,86	0,97	0,98	163,46	560,00	14000,00	4086,59	24,00	98.078,16	
RO CLEANING & FLUSHING																0,01
CIP pump	VFD	400,00	2,00	1,00	910,00	45,90	0,82	0,96	0,98	147,86	280,00	560,00	147,86	8,00	1.182,90	
Mixer	Direct	400,00	1,00	1,00						0,94	1,10	1,10	0,94	8,00	7,48	
Heating element for CIP	Direct	400,00	3,00	3,00						150,00	180,00	540,00	450,00	8,00	3.600,00	
CHEMICAL DOSING																0,00
Sodium hypochlorite dosing pump (Pre)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,47	0,55	2,75	1,87	0,05	0,09	
Ferric chloride dosing primera etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Ferric chloride dosing pump segunda etapa	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Sodium metabisulphite dosing pump	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	0,07	0,09	
Antiscalant dosing pump 1st pass	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
Antiscalant dosing pump 2nd pass	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hydroxide dosing pump	Direct	400,00	5,00	0,00						0,31	0,37	1,85	0,00	24,00	0,00	
Sodium hypochlorite (Post)	Direct	400,00	5,00	4,00						0,31	0,37	1,85	1,26	24,00	30,19	
REMINERALIZATION																0,00
Refrigeration units	Direct	400,00	2,00	2,00						2,53	2,98	5,96	5,07	24,00	121,58	
CO2 Vaporiser	Direct	400,00	2,00	2,00						15,30	18,00	36,00	30,60	24,00	734,40	
Dosing unit	Direct	400,00	2,00	2,00						3,40	4,00	8,00	6,80	24,00	163,20	
Permeated CO2 pump	Direct	400,00	2,00	2,00	260,42	2,24	0,75	0,85	1,00	2,49	4,00	8,00	4,99	24,00	119,75	
Lime dosign pump	Direct	400,00	3,00	2,00	8,00	51,00	0,80	0,85	1,00	1,63	2,20	6,60	3,27	24,00	78,38	
Lime saturator mixer	Direct	400,00	4,00	4,00						1,87	2,20	8,80	7,48	24,00	179,52	
Lime water dosing pump	Direct	400,00	3,00	2,00	244,67	20,00	0,79	0,93	1,00	18,04	0,00	0,00	36,09	24,00	866,12	
EFFLUENT WWTP															5.618,27	0,01
AUXILIARES																0,02
Varios	Direct	400,00	1,00	1,00						1530,00	1800,00	1800,00	1530,00	8,04	12.301,20	
													70638,53		1.644.613,34	3,289
														+ pérdidas	1.726.844,01	3,454
														+ margen seguridad	1.813.186,21	3,626

Para los diferentes caudales de producción de 1.000.000 y 1.500.000 m³/d el consumo específico se mantiene

CAUDAL AGUA PRODUCTO	500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	3,6264 kWh/m³
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.000.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	70.638,5 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO	1.500.000 m³/d	POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	141.277,1 kW
CAUDAL AGUA PRODUCTO		POTENCIAL TOTAL CONSUMIDA	211.915,6 kW

TFG. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN LA COSTA MEDITERRANEA

Término de energía variable para caso de B<0,5 ppm

	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
enero	132	220	0	0	0	392
febrero	126	210	0	0	0	360
marzo	0	0	126	210	0	408
abril	0	0	0	0	352	368
mayo	0	0	0	0	336	408
junio	88	88	60	100	0	384
julio	184	184	0	0	0	376
agosto	0	0	0	0	0	744
septiembre	0	0	132	220	0	368
octubre	0	0	0	0	368	376
noviembre	0	0	120	200	0	400
diciembre	132	220				392
TOTAL AÑO	662	922	438	730	1.056	4.976

Tensión (kV)	Precio de la energía consumida (Euro/MWh)					
	1	2	3	4	5	6
> 72,5 y 145 kV	121,9660	100,4910	94,0200	79,1610	75,9070	63,9410

CONSUMO ENERGÍA - 12º

DISTRIBUCION DE CONSUMO ELECTRICO POR MESES Y PERIODOS

	kwh/mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
31 enero	52.674.728,39	9.345.516,33	15.575.860,54	0,00	0,00	0,00	27.753.351,52
29 febrero	49.276.358,81	8.920.720,13	14.867.866,88	0,00	0,00	0,00	25.487.771,80
31 marzo	52.674.728,39	0,00	0,00	8.920.720,13	14.867.866,88	0,00	28.886.141,37
30 abril	50.975.543,60	0,00	0,00	0,00	0,00	24.921.376,87	26.054.166,73
31 mayo	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	23.788.587,01	28.886.141,37
30 junio	50.975.543,60	6.230.344,22	6.230.344,22	4.247.961,97	7.079.936,61	0,00	27.186.956,59
31 julio	52.674.728,39	13.027.083,36	13.027.083,36	0,00	0,00	0,00	26.620.561,66
31 agosto	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52.674.728,39
30 septiembre	50.975.543,60	0,00	0,00	9.044.048,06	15.575.860,54	0,00	26.054.166,73
31 octubre	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	26.054.166,73	26.620.561,66
30 noviembre	50.975.543,60	0,00	0,00	8.495.923,93	14.159.873,22	0,00	28.319.746,44
31 diciembre	52.674.728,39	9.345.516,33	15.575.860,54	0,00	0,00	0,00	27.753.351,52
Promedio	621.901.631,92						

Producción de kwh/año=	621.901.631,92
------------------------	----------------

Término energía variable	
enero	4.479.646,10 €
febrero	4.211.824,98 €
marzo	3.862.690,08 €
abril	3.557.636,43 €
mayo	3.652.729,04 €
junio	4.084.193,12 €
julio	4.600.111,22 €
agosto	3.368.074,81 €
septiembre	3.749.251,57 €
octubre	3.679.838,97 €
noviembre	3.730.489,40 €
diciembre	4.479.646,10 €
total	47.456.131,80 €

CONSUMO ENERGÍA - 25º

DISTRIBUCION DE CONSUMO ELECTRICO POR MESES Y PERIODOS

	kwh/mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
31 enero	65.828.450,61	11.679.241,24	19.465.402,06	0,00	0,00	0,00	34.683.807,31
29 febrero	61.581.453,79	11.148.366,63	18.580.611,06	0,00	0,00	0,00	31.852.476,10
31 marzo	65.828.450,61	0,00	0,00	11.148.366,63	18.580.611,06	0,00	36.099.472,91
30 abril	63.704.952,20	0,00	0,00	0,00	0,00	31.144.643,30	32.560.308,90
31 mayo	65.828.450,61	0,00	0,00	0,00	0,00	29.728.977,69	36.099.472,91
30 junio	63.704.952,20	7.786.160,82	7.786.160,82	5.308.746,02	8.847.910,03	0,00	33.975.974,51
31 julio	65.828.450,61	16.280.154,45	16.280.154,45	0,00	0,00	0,00	33.268.141,70
31 agosto	65.828.450,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65.828.450,61
30 septiembre	63.704.952,20	0,00	0,00	11.302.491,52	19.465.402,06	0,00	32.560.308,90
31 octubre	65.828.450,61	0,00	0,00	0,00	0,00	32.560.308,90	33.268.141,70
30 noviembre	63.704.952,20	0,00	0,00	10.617.492,03	17.695.820,06	0,00	35.391.640,11
31 diciembre	65.828.450,61	11.679.241,24	19.465.402,06	0,00	0,00	0,00	34.683.807,31
	777.200.416,82						

Producción de kwh/año=	777.200.416,82
------------------------	----------------

Término energía variable	
enero	5.598.285,38 €
febrero	5.263.585,05 €
marzo	4.827.265,58 €
abril	4.446.035,15 €
mayo	4.564.873,91 €
junio	5.104.081,47 €
julio	5.748.832,57 €
agosto	4.209.136,96 €
septiembre	4.685.499,66 €
octubre	4.598.753,62 €
noviembre	4.662.052,27 €
diciembre	5.598.285,38 €
total	59.306.686,98 €

Término de Potencia

TP = POT.CONTRATADA EN PERIODO X PRECIO POTENCIA PX €/Kw/año(*)

(*): De forma proporcional al nº de días del año incluidos en el periodo de facturación correspondiente. ((€/kW y año) /365) x nº de días periodo de facturación.

Tensión (kV)	Precio anual de la potencia contratada (c€/kW)					
	1	2	3	4	5	6
> 72,5 y ≤ 145kV	1891,62	946,63	692,78	692,78	692,78	291,46

Potencia Contratada		
71074,95565	P1	1.344.467,93 €
71074,95565	P2	672.815,86 €
71074,95565	P3	492.389,52 €
71074,95565	P4	492.389,52 €
71074,95565	P5	492.389,52 €
71074,95565	P6	207.155,07 €

3.701.607,43 € TOTAL ANUAL

Término de energía variable para caso de B<1 ppm

	HORAS P1	HORAS P2	HORAS P3	HORAS P4	HORAS P5	HORAS P6
enero	132	220	0	0	0	392
febrero	126	210	0	0	0	360
marzo	0	0	126	210	0	408
abril	0	0	0	0	352	368
mayo	0	0	0	0	336	408
junio	88	88	60	100	0	384
julio	184	184	0	0	0	376
agosto	0	0	0	0	0	744
septiembre	0	0	132	220	0	368
octubre	0	0	0	0	368	376
noviembre	0	0	120	200	0	400
diciembre	132	220				392
TOTAL AÑO	662	922	438	730	1.056	4.976

Tensión (kV)	Precio de la energía consumida (Euro/MWh)					
	1	2	3	4	5	6
> 72,5 y 145 kV	121,9660	100,4910	94,0200	79,1610	75,9070	63,9410

CONSUMO ENERGÍA - 12°

DISTRIBUCION DE CONSUMO ELECTRICO POR MESES Y PERIODOS

	kwh/mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
31 enero	52.674.728,39	9.345.516,33	15.575.860,54	0,00	0,00	0,00	27.753.351,52
29 febrero	49.276.358,81	8.920.720,13	14.867.866,88	0,00	0,00	0,00	25.487.771,80
31 marzo	52.674.728,39	0,00	0,00	8.920.720,13	14.867.866,88	0,00	28.886.141,37
30 abril	50.975.543,60	0,00	0,00	0,00	0,00	24.921.376,87	26.054.166,73
31 mayo	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	23.788.587,01	28.886.141,37
30 junio	50.975.543,60	6.230.344,22	6.230.344,22	4.247.961,97	7.079.936,61	0,00	27.186.956,59
31 julio	52.674.728,39	13.027.083,36	13.027.083,36	0,00	0,00	0,00	26.620.561,66
31 agosto	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52.674.728,39
30 septiembre	50.975.543,60	0,00	0,00	9.044.048,06	15.575.860,54	0,00	26.054.166,73
31 octubre	52.674.728,39	0,00	0,00	0,00	0,00	26.054.166,73	26.620.561,66
30 noviembre	50.975.543,60	0,00	0,00	8.495.923,93	14.159.873,22	0,00	28.319.746,44
31 diciembre	52.674.728,39	9.345.516,33	15.575.860,54	0,00	0,00	0,00	27.753.351,52
Promedio	621.901.631,92						

Producción de kwh/año= 621.901.631,92

Término energía variable	
enero	4.479.646,10 €
febrero	4.211.824,98 €
marzo	3.862.690,08 €
abril	3.557.636,43 €
mayo	3.652.729,04 €
junio	4.084.193,12 €
julio	4.600.111,22 €
agosto	3.368.074,81 €
septiembre	3.749.251,57 €
octubre	3.679.838,97 €
noviembre	3.730.489,40 €
diciembre	4.479.646,10 €
total	47.456.131,80 €

CONSUMO ENERGÍA - 25°

DISTRIBUCION DE CONSUMO ELECTRICO POR MESES Y PERIODOS

	kwh/mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
31 enero	56.208.772,55	9.972.524,16	16.620.873,60	0,00	0,00	0,00	29.615.374,78
29 febrero	52.582.400,12	9.519.227,61	15.865.379,35	0,00	0,00	0,00	27.197.793,17
31 marzo	56.208.772,55	0,00	0,00	9.519.227,61	15.865.379,35	0,00	30.824.165,59
30 abril	54.395.586,33	0,00	0,00	0,00	0,00	26.593.397,76	27.802.188,57
31 mayo	56.208.772,55	0,00	0,00	0,00	0,00	25.384.606,96	30.824.165,59
30 junio	54.395.586,33	6.648.349,44	6.648.349,44	4.532.965,53	7.554.942,55	0,00	29.010.979,38
31 julio	56.208.772,55	13.901.094,29	13.901.094,29	0,00	0,00	0,00	28.406.583,97
31 agosto	56.208.772,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56.208.772,55
30 septiembre	54.395.586,33	0,00	0,00	9.650.829,83	16.620.873,60	0,00	27.802.188,57
31 octubre	56.208.772,55	0,00	0,00	0,00	0,00	27.802.188,57	28.406.583,97
30 noviembre	54.395.586,33	0,00	0,00	9.065.931,06	15.109.885,09	0,00	30.219.770,19
31 diciembre	56.208.772,55	9.972.524,16	16.620.873,60	0,00	0,00	0,00	29.615.374,78
	663.626.153,29						

Producción de kwh/año= 663.626.153,29

Término energía variable	
enero	4.780.193,77 €
febrero	4.494.404,04 €
marzo	4.121.845,05 €
abril	3.796.324,78 €

mayo	3.897.797,33 €
junio	4.358.209,13 €
julio	4.908.741,12 €
agosto	3.594.045,13 €
septiembre	4.000.795,74 €
octubre	3.926.726,11 €
noviembre	3.980.774,78 €
diciembre	4.780.193,77 €
total	50.640.050,74 €

Término de Potencia

TP =POT.CONTRATADA EN PERIODO X PRECIO POTENCIA PX €/Kw/año(*)
(*): De forma proporcional al nº de días del año incluidos en el periodo de facturación correspondiente. ((€/kW y año) /365) x nº de dias periodo de facturación.

Tensión (kV)	Precio anual de la potencia contratada (c€/kW)					
	1	2	3	4	5	6
> 72,5 y ≤ 145kV	1891,62	946,63	692,78	692,78	692,78	291,46

Potencia Contratada		
71074,95565	P1	1.344.467,93 €
71074,95565	P2	672.815,86 €
71074,95565	P3	492.389,52 €
71074,95565	P4	492.389,52 €
71074,95565	P5	492.389,52 €
71074,95565	P6	207.155,07 €

3.701.607,43 € TOTAL ANUAL