

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

**PROYECTO DE REMODELACIÓN Y
AMPLIACIÓN DE LA INSTALACIÓN
DESALADORA DE AGUA DE MAR
(IDAM) GRAN TARAJAL.**

**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y
MEJORA DEL REGADÍO DE LA ZONA
SURESTE DE FUERTEVENTURA,
(TT.MM. DE TUINEJE)**

Departamento de Agua

División de Investigación y
Desarrollo Tecnológico

Agosto 2015



Índice

1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETIVO.....	3
3. CÁLCULOS REALIZADOS.....	3
4. CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL MÓDULO DE 1500.....	4
4.1 DATOS DE PARTIDA.....	4
4.2 PRETRATAMIENTO QUÍMICO.....	35
4.3 FILTRO DE ARENA.....	37
4.4 FILTRO DE CARTUCHOS.....	41
4.5 BOMBEO DE ALTA PRESIÓN, BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA.....	42
4.6 BOMBEO DE LIMPIEZA O FLUSHING.....	45
5. CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL MÓDULO DE 2500.....	47
5.1 DATOS DE PARTIDA.....	47
5.2 PRETRATAMIENTO QUÍMICO.....	77
5.3 FILTRO DE ARENA.....	79
5.4 FILTRO DE CARTUCHOS.....	83
5.5 BOMBEO DE ALTA PRESIÓN, BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA.....	84
5.6 BOMBEO DE LIMPIEZA O FLUSHING.....	87
6. COLECTOR DE SALMUERA.....	89

1. ANTECEDENTES.

En el presente anexo se recogen los cálculos hidráulicos que justifican el diseño de los dos módulos de desalación de 1.500 m³/d y 2.500 m³/d de producción.

2. OBJETIVO.

El objeto del presente anexo es describir técnicamente, la realización de la solución adoptada de la instalación hidráulica de los dos módulos de desalación de la IDAM Gran Tarajal de 4.000 m³/día de producción total.

Por otro lado se valora como la justificación de los valores característicos de los equipos indicados en el presente proyecto.

3. CÁLCULOS REALIZADOS.

En el presente anexo se recogen los cálculos de los siguientes equipos e instalaciones:

- Cálculos hidráulicos generales.
- Filtración de arena y de cartuchos.
- Bomba de alta presión, recuperador de energía y bomba booster.
- Bomba de lavado o flushing.
- Postratamiento químico.
- Colector de salmuera.

Todos los cálculos de cada uno de los apartados indicados se adjuntan a continuación.

Debido a que los dos módulos de desalación son de capacidades diferentes, se calcularán por separado.

4. CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL MÓDULO DE 1500.

4.1 DATOS DE PARTIDA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
-----------	---

Caudales

Caudal agua producto unitario	1.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m3/d
Caudal alimentación total	3.571 m3/d
Caudal salmuera	2.071 m3/d

Calidad Agua de mar

STD	37.000,00 ppm
Conductividad	49.333,33 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	20,0 °C
Densidad del fluido	1,03 kg/l
Viscosidad cinemática	1,25E-06 m2/s

Calidad Salmuera

STD	63.600,00 ppm
Conductividad	90.857,14 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	22 °C
Densidad del fluido	1,05 kg/l
Viscosidad cinemática	1,80E-06 m2/s

1.- LÍNEA DE BAJA PRESIÓN AGUA DE MAR

1.1.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO BOMBA CAPTACIÓN - TE DERIVACIÓN

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
-------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 148,81 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	300 m
Cota aspiración	0 m
Cota descarga	16 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	148,81 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	300 mm
Área interior	0,071 m ²
Material conducción	PRFV
Coefficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 16 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,58 m/s
 Número de Reynolds 140.348
 Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,057

Pérdida de carga por rozamiento 1,00 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	7	2,030
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	2	5,600
	Convergente	2,000	2	4,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	3	0,900
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
Total				15,530

Pérdidas localizadas

0,27 m/km

Pérdida total tramo bomba - te derivación

0,57 mcl

1.2.1.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO DE DERIVACIÓN - BAP

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 62,50 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	5 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	0,25 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	62,50 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	200 mm
Área interior	0,031 m ²
Material conducción	PRFV
Coefficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción -0,75 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,55 m/s

Número de Reynolds 88.419

Coefficiente de pérdida de carga (l/D) 0,094

Pérdida de carga por rozamiento 1,46 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	3	0,870
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	0,100	1	0,100
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	1	0,300
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
	Total			6,070
Pérdidas localizadas				0,09 m/km
Pérdida total tramo de derivación - BAP				0,10 mcl

1.2.2.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO DE DERIVACIÓN - ERI

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 86,31 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	6 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	1 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	86,31 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	200 mm
-----------------------------------	--------

Área interior	0,031 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	PRFV
Coeficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,76 m/s

Número de Reynolds 122.103

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,094

Pérdida de carga por rozamiento 2,78 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	3	0,870
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	1	1,090
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	1	0,300
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				7,060

Pérdidas localizadas 0,21 m/km

Pérdida total tramo de derivación - ERI 0,23 mcl

Nota: Se adopta como caso más desfavorable el tramo bomba - aspiración ERI

PRESIÓN REQUERIDA POR GRUPOS BOMBEO LÍNEA BP AGUA DE MAR

Pérdida carga total	0,80 mcl
Pérdida manométrica	0,82 mca
Desnivel geométrico	16,48 mca
Pérdida en mezclador estático	0,00 mca
Pérdida en filtros arena	8,00 mca
Pérdida en filtros cartucho	8,00 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Altura manométrica Total 63,30 mca

Presión necesaria Total 6,21 bar

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA BP AGUA DE MAR

Características conducción

Longitud de la conducción	305,0	m
Altura manométrica	63,3	m
Caudal	148,81	m ³ /h
Diámetro	200	mm
Velocidad del agua	1,32	m/s

Características del material

Dn/e		21	m
Módulo de elasticidad del agua	EI	2,10E+08	kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería	Et	9,00E+07	kg/m ²
Celeridad de la tubería		203	m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L		0,21	
C (según tablas)		0,00	
M (según tablas)		2,00	
Tiempo de parada según Mendiluce		1,29	s

Tiempo crítico $2 \times L / a$

3,01 s

Puesto que el tiempo de parada resulta menor que el tiempo crítico calculado ($2 \times L / a$), el golpe de ariete es independiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Allievi.

Sobrepresión por golpe de ariete
(Allievi)

27,2 mca

Carga Hidráulica

63,3 mca

Total

90,5 mca

Timbraje de la Tubería

8,8 atmos

Se opta por poner tubería PN10 y válvulas retención en la descarga

2.- LÍNEA DE ALTA PRESIÓN (LADO AGUA DE MAR)

Dividiremos la línea en dos tramos BAP y ERI y calcularemos el colector bastidor OI

2.1.1.- LÍNEA DE AP: TRAMO BAP - COLECTOR BASTIDOR OI

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
-------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 62,50 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	9 m
Cota aspiración	0,25 m
Cota descarga	0 m

Nº Conducciones	1 Ud
-----------------	------

Caudal por conducción 62,50 m³/h

Diámetro nominal impulsión	6 "	152,4 mm
----------------------------	-----	----------

Área interior	0,018 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	254 SMO SCH40
---------------------	---------------

Coeficiente rugosidad	0,05 mm
-----------------------	---------

Altura Geométrica Conducción -0,25 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,95 m/s

Número de Reynolds 116.036

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,084

Pérdida de carga por rozamiento 3,88 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	6	1,740
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	2	5,600
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
Total				12,800

Pérdidas localizadas

0,59 m/km

Pérdida total tramo BAP - colector bastidor OI

0,63 mcl

2.1.2.- LÍNEA DE AP: TRAMO ERI - BOMBA BOOSTER

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 86,31 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	5 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	0,25 m

Nº Conducciones	1 Ud
------------------------	------

Caudal por conducción 86,31 m³/h

Diámetro nominal impulsión	6 "	152,4 mm
-----------------------------------	-----	----------

Área interior	0,018 m ²
----------------------	----------------------

Material conducción	254 SMO SCH40
----------------------------	---------------

Coeficiente rugosidad	0,05 mm
------------------------------	---------

Altura Geométrica Conducción -0,75 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 1,31 m/s

Número de Reynolds 160.240

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,084

Pérdida de carga por rozamiento 7,40 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	6	1,740
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	3	8,400
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	1	0,310
	Retención	2,500	1	2,500
	Total			15,910
Pérdidas localizadas				1,40 m/km
Pérdida total tramo ERI - colector bastidor OI				1,44 mcl

2.2.- LÍNEA DE AP: BASTIDOR OI (LADO AGUA DE MAR)

Caudal de diseño	148,81 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	148,81 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1

nº cajas presión	24
------------------	----

nº membranas p/caja	7
nº membranas	168

nº ramales	1
------------	---

Conversión deseada 42,0%

Caudal p/ramal 148,81 m³/h
Caudal p/tubo 6,20 m³/h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO AGUA DE MAR)

**2.2.1.- Tramo 1 (te confluencia BAP y
 BOOSTER - entrada inferior caja 1)**

Caudal tramo 148,81 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	2,0 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	0,0 m

Diámetro nominal impulsión	6 "	152,4 mm
Área interior		0,018 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 2,27 m/s
 Número de Reynolds 276.276
 Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,084

Pérdida de carga por rozamiento 21,98 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	3	0,870
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	0	0,000
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				1,330

Pérdidas localizadas

0,35 m/km

Pérdida tramo 1

0,39 mcl

**2.2.2.- Entrada caja presión (caso más
 desfavorable: cajas superiores)**

Caudal tramo 6,20 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	1,5 m
Cota aspiración	1,2 m
Cota descarga	1,2 m

Díámetro nominal impulsión	3 "	76,2 mm
Área interior		0,005 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,38 m/s

Número de Reynolds 23.023

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,200

Pérdida de carga por rozamiento 1,45 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,800

Pérdidas localizadas 0,03 m/km

Pérdida entrada caja presión 1ª etapa 0,03 mcl

PRESIÓN REQUERIDA BAP

Pérdida carga total	1,20 mcl
Pérdida manométrica	1,23 mca
Desnivel geométrico	0,98 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca
Contrapresión en permeado	5,02 mca
Altura manométrica Total	535,02 mca
Presión necesaria Total	52,47 bar

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA AP (LADO AGUA DE MAR)

Características conducción

Longitud de la conducción	16,0	m
Altura manométrica	535,0	m
Caudal	148,81	m ³ /h
Diámetro	160,0	mm
Velocidad del agua	2,06	m/s

Características del material

Dn/e		21	m
Módulo de elasticidad del agua	El	2,10E+08	kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería	Et	9,00E+07	kg/m ²
Celeridad de la tubería		203	m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L	33,44
C (según tablas)	0,00
M (según tablas)	2,00
Tiempo de parada según Mendiluce	0,01 s

Tiempo crítico $2 \times L / a$ 0,16 s

Puesto que el tiempo de parada resulta menor que el tiempo crítico calculado ($2 \times L / a$), el golpe de ariete es independiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Allievi.

Sobrepresión por golpe de ariete (Allievi)	42,5 mca mca
Carga Hidráulica	535,0 mca
Total	577,6 mca
Timbraje de la Tubería	55,9 <u>atmos</u>

Se opta por poner tubería PN100 por mayor seguridad

3.- LÍNEA DE ALTA PRESIÓN (LADO RECHAZO O SALMUERA)

3.1.- LÍNEA DE AP: BASTIDOR OI (LADO RECHAZO O SALMUERA)

Caudal de diseño	148,81 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	148,81 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	24
nº membranas p/caja	7
nº membranas	168
nº ramales	1
Conversión deseada	42,0%
Caudal rechazo p/ramal	86,31 m ³ /h
Caudal rechazo p/tubo	3,60 m ³ /h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO RECHAZO)

3.1.1.- Salida caja presión (caso más desfavorable: cajas inferiores)

Caudal tramo 3,60 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	1,5 m
Cota aspiración	1,2 m
Cota descarga	1,2 m

Diámetro nominal impulsión	3 "	76,2 mm
Área interior		0,005 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,22 m/s

Número de Reynolds 13.353

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,200

Pérdida de carga por rozamiento 0,49 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,300
Pérdidas localizadas				0,01 m/km
Pérdida salida caja presión				0,01 mcl

3.2.- LÍNEA DE AP: TRAMO COLECTOR BASTIDOR OI (RECHAZO) - ERI

nº líneas alimentación	1 Ud
------------------------	------

Caudal de diseño por línea (rechazo) 86,31 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	7,0 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	1,0 m

Nº Conducciones	1 Ud
-----------------	------

Caudal por conducción 86,31 m³/h

Diámetro nominal impulsión	6 "	152,4 mm
----------------------------	-----	----------

Área interior	0,018 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	254 SMO SCH40
---------------------	---------------

Coeficiente rugosidad	0,05 mm
-----------------------	---------

Altura Geométrica Conducción 1 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 1,31 m/s

Número de Reynolds 160.240

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,084

Pérdida de carga por rozamiento 7,40 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	4	1,160
Tes				
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	0	0,000
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
	Total			4,160

Pérdidas localizadas 0,37 m/km

Pérdida total tramo colector OI (rechazo) - ERI 0,42 mcl

PRESIÓN DISPONIBLE EN RECUPERADOR (ERI)

Pérdida carga total en descarga 0,47 mcl

Pérdida manométrica 0,49 mca

Desnivel geométrico 1,24 mca

Pérdida de carga en membranas 15,30 mca

Presión necesaria descarga BAP 557,78 mca

Altura manométrica total 540,76 mca

Presión total entrada recuperador 53,03 bar

PRESIÓN REQUERIDA BOMBA BOOSTER

Lado baja presión

Pérdida carga total	0,80 mcl
Pérdida manométrica	0,82 mca
Desnivel geométrico	1,03 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Presión diferencial LP PX	6,12 mca
---------------------------	----------

Presión alimentación LP PX	30,00 mca
Presión rechazo LP PX	23,88 mca

Lado alta presión

Pérdida carga total	1,86 mcl
Pérdida manométrica	1,95 mca
Desnivel geométrico	0,21 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca

Presión diferencial HP PX	7,14 mca
---------------------------	----------

Presión rechazo HP PX	540,76 mca
Presión alimentación HP PX	531,46 mca

Altura manométrica Total	26,32 mca
Presión necesaria Total	2,58 bar

4.- LÍNEA DE BAJA PRESIÓN AGUA PRODUCTO

4.1.- LÍNEA DE BP: BASTIDOR OI (LADO PRODUCTO)

Caudal de diseño	148,81 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	148,81 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	24
nº membranas p/caja	7
nº membranas	168
nº ramales	1
Conversión deseada	42,0%
Caudal producto p/ramal	62,50 m ³ /h
Caudal producto p/tubo	2,60 m ³ /h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO PRODUCTO)

4.1.1.- Salida caja presión (caja más desfavorable)

Caudal tramo 2,60 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	0,5 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	0,2 m

Diámetro nominal impulsión	40 mm
----------------------------	-------

Área interior	0,001 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	PVC
Coefficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 0,2 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,58 m/s

Número de Reynolds 18.421

Coefficiente de pérdida de carga (l/D) 0,700

Pérdida de carga por rozamiento 11,82 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,760
Pérdidas localizadas				0,06 m/km
Pérdida salida caja presión				0,07 mcl

4.2.- LÍNEA DE BP AGUA PRODUCTO: BASTIDOR OI - TE DERIVACIÓN MOD:2500

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 62,50 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	10,0 m
Cota aspiración	0 m
Cota descarga	2 m

Nº Conducciones	1 Ud
------------------------	------

Caudal por conducción 62,50 m³/h

Diámetro nominal impulsión	160 mm
-----------------------------------	--------

Área interior	0,020 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	PRFV
---------------------	------

Coeficiente rugosidad	0,1 mm
-----------------------	--------

Altura Geométrica Conducción 2 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,86 m/s

Número de Reynolds 110.524

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,133

Pérdida de carga por rozamiento 5,05 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	5	1,450
Tes				
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,530	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	1	0,300
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
	Pie	3,500	0	0,000
	Total			8,550

Pérdidas localizadas 0,32 m/km

Pérdida tramo bastidor OI - depósito producto 0,38 mcl

PRESIÓN REQUERIDA EN BAP PARA LÍNEA DE BP AGUA PRODUCTO

Pérdida carga total (impulsión + aspiración) 2,87 mcl

Pérdida manométrica 2,96 mca

Desnivel geométrico 2,06 mca

Altura manométrica Total 5,02 mca

Presión necesaria Total 0,49 bar

Esta presión se añade a la demandada por las membranas en la BAP

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA BP AGUA DE MAR

Características conducción

Longitud de la conducción	10,5 m
Altura manométrica	5,0 mca
Caudal	62,50 m ³ /h
Diámetro	160 mm
Velocidad del agua	0,86 m/s

Características del material

Dn/e	21 m
Módulo de elasticidad del agua El	2,10E+08 kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería Et	9,00E+07 kg/m ²
Celeridad de la tubería	203 m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L	0,48
C (según tablas)	0,00
M (según tablas)	2,00
Tiempo de parada según Mendiluce	0,37 s

Tiempo crítico $2 \times L / a$ 0,10 s

Puesto que el tiempo de parada resulta mayor que el tiempo crítico calculado ($2 \times L / a$), el golpe de ariete es dependiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Michaud.

Sobrepresión por golpe de ariete (Michaud)	5,0 mca
Carga Hidráulica	5,0 mca
Total	10,0 mca
Timbraje de la Tubería	1,0 atmos

Se opta por poner tubería PN10 por mayor seguridad

4.2 PRETRATAMIENTO QUÍMICO.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

PRETRATAMIENTO QUÍMICO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
-----------	---

Caudales

Caudal agua producto unitario	1.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m3/d
Caudal alimentación total	3.571 m3/d
Caudal salmuera	2.071 m3/d

CÁLCULO DE ADITIVOS

1.- DISPERSANTE: PRODUCTO COMERCIAL RPI 3000 A

Datos de base

Producto	RPI 3000 A	
Estado	Líquido	
Riqueza comercial		100%
Adquisición	Bidones	25 l

Punto dosificación	Entrada filtros cartucho	
Modo dosificación	Continua	
Preparación	En cuba	
Riqueza en cuba		10%
Densidad producto diluido		1 kg/l

Dosificación en entrada filtros cartucho (mínima)	2 ppm
---	-------

Cálculo consumo y almacenamiento

Caudal diario de agua a tratar	3,571 m ³ /día
Caudal horario de agua a tratar	148,81 m ³ /h

Dosis

Consumo diario mínimo	7,143 kg/d
Consumo horario mínimo	0,298 kg/h
Consumo horario diluido mínimo	2,976 kg/h

Volumen horario diluido mínimo	2,976 l/h
--------------------------------	-----------

Tiempo retención	4 d
------------------	-----

Volumen almacenamiento mínimo	286 l
-------------------------------	-------

Período de almacenamiento	30 d
---------------------------	------

Nº bidones	9
------------	---

Almacenamiento adoptado

Volumen almacenamiento	500 l
------------------------	-------

Autonomía real	7,0 d
----------------	-------

Cálculo bombas dosificadoras

Nº de unidades instaladas	2 Ud.
---------------------------	-------

Nº de unidades en funcionamiento	1 Ud.
----------------------------------	-------

Caudal mínimo	2,98 l/h
---------------	----------

Caudal adoptado	3,00 l/h
-----------------	----------

Altura manométrica adoptada	180 mca
-----------------------------	---------

Potencia motor	19 W
----------------	------

4.3 FILTRO DE ARENA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

FILTRACIÓN DE ARENA

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	1.500 m ³ /d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m ³ /d
Caudal alimentación total	3.571 m ³ /d

CÁLCULO DE FILTROS

1.- FILTRO DE ARENA

Caudal horario	148,81 m ³ /h
nº Unidades instaladas	2
nº Unidades Funcionamiento en paralelo	2
Caudal unitario por filtro	74,40 m ³ /h

Tipo Filtro	Horizontal cerrado
Presión de diseño	6 kg/cm ²
Presión de pruebas	9 kg/cm ²
Sistema Filtración	A presión

Material	PRFV
Codigo diseño	-
Composición del lecho filtrante	heterogéneo

Control de la pérdida de carga	Manómetros de campo
Control de lavado	Manual

Sistema recogida agua lavado/alimentación	Canal radial superior Tubería radial inf.
Sistema recogida agua filtrada/lavado	perforada
Sistema entrada/salida aire	Ventosa bifuncional

Dimensionamiento

Diámetro	2,5 m
Longitud	5,5 m
Superficie unitaria	15,8 m ²
Superficie filtrante total	31,6 m ²
Velocidad de filtración	4,7 m/h

Lecho Filtrante

Material	Sílex y arena
Talla efectiva media	0,6 mm
Coefficiente de uniformidad medio	1,4
Espesor de la capa filtrante	1,0 m
Densidad media aparente en seco	1,9 T/m ³

Falso Fondo

Densidad de boquillas por m ²	50 Ud
Tipo de boquillas	FLUYTEC
Número de boquillas	1.582 Ud

1.1.- LAVADO DE FILTROS

nº Filtros en lavado simultáneo	1 Ud
Sistema de lavado	agua

Fases de lavado

Esponjamiento	Agua
Lavado	Agua
Aclarado	Agua

Fase de Esponjamiento

Duración	180 s
Velocidad lavado	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	11,1 m ³

Fase de lavado

Duración	300 s
Velocidad de lavado con agua	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	18,5 m ³

Fase aclarado

Duración	420 s
Velocidad lavado adoptada	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	25,8 m ³

1.2.- PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de filtración nominal	4,7 m/h
Velocidad de filtración con una unidad	9,4 m/h
Velocidad max. de lavado con agua	14 m/h
Duración total del lavado	900 s
Caudal de agua utilizado	36,9 m ³

1.2.- EQUIPOS DE LAVADO

Equipo suministro agua

nº Unidades instaladas	1 Ud
nº Unidades servicio	1 Ud
Caudal unitario necesario	221,5 m ³ /h
Caudal unitario adoptado	221,5 m ³ /h
Altura manométrica	4 mca
Procedencia agua lavado	Agua de mar

4.4 FILTRO DE CARTUCHOS.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

FILTRACIÓN DE CARTUCHO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	1.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m3/d
Caudal alimentación total	3.571 m3/d

CÁLCULO DE FILTROS

1.- FILTRO DE CARTUCHOS

Caudal horario	148,81 m3/h
nº Unidades instaladas en paralelo	2
nº Unidades Funcionamiento	2
Caudal unitario por filtro	74,40 m3/h
Diámetro filtro	0,80 m
Altura	2,38 m
Material	PRFV
Presión de diseño	6 kg/cm2
Presión de pruebas	9 kg/cm2
Calidad de filtración	5 micras
Control de la pérdida de carga	Manómetros de campo
Control de lavado	Manual
Material Cartucho	Polipropileno
Longitud Cartucho	1,00 m
Diámetro	0,06 m
nº Cartuchos por filtro	80,00 Ud
Superficie filtración cartuchos	0,19 m2
Superficie filtración unitaria	15,20 m2
Velocidad filtración nominal	4,90 m/h
Velocidad de filtración con una unidad	9,79 m/h

4.5 BOMBEO DE ALTA PRESIÓN, BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

BOMBAS ALTA PRESIÓN Y BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	1.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m3/d
Caudal alimentación total	3.571 m3/d

1.- BOMBA DE ALTA PRESIÓN

Caudal horario	62,50 m3/h
nº Unidades instaladas	1
nº Unidades Funcionamiento	1
Caudal unitario por bomba	62,50 m3/h

Caudal unitario adoptado	75,00 m3/h
--------------------------	------------

Altura manométrica correspondiente 535,02 mca

Presión necesaria total 52,47 bar

Rendimiento del equipo de bombeo	80,00%
----------------------------------	--------

Potencia absorbida eje bomba	136,73 kW
------------------------------	-----------

Rendimiento motor	92,00%
-------------------	--------

Potencia consumida	148,62 kW
--------------------	-----------

Potencia mayorada	185,77 kW
-------------------	-----------

Potencia adoptada del motor	186,00 kW
-----------------------------	-----------

NPSH requerido máximo	- m
-----------------------	-----

Velocidad	3.000 rpm
-----------	-----------

Tipo de bomba	Multietapa
---------------	------------

2.- RECUPERADOR DE ENERGÍA (ERI)

Tipo recuperador	ERI
Modelo	PX-220
Caudal máx de trabajo por equipo	50 m3/h
Caudal min de trabajo por equipo	32 m3/h
Rendimiento	96,5%

Conversión	42,00%
Caudal rechazo	86,31 m3/h

nº Unidades instaladas	2
nº Unidades Funcionamiento	2

Caudal bypass interno PX	0,9 m3/h
Caudal unitario por recuperador	44,05 m3/h

Lado baja presión

Pérdida carga total	0,80 mcl
Pérdida manométrica	0,82 mca
Desnivel geométrico	1,03 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Presión diferencial LP PX	6,12 mca
---------------------------	----------

Presión alimentación LP PX	30,00 mca
Presión rechazo LP PX	23,88 mca

Lado alta presión

Pérdida carga total	1,86 mcl
Pérdida manométrica	1,95 mca
Desnivel geométrico	0,21 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca
Presión diferencial HP PX	7,14 mca
Presión rechazo HP PX	540,76 mca
Presión alimentación HP PX	531,46 mca

3.- BOMBA BOOSTER

Caudal horario 86,31 m3/h

nº Unidades instaladas 1

nº Unidades Funcionamiento 1

Caudal unitario por bomba 86,31 m3/h

Caudal unitario adoptado 86,31 m3/h

Altura manométrica correspondiente 26,32 mca

Rendimiento de los equipos de bombeo 70,00%

Potencia absorbida eje bomba 8,85 kW

Rendimiento motor 90,00%

Potencia consumida 9,83 kW

Potencia adoptada del motor 22,00 kW

Velocidad 2.900 rpm

Tipo de bomba Centrífuga

4.6 BOMBEO DE LIMPIEZA O FLUSHING.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 1500

BOMBA LAVADO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	1.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	3.571 m3/d
Caudal alimentación total	3.571 m3/d

1.- BOMBA DE LAVADO Y DESPLAZAMIENTO

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	24
nº membranas p/caja	7
nº membranas	168
nº ramales	1

nº módulos en limpieza simultánea	1 Ud
-----------------------------------	------

Caudal necesario por cada caja de presión	6,5 m3/h
---	----------

Caudal necesario por bastidor	156,00 m3/h
-------------------------------	-------------

nº Unidades instaladas	1
------------------------	---

nº Unidades Funcionamiento	1
----------------------------	---

Caudal unitario	156,00 m3/h
-----------------	-------------

Caudal unitario adoptado	120,00 m3/h
--------------------------	-------------

Altura manométrica necesaria	40,77 m.c.a.
------------------------------	--------------

Rendimiento bomba	85,00%
-------------------	--------

Potencia absorbida eje bomba	15,69 kW
------------------------------	----------

Rendimiento motor	90,50%
-------------------	--------

Potencia consumida	17,34 kW
--------------------	----------

Potencia adoptada del motor	30,00 kW
-----------------------------	----------

Velocidad	2.963 rpm
-----------	-----------

NPSH requerido máximo	- m
-----------------------	-----

Tipo de bomba	Centrífuga especial
---------------	---------------------

2.- DISEÑO DEL DEPÓSITO DE LAVADO

Volumen necesario por membrana	20 l/membrana
--------------------------------	---------------

nº módulos en limpieza simultánea	1 Ud
-----------------------------------	------

Volumen necesario	3,36 m ³
-------------------	---------------------

Volumen adoptado	5,00 m ³
------------------	---------------------

5. CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL MÓDULO DE 2500.

5.1 DATOS DE PARTIDA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
-----------	---

Caudales

Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d
Caudal salmuera	3.452 m3/d

Calidad Agua de mar

STD	37.000,00 ppm
Conductividad	49.333,33 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	20,0 °C
Densidad del fluido	1,03 kg/l
Viscosidad cinemática	1,25E-06 m2/s

Calidad Salmuera

STD	63.600,00 ppm
Conductividad	90.857,14 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	22 °C
Densidad del fluido	1,05 kg/l
Viscosidad cinemática	1,80E-06 m2/s

1.- LÍNEA DE BAJA PRESIÓN AGUA DE MAR

1.1.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO BOMBA CAPTACIÓN - TE DERIVACIÓN

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
-------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 248,02 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	300 m
Cota aspiración	0 m
Cota descarga	16 m

Nº Conducciones	1 Ud
-----------------	------

Caudal por conducción 248,02 m³/h

Diámetro nominal impulsión	300 mm
----------------------------	--------

Área interior	0,071 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	PVC
Coeficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 16 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,97 m/s

Número de Reynolds 233.914

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,057

Pérdida de carga por rozamiento 2,77 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	7	2,030
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	2	5,600
	Convergente	2,000	2	4,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	3	0,900
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
Total				15,530
Pérdidas localizadas				0,75 m/km
Pérdida total tramo bomba - te derivación				1,58 mcl

1.2.1.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO DE DERIVACIÓN - BAP

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 104,17 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	8 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	0,25 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	104,17 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	200 mm
Área interior	0,031 m ²
Material conducción	PRFV
Coeficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción -0,75 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,92 m/s

Número de Reynolds 147.366

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,094

Pérdida de carga por rozamiento 4,04 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	3	0,870
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	0,100	1	0,100
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	1	0,300
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				6,070
Pérdidas localizadas				0,26 m/km
Pérdida total tramo de derivación - BAP				0,29 mcl

1.2.2.- LÍNEA DE BP AGUA DE MAR: TRAMO DE DERIVACIÓN - ERI

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 143,85 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	6 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	1 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	143,85 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	200 mm
Área interior	0,031 m ²
Material conducción	PRFV
Coeficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 1,27 m/s

Número de Reynolds 203.505

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,094

Pérdida de carga por rozamiento 7,71 m/km

Pérdidas localizadas	k	Ud	K
Puesta en carga	0,500	0	0,000
Descarga	1,000	0	0,000
Codos			
22,5°	0,100	0	0,000
45°	0,170	0	0,000
90°	0,290	3	0,870
Tes	0,150	0	0,000
De salida	1,090	1	1,090
De llegada	0,460	0	0,000
Conos			
Divergente	2,800	1	2,800
Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas			
Mariposa	0,300	1	0,300
Compuerta	0,120	0	0,000
Macho	0,310	0	0,000
Retención	2,500	0	0,000
Total			7,060

Pérdidas localizadas 0,58 m/km

Pérdida total tramo de derivación - ERI 0,63 mcl

Nota: Se adopta como caso más desfavorable el tramo bomba - aspiración ERI

PRESIÓN REQUERIDA POR GRUPOS BOMBEO LÍNEA BP AGUA DE MAR

Pérdida carga total	2,21 mcl
Pérdida manométrica	2,28 mca
Desnivel geométrico	16,48 mca
Pérdida en mezclador estático	0,00 mca
Pérdida en filtros arena	8,00 mca
Pérdida en filtros cartucho	8,00 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Altura manométrica Total 64,76 mca

Presión necesaria Total 6,35 bar

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA BP AGUA DE MAR

Características conducción

Longitud de la conducción	308,0 m
Altura manométrica	64,8 m
Caudal	248,02 m ³ /h
Diámetro	300 mm
Velocidad del agua	0,97 m/s

Características del material

Dn/e		21 m
Módulo de elasticidad del agua	EI	2,10E+08 kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería	Et	9,00E+07 kg/m ²
Celeridad de la tubería		203 m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L		0,21
C	(según tablas)	0,00
M	(según tablas)	2,00
Tiempo de parada según Mendiluce		0,95 s

Tiempo crítico $2 \times L / a$ 3,03 s

Puesto que el tiempo de parada resulta menor que el tiempo crítico calculado ($2 \times L / a$), el golpe de ariete es independiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Allievi.

Sobrepresión por golpe de ariete (Allievi)	20,2 mca
Carga Hidráulica	64,8 mca
Total	84,9 mca
Timbraje de la Tubería	8,2 atmos

Se opta por poner tubería PN10 y válvulas retención en la descarga

2.- LÍNEA DE ALTA PRESIÓN (LADO AGUA DE MAR)

Dividiremos la línea en dos tramos BAP y ERI y calcularemos el colector bastidor OI

2.1.1.- LÍNEA DE AP: TRAMO BAP - COLECTOR BASTIDOR OI

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
-------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 104,17 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	9 m
Cota aspiración	0,25 m
Cota descarga	0 m

Nº Conducciones	1 Ud
Caudal por conducción	104,17 m ³ /h

Diámetro nominal impulsión	8 "	203,2 mm
Área interior		0,032 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción -0,25 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,89 m/s
 Número de Reynolds 145.045
 Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,059

Pérdida de carga por rozamiento 2,39 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	6	1,740
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	2	5,600
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
Total				12,800
Pérdidas localizadas				0,52 m/km
Pérdida total tramo BAP - colector bastidor OI				0,54 mcl

2.1.2.- LÍNEA DE AP: TRAMO ERI - BOMBA BOOSTER

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 143,85 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	5 m
Cota aspiración	1 m
Cota descarga	0,25 m

Nº Conducciones	1 Ud
------------------------	------

Caudal por conducción 143,85 m³/h

Diámetro nominal impulsión	8 "	203,2 mm
-----------------------------------	-----	----------

Área interior	0,032 m ²
----------------------	----------------------

Material conducción	254 SMO SCH40
----------------------------	---------------

Coeficiente rugosidad	0,05 mm
------------------------------	---------

Altura Geométrica Conducción -0,75 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 1,23 m/s

Número de Reynolds 200.300

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,059

Pérdida de carga por rozamiento 4,57 m/km

Pérdidas localizadas	k	Ud	K
Puesta en carga	0,500	1	0,500
Descarga	1,000	0	0,000
Codos			
22,5°	0,100	0	0,000
45°	0,170	0	0,000
90°	0,290	6	1,740
Tes	0,150	0	0,000
De salida	1,090	0	0,000
De llegada	0,460	1	0,460
Conos			
Divergente	2,800	3	8,400
Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas			
Mariposa	0,300	0	0,000
Compuerta	0,120	0	0,000
Bola	0,310	1	0,310
Retención	2,500	1	2,500
Total			15,910
Pérdidas localizadas			1,23 m/km
Pérdida total tramo ERI - colector bastidor OI			1,25 mcl

2.2.- LÍNEA DE AP: BASTIDOR OI (LADO AGUA DE MAR)

Caudal de diseño	248,02 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	248,02 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1

nº cajas presión	36
------------------	----

nº membranas p/caja	7
nº membranas	252

nº ramales	1
------------	---

Conversión deseada	42,0%
--------------------	-------

Caudal p/ramal	248,02 m ³ /h
Caudal p/tubo	6,89 m ³ /h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO AGUA DE MAR)

Tramo 1 (te confluencia BAP y BOOSTER - entrada inferior caja 1)

Caudal tramo 248,02 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	2,0 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	0,0 m

Diámetro nominal impulsión	8 "	203,2 mm
----------------------------	-----	----------

Área interior 0,032 m²

Material conducción	254 SMO SCH40
Coeficiente rugosidad	0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 2,12 m/s

Número de Reynolds 345.345

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,059

Pérdida de carga por rozamiento 13,57 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	3	0,870
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	0	0,000
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				1,330
Pérdidas localizadas				0,31 m/km
Pérdida tramo 1				0,33 mcl

2.2.2.- Entrada caja presión (caso más desfavorable: cajas superiores)

Caudal tramo 6,89 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	1,5 m
Cota aspiración	1,2 m
Cota descarga	1,2 m

Diámetro nominal impulsión	3 "	76,2 mm
Área interior		0,005 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,42 m/s
Número de Reynolds 25.581
Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,200

Pérdida de carga por rozamiento 1,80 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	0	0,000
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,800
Pérdidas localizadas				0,03 m/km
Pérdida entrada caja presión 1ª etapa				0,04 mcl

PRESIÓN REQUERIDA BAP

Pérdida carga total	1,09 mcl
Pérdida manométrica	1,13 mca
Desnivel geométrico	0,98 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca
Contrapresión en permeado	5,70 mca
Altura manométrica Total	535,59 mca
Presión necesaria Total	52,52 bar

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA AP (LADO AGUA DE MAR)

Características conducción

Longitud de la conducción	16,0 m
Altura manométrica	535,6 m
Caudal	248,02 m ³ /h
Diámetro	160,0 mm
Velocidad del agua	3,43 m/s

Características del material

Dn/e	21 m
Módulo de elasticidad del agua El	2,10E+08 kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería Et	9,00E+07 kg/m ²
Celeridad de la tubería	203 m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L 33,47

C (según tablas)	0,00
M (según tablas)	2,00

Tiempo de parada según Mendiluce 0,02 s

Tiempo crítico 2 x L / a 0,16 s

Puesto que el tiempo de parada resulta menor que el tiempo crítico calculado (2 x L / a), el golpe de ariete es independiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Allievi.

Sobrepresión por golpe de ariete (Allievi)	70,9 mca mca
Carga Hidráulica	535,6 mca
Total	606,5 mca
Timbraje de la Tubería	<u>58,7</u> atmos

Se opta por poner tubería PN100 por mayor seguridad

3.- LÍNEA DE ALTA PRESIÓN (LADO RECHAZO O SALMUERA)

3.1.- LÍNEA DE AP: BASTIDOR OI (LADO RECHAZO O SALMUERA)

Caudal de diseño	248,02 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	248,02 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	36
nº membranas p/caja	7
nº membranas	252
nº ramales	1
Conversión deseada	42,0%
Caudal rechazo p/ramal	143,85 m ³ /h
Caudal rechazo p/tubo	4,00 m ³ /h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO RECHAZO)

3.1.1.- Salida caja presión (caso más desfavorable: cajas inferiores)

Caudal tramo 4,00 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	1,5 m
Cota aspiración	1,2 m
Cota descarga	1,2 m

Diámetro nominal impulsión	3 "	76,2 mm
Área interior		0,005 m ²
Material conducción	254 SMO SCH40	
Coeficiente rugosidad		0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 0 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,24 m/s

Número de Reynolds 14.837

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,200

Pérdida de carga por rozamiento 0,60 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,300
Pérdidas localizadas				0,01 m/km
Pérdida salida caja presión				0,01 mcl

3.2.- LÍNEA DE AP: TRAMO COLECTOR BASTIDOR OI (RECHAZO) - ERI

nº líneas alimentación	1 Ud
------------------------	------

Caudal de diseño por línea (rechazo) 143,85 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	7,0 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	1,0 m

Nº Conducciones	1 Ud
-----------------	------

Caudal por conducción 143,85 m³/h

Diámetro nominal impulsión	8 "	203,2 mm
----------------------------	-----	----------

Área interior	0,032 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	254 SMO SCH40
Coeficiente rugosidad	0,05 mm

Altura Geométrica Conducción 1 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 1,23 m/s

Número de Reynolds 200.300

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,059

Pérdida de carga por rozamiento 4,57 m/km

Pérdidas localizadas	k	Ud	K
Puesta en carga	0,500	0	0,000
Descarga	1,000	1	1,000
Codos			
22,5°	0,100	0	0,000
45°	0,170	0	0,000
90°	0,290	4	1,160
Tes			
De salida	1,090	0	0,000
De llegada	0,460	0	0,000
Conos			
Divergente	2,800	0	0,000
Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas			
Mariposa	0,300	0	0,000
Compuerta	0,120	0	0,000
Macho	0,310	0	0,000
Retención	2,500	0	0,000
Total			4,160

Pérdidas localizadas 0,32 m/km

Pérdida total tramo colector OI (rechazo) - ERI 0,35 mcl

PRESIÓN DISPONIBLE EN RECUPERADOR (ERI)

Pérdida carga total en descarga 0,42 mcl

Pérdida manométrica 0,44 mca

Desnivel geométrico 1,24 mca

Pérdida de carga en membranas 15,30 mca

Presión necesaria descarga BAP 557,78 mca

Altura manométrica total 540,81 mca

Presión total entrada recuperador 53,04 bar

PRESIÓN REQUERIDA BOMBA BOOSTER

Lado baja presión

Pérdida carga total	2,21 mcl
Pérdida manométrica	2,28 mca
Desnivel geométrico	1,03 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Presión diferencial LP PX	6,12 mca
---------------------------	----------

Presión alimentación LP PX	30,00 mca
Presión rechazo LP PX	23,88 mca

Lado alta presión

Pérdida carga total	1,62 mcl
Pérdida manométrica	1,71 mca
Desnivel geométrico	0,21 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca

Presión diferencial HP PX	7,14 mca
---------------------------	----------

Presión rechazo HP PX	540,81 mca
Presión alimentación HP PX	531,76 mca

Altura manométrica Total	26,02 mca
Presión necesaria Total	2,55 bar

4.- LÍNEA DE BAJA PRESIÓN AGUA PRODUCTO

4.1.- LÍNEA DE BP: BASTIDOR OI (LADO PRODUCTO)

Caudal de diseño	248,02 m ³ /h
nº líneas	1,00
Caudal por línea	248,02 m ³ /h

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	36
nº membranas p/caja	7
nº membranas	252
nº ramales	1
Conversión deseada	42,0%
Caudal producto p/ramal	104,17 m ³ /h
Caudal producto p/tubo	2,89 m ³ /h

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL BASTIDOR OI (LADO PRODUCTO)

4.1.1.- Salida caja presión (caja más desfavorable)

Caudal tramo 2,89 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	0,5 m
Cota aspiración	0,0 m
Cota descarga	0,2 m

Diámetro nominal impulsión	40 mm
----------------------------	-------

Área interior	0,001 m ²
---------------	----------------------

Material conducción	PVC
Coeficiente rugosidad	0,1 mm

Altura Geométrica Conducción 0,2 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,64 m/s

Número de Reynolds 20.467

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,700

Pérdida de carga por rozamiento 14,60 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	0	0,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	0	0,000
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	1	0,460
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Bola	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				3,760
Pérdidas localizadas				0,08 m/km
Pérdida salida caja presión				0,09 mcl

4.2.- LÍNEA DE BP AGUA PRODUCTO: BASTIDOR OI - TE DERIVACIÓN MOD:1500

nº líneas bombeo alimentación	1 Ud
--------------------------------------	------

Caudal de diseño por línea 104,17 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	20,0 m
Cota aspiración	0 m
Cota descarga	2 m

Nº Conducciones	1 Ud
------------------------	------

Caudal por conducción 104,17 m³/h

Diámetro nominal impulsión	200 mm
-----------------------------------	--------

Área interior	0,031 m ²
----------------------	----------------------

Material conducción	PVC
----------------------------	-----

Coeficiente rugosidad	0,1 mm
------------------------------	--------

Altura Geométrica Conducción 2 m

Cálculo Hidráulico de la Conducción

Velocidad de la conducción 0,92 m/s

Número de Reynolds 147.366

Coeficiente de pérdida de carga (l/D) 0,094

Pérdida de carga por rozamiento 4,04 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	0	0,000
	90°	0,290	5	1,450
Tes				
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,530	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	1	2,800
	Convergente	2,000	0	0,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	1	0,300
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	1	2,500
	Pie	3,500	0	0,000
	Total			8,550

Pérdidas localizadas 0,37 m/km

Pérdida tramo bastidor OI - depósito producto 0,45 mcl

PRESIÓN REQUERIDA EN BAP PARA LÍNEA DE BP AGUA PRODUCTO

Pérdida carga total (impulsión + aspiración) 3,54 mcl

Pérdida manométrica 3,64 mca

Desnivel geométrico 2,06 mca

Altura manométrica Total 5,70 mca

Presión necesaria Total 0,56 bar

Esta presión se añade a la demandada por las membranas en la BAP

CÁLCULO GOLPE ARIETE LÍNEA BP AGUA DE MAR

Características conducción

Longitud de la conducción	20,5 m
Altura manométrica	5,7 mca
Caudal	104,17 m ³ /h
Diámetro	200 mm
Velocidad del agua	0,92 m/s

Características del material

Dn/e	21 m
Módulo de elasticidad del agua El	2,10E+08 kg/m ²
Módulo de elasticidad tubería Et	9,00E+07 kg/m ²
Celeridad de la tubería	203 m/s

Cálculo del tiempo de parada

Hman/L	0,28
C (según tablas)	0,00
M (según tablas)	2,00
Tiempo de parada según Mendiluce	0,68 s

Tiempo crítico $2 \times L / a$

0,20 s

Puesto que el tiempo de parada resulta mayor que el tiempo crítico calculado ($2 \times L / a$), el golpe de ariete es dependiente de la velocidad de maniobra y viene dado por la fórmula de Michaud.

Sobrepresión por golpe de ariete (Michaud)	5,7 mca
Carga Hidráulica	5,7 mca
Total	11,4 mca
Timbraje de la Tubería	1,1 atmos

Se opta por poner tubería PN10 por mayor seguridad

5.2 PRETRATAMIENTO QUÍMICO.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

PRETRATAMIENTO QUÍMICO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d
Caudal salmuera	3.452 m3/d

CÁLCULO DE ADITIVOS

1.- DISPERSANTE: PRODUCTO COMERCIAL RPI 3000 A

Datos de base

Producto	RPI 3000 A	
Estado	Líquido	
Riqueza comercial		100%
Adquisición	Bidones	25 l

Punto dosificación	Entrada filtros cartucho	
Modo dosificación	Continua	
Preparación	En cuba	
Riqueza en cuba		10%
Densidad producto diluido		1 kg/l

Dosificación en entrada filtros cartucho (mínima)	2 ppm
---	-------

Cálculo consumo y almacenamiento

Caudal diario de agua a tratar	5.952 m ³ /día
Caudal horario de agua a tratar	248,02 m ³ /h

Dosis

Consumo diario mínimo	11,905 kg/d
Consumo horario mínimo	0,496 kg/h
Consumo horario diluido mínimo	4,960 kg/h

Volumen horario diluido mínimo	4,960 l/h
--------------------------------	-----------

Tiempo retención	4 d
------------------	-----

Volumen almacenamiento mínimo	476 l
-------------------------------	-------

Período de almacenamiento	30 d
---------------------------	------

Nº bidones	14
------------	----

Almacenamiento adoptado

Volumen almacenamiento	500 l
------------------------	-------

Autonomía real	4,2 d
----------------	-------

Cálculo bombas dosificadoras

Nº de unidades instaladas	2 Ud.
Nº de unidades en funcionamiento	1 Ud.

Caudal mínimo	4,96 l/h
---------------	----------

Caudal adoptado	5,00 l/h
-----------------	----------

Altura manométrica adoptada	180 mca
-----------------------------	---------

Potencia motor	19 W
----------------	------

5.3 FILTRO DE ARENA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

FILTRACIÓN DE ARENA

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d

CÁLCULO DE FILTROS

1.- FILTRO DE ARENA

Caudal horario	248,02 m ³ /h
nº Unidades instaladas	3
nº Unidades Funcionamiento en paralelo	3
Caudal unitario por filtro	82,67 m ³ /h

Tipo Filtro	Horizontal cerrado
Presión de diseño	6 kg/cm ²
Presión de pruebas	9 kg/cm ²
Sistema Filtración	A presión

Material	PRFV
Código diseño	-
Composición del lecho filtrante	heterogéneo

Control de la pérdida de carga	Manómetros de campo
Control de lavado	Manual

Sistema recogida agua lavado/alimentación	Canal radial superior
Sistema recogida agua filtrada/lavado	Tubería radial inf. perforada
Sistema entrada/salida aire	Ventosa bifuncional

Dimensionamiento

Diámetro	2,5 m
Longitud	5,5 m
Superficie unitaria	15,8 m ²
Superficie filtrante total	47,5 m ²
Velocidad de filtración	5,2 m/h

Lecho Filtrante

Material	Sílex y arena	
Talla efectiva media		0,6 mm
Coefficiente de uniformidad medio		1,4
Espesor de la capa filtrante		1,0 m
Densidad media aparente en seco		1,9 T/m ³

Falso Fondo

Densidad de boquillas por m ²	50 Ud
Tipo de boquillas	FLUYTEC
Número de boquillas	2.373 Ud

1.1.- LAVADO DE FILTROS

nº Filtros en lavado simultáneo	1 Ud
Sistema de lavado	agua

Fases de lavado

Esponjamiento	Agua
Lavado	Agua
Aclarado	Agua

Fase de Esponjamiento

Duración	180 s
Velocidad lavado	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	11,1 m ³

Fase de lavado

Duración	300 s
Velocidad de lavado con agua	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	18,5 m ³

Fase aclarado

Duración	420 s
Velocidad lavado adoptada	14 m/h
Caudal agua necesario	221,5 m ³ /h
Volumen aportado	25,8 m ³

1.2.- PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de filtración nominal	5,2 m/h
Velocidad de filtración con una unidad	15,7 m/h
Velocidad max. de lavado con agua	14 m/h
Duración total del lavado	900 s
Caudal de agua utilizado	36,9 m ³

1.2.- EQUIPOS DE LAVADO

Equipo suministro agua

nº Unidades instaladas	1 Ud
nº Unidades servicio	1 Ud
Caudal unitario necesario	221,5 m ³ /h
Caudal unitario adoptado	221,5 m ³ /h

Altura manométrica	4 mca
--------------------	-------

Procedencia agua lavado	Agua de mar
-------------------------	-------------

5.4 FILTRO DE CARTUCHOS.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

FILTRACIÓN DE CARTUCHO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d

CÁLCULO DE FILTROS

1.- FILTRO DE CARTUCHOS

Caudal horario	248,02 m3/h
nº Unidades instaladas en paralelo	3
nº Unidades Funcionamiento	3
Caudal unitario por filtro	82,67 m3/h
Diámetro filtro	0,80 m
Altura	2,38 m
Material	PRFV
Presión de diseño	6 kg/cm2
Presión de pruebas	9 kg/cm2
Calidad de filtración	5 micras
Control de la pérdida de carga	Manómetros de campo
Control de lavado	Manual
Material Cartucho	Polipropileno
Longitud Cartucho	1,00 m
Diámetro	0,06 m
nº Cartuchos por filtro	80,00 Ud
Superficie filtración cartuchos	0,19 m2
Superficie filtración unitaria	15,20 m2
Velocidad filtración nominal	5,44 m/h
Velocidad de filtración con una unidad	16,32 m/h

5.5 BOMBEO DE ALTA PRESIÓN, BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

BOMBAS ALTA PRESIÓN Y BOOSTER Y RECUPERADOR DE ENERGÍA

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d

1.- BOMBA DE ALTA PRESIÓN

Caudal horario 104,17 m3/h

nº Unidades instaladas	1
------------------------	---

nº Unidades Funcionamiento	1
----------------------------	---

Caudal unitario por bomba 104,17 m3/h

Caudal unitario adoptado	104,00 m3/h
--------------------------	-------------

Altura manométrica correspondiente 535,59 mca

Presión necesaria total 52,52 bar

Rendimiento del equipo de bombeo	75,00%
----------------------------------	--------

Potencia absorbida eje bomba 202,45 kW

Rendimiento motor	90,00%
-------------------	--------

Potencia consumida 224,95 kW

Potencia mayorada 281,18 kW

Potencia adoptada del motor	260,00 kW
-----------------------------	-----------

NPSH requerido máximo	-	m
-----------------------	---	---

Velocidad	3.000 rpm
-----------	-----------

Tipo de bomba	Multietapa
---------------	------------

2.- RECUPERADOR DE ENERGÍA (ERI)

Tipo recuperador	ERI
Modelo	PX-220
Caudal máx de trabajo por equipo	50 m ³ /h
Caudal min de trabajo por equipo	32 m ³ /h
Rendimiento	97,3%

Conversión	42,00%
Caudal rechazo	143,85 m ³ /h

nº Unidades instaladas	4
nº Unidades Funcionamiento	4

Caudal bypass interno PX	1 m ³ /h
Caudal unitario por recuperador	36,96 m ³ /h

Lado baja presión

Pérdida carga total	2,21 mcl
Pérdida manométrica	2,28 mca
Desnivel geométrico	1,03 mca
Presión necesaria aspiración BAP	30,00 mca

Presión diferencial LP PX	6,12 mca
---------------------------	----------

Presión alimentación LP PX	30,00 mca
Presión rechazo LP PX	23,88 mca

Lado alta presión

Pérdida carga total	1,62 mcl
Pérdida manométrica	1,71 mca
Desnivel geométrico	0,21 mca
Presión necesaria descarga BAP	557,78 mca
Presión diferencial HP PX	7,14 mca
Presión rechazo HP PX	540,81 mca
Presión alimentación HP PX	531,76 mca

3.- BOMBA BOOSTER

Caudal horario 143,85 m³/h

nº Unidades instaladas 1

nº Unidades Funcionamiento 1

Caudal unitario por bomba 143,85 m³/h

Caudal unitario adoptado 112,50 m³/h

Altura manométrica correspondiente 26,02 mca

Rendimiento de los equipos de bombeo 70,00%

Potencia absorbida eje bomba 11,40 kW

Rendimiento motor 88,00%

Potencia consumida 12,95 kW

Potencia adoptada del motor 30,00 kW

Velocidad 2.900 rpm

Tipo de bomba Centrífuga

5.6 BOMBEO DE LIMPIEZA O FLUSHING.

PLANTA DESALADORA GRAN TARAJAL 2500

BOMBA LAVADO

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
Caudales	
Caudal agua producto unitario	2.500 m3/d
Conversión deseada	42%
Caudal alimentación	5.952 m3/d
Caudal alimentación total	5.952 m3/d

1.- BOMBA DE LAVADO Y DESPLAZAMIENTO

Datos del bastidor

nº Pasos	1
nº Etapas	1
nº cajas presión	36
nº membranas p/caja	7
nº membranas	252
nº ramales	1

nº módulos en limpieza simultánea	1 Ud
-----------------------------------	------

Caudal necesario por cada caja de presión	6,5 m3/h
---	----------

Caudal necesario por bastidor	234,00 m3/h
-------------------------------	-------------

nº Unidades instaladas	1
------------------------	---

nº Unidades Funcionamiento	1
----------------------------	---

Caudal unitario	234,00 m3/h
-----------------	-------------

Caudal unitario adoptado	120,00 m ³ /h
Altura manométrica necesaria	40,77 m.c.a.
Rendimiento bomba	85,00%
Potencia absorbida eje bomba	15,69 kW
Rendimiento motor	90,50%
Potencia consumida	17,34 kW
Potencia adoptada del motor	30,00 kW
Velocidad	2.940 rpm
NPSH requerido máximo	- m
Tipo de bomba	Centrífuga especial

2.- DISEÑO DEL DEPÓSITO DE LAVADO

Volumen necesario por membrana	20 l/membrana
nº módulos en limpieza simultánea	1 Ud
Volumen necesario	5,04 m ³
Volumen adoptado	10,00 m ³

6. COLECTOR DE SALMUERA.

Se comprueba que el actual colector de salmuera de la IDAM, desagua todo el caudal para el caso más desfavorable (dos módulos en funcionamiento). Caudal total de alimentación 9524 m³/d.

IDAM GRAN TARAJAL 4,000 m³/d Cálculo colector de salmuera

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

DATOS DE PARTIDA

nº líneas	1
-----------	---

Caudales

Caudal agua producto unitario	4.000 m ³ /d
Conversión deseada	42%

Caudal alimentación	9.524 m ³ /d
Caudal salmuera	5.524 m ³ /d

Calidad Agua de mar

STD	37.000,0 ppm
Conductividad	49.333,3 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	20,0 °C
Densidad del fluido	1,03 kg/l
Viscosidad cinemática	1,25E-06 m ² /s

Calidad Salmuera

STD	63.600,00 ppm
Conductividad	90.857,1 uS/cm
pH	7,6
Temperatura	22,0 °C
Densidad del fluido	1,05 kg/l
Viscosidad cinemática	1,80E-06 m ² /s

1.- CANAL DESAGÜE SALMUERA

nº líneas	1 Ud
------------------	------

Caudal de diseño por línea 396,83 m³/h

Datos de la Conducción

Longitud de la conducción	276 m
Cota aspiración (s/BMVE)	0 m
Cota descarga (s/BMVE)	16 m
Pleamar máxima (s/BMVE)	1 m

Nº Conducciones	1 Ud
------------------------	------

Caudal por conducción 396,83 m³/h

Diámetro exterior conducción	300 mm
Espesor conducción	16 mm

Diámetro interior conducción 268 mm

Área interior 0,056 m²

Material conducción	PVC
Coeficiente de Maning (n)	0,008

Altura Geométrica Conducción 16 m

1.1.- Cálculo Hidráulico de la Conducción

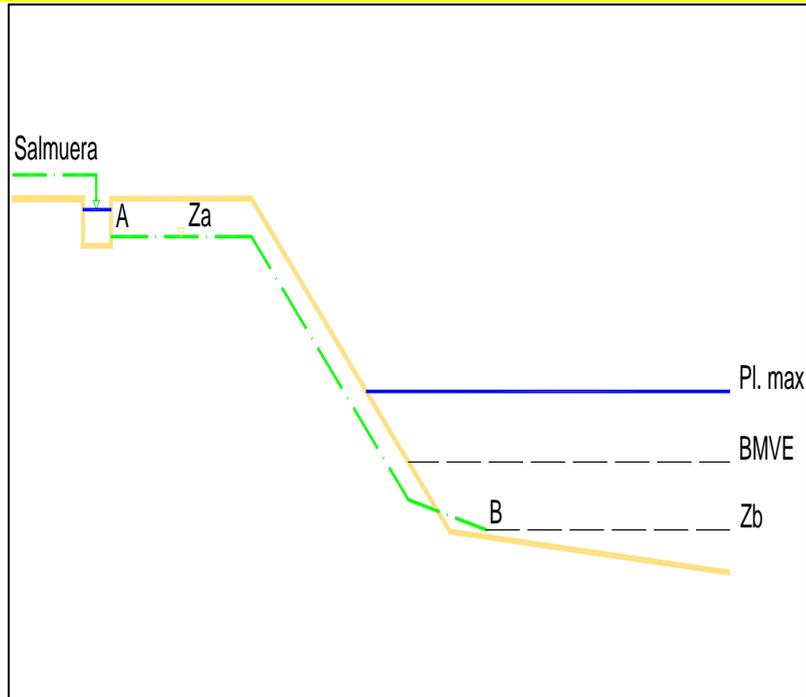
Velocidad de la conducción 1,95 m/s

Número de Reynolds 290.938

Pérdida de carga por rozamiento 0,009 m/km

Pérdidas localizadas		k	Ud	K
Puesta en carga		0,500	1	0,500
Descarga		1,000	1	1,000
Codos				
	22,5°	0,100	0	0,000
	45°	0,170	4	0,680
	90°	0,290	4	1,160
Tes		0,150	0	0,000
	De salida	1,090	0	0,000
	De llegada	0,460	0	0,000
Conos				
	Divergente	2,800	0	0,000
	Convergente	2,000	1	2,000
Válvulas				
	Mariposa	0,300	0	0,000
	Compuerta	0,120	0	0,000
	Macho	0,310	0	0,000
	Retención	2,500	0	0,000
Total				5,340
Pérdidas localizadas				1,04 m/km
Pérdida total conducción				3,52 mcl

1.3.- BALANCE DE ENERGÍA



$$\frac{P_A}{\gamma} + Z_A + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + \frac{V_B^2}{2 \cdot g} + (j \cdot L + j_{sing})$$

Punto A (descarga salmuera a arqueta)

Presión estática A	0,00 mca
Cota A	mca
Presión dinámica A	0,00 mca

Punto B (descarga salmuera al mar)

Presión estática B	1,05 mca
Cota B	0,00 mca
Presión dinámica B	0,20 mca

Punto B (descarga salmuera al mar)

Pérdida de carga total	3,69 mca
------------------------	----------

Cota mínima descarga salmuera **4,71** m

Cota real de descarga 16,00 m

CUMPLE

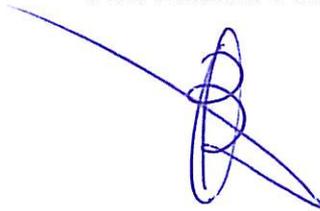
En Las Palmas de G.C., Agosto 2015

Fdo: Baltasar Peñate Suárez

Jefe del Departamento de Agua
Instituto Tecnológico de Canarias
Ingeniero Industrial
Col. 980

En Las Palmas de G.C., Agosto 2015

Fdo: Baltasar Peñate Suárez



Jefe del Departamento de Agua
Instituto Tecnológico de Canarias
Ingeniero Industrial
Col. 980