

ELABORACIÓN DE
ANTEPROYECTO Y PLIEGO PARA
PROYECTO EJECUTIVO Y OBRA DE
SISTEMA DE POTABILIZACIÓN
PARA REMOCIÓN DE ARSÉNICO A
TRAVÉS DE ÓSMOSIS INVERSA
PARA EL SISTEMA DE
CONCHILLAS - COLONIA.
“MEMORIA DE CÁLCULO
HIDRÁULICO”

UR-T1274-P002

NOVIEMBRE 2023

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	3
1.1 Esquema de abastecimiento y análisis de agua disponibles	3
1.2 Alimentación del tanque de cabecera de agua bruta.....	8
1.3 Planta de tratamiento de agua potable de ósmosis inversa	10
1.3.1 Cuadro de caudales e hipótesis de cálculos	13
1.3.2 Depósito de agua bruta	13
1.3.3 Bombeo de agua bruta	14
1.3.4 Pretratamiento	14
1.3.5 Filtro de arena.....	15
1.3.6 Dosificación de anti-incrustante.....	15
1.3.7 Equipo de ósmosis inversa.....	16
1.3.8 Depósito de agua potable.....	17
1.3.9 Desinfección con cloro	18
1.3.10 Dosificación de corrección de pH.....	18
1.3.11 Bombeo a la red	18
1.4 Tubería de impulsión de agua potable hacia la red existente	19
1.5 Descarga del rechazo del tratamiento de ósmosis inversa	21
1.5.1 Tubería de impulsión	21
1.5.2 Pozo de bombeo	21
1.6 Conexión de perforación 84.2.004 a red existente	22
1.6.1 Dosificación de Pre-alcalinizante (corrección de pH).....	23
1.6.2 Dosificación de oxidante.....	23
1.6.3 Tanque de agua bruta	23
1.6.4 Bombeo de agua	24
1.6.5 Filtros mixtos de arena y antracita.....	24
1.6.6 Filtros para remoción de hierro y manganeso (green sand – remoción de Fe y Mn)	25
2. MEMORIA DE CÁLCULO	25
2.1 Tubería de alimentación del tanque de cabecera de agua bruta.....	25

2.1.1	Equipos de bombeo.....	25
2.1.2	Tubería de impulsión	26
2.2	Planta potabilizadora de ósmosis inversa	30
2.2.1	Depósito de agua bruta	30
2.2.2	Bombeo de agua bruta	30
2.2.3	Filtros de arena.....	32
2.2.4	Dosificación de anti-incrustante.....	33
2.2.5	Equipo de ósmosis inversa.....	35
2.2.6	Desinfección	35
2.2.7	Dosificación de Corrección de pH	36
2.2.8	Depósito de agua potable.....	36
2.3	Conexión a la red	37
2.4	Descarga del rechazo del tratamiento de ósmosis	41
2.4.1	Caudales de diseño	41
2.4.2	Verificación de impulsión.....	41
2.4.3	Pozo de bombeo	42
2.5	Conexión de perforación 84.2.004 a red existente	45
2.5.1	Dosificación de Prealcalinizante (corrección de ph).....	45
2.5.2	Dosificación de preoxidante	45
2.5.3	Tanque de agua bruta	46
2.5.4	Bombeo de agua	46
2.5.5	Filtros mixtos de arena y antracita.....	47
2.5.6	Filtros para remoción de hierro y manganeso (tipo greensand – arenas verdes o medio equivalente).....	47

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación, se describen de forma resumida las obras de índole hidráulica, requeridas para abastecer a la población de Conchillas, según el proyecto propuesto.

En este capítulo se realiza la descripción de las 5 grandes componentes a saber:

- Alimentación del tanque de cabecera de agua bruta hacia la planta potabilizadora,
- Planta potabilizadora de ósmosis inversa,
- Descarga del rechazo de tratamiento de ósmosis,
- Conexión de agua tratada hacia la red existente.
- Conexión de perforaciones a reincorporar hacia la red existente.

Se destaca en este último punto la reincorporación a la red existente de la perforación 84.3.004, ubicada en la zona de Puerto Conchillas, en la cual se deberá realizar un tratamiento previo a la conexión con la red existente que permita la remoción de Fe y Mn.

En el Capítulo 2 se presentan las memorias de cálculo de cada uno de los puntos mencionados.

1.1 ESQUEMA DE ABASTECIMIENTO Y ANÁLISIS DE AGUA DISPONIBLES

Se presenta en la tabla a continuación el esquema de abastecimiento propuesto indicando para cada una de las perforaciones a utilizar: su status actual, el caudal de aporte, las horas de funcionamiento, las principales características de calidad y si requiere o no de tratamiento de ósmosis inversa. En caso de no requerir, el caudal de la perforación será enviado directamente a la red de abastecimiento.

Tabla 1. Resumen de perforaciones a utilizar en nueva configuración de abastecimiento

ID perforación	Status	Caudal de aporte	Horas de funcionamiento	As máx	Na máx	Fe	Mn	A Ósmosis
		m3/h	Hs	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
84.2.002	OPERATIVA	2	20	0.009	81	menor a 0.06	0.07	NO
84.2.006	OPERATIVA	8	20	0.012	96	menor a 0.06	menor a 0.03	SI
84.2.010	OPERATIVA	4.0	20	0.014	68	menor a 0.06	menor a 0.03	SI
84.2.018	OPERATIVA	2.5	20	0.005	47	menor a 0.06	menor a 0.03	NO
84.2.026	OPERATIVA	1.2	20	0.009	77	menor a 0.06	menor a 0.03	NO
84.2.003	A REINCORPORAR	4.5	20	0.039	117	SD	SD	SI
84.2.016	A REINCORPORAR	2.2	20	0.004	289	1.8	SD	SI
84.2.004	A REINCORPORAR	4.0	20	0.006	SD	0.3-0.6	mayor a 1	NO

Asimismo, en la tabla que sigue se presenta con mayor detalle la calidad de las perforaciones a utilizar en función de la información disponible brindada por OSE.

Se advierte que si bien los análisis disponibles para el anteproyecto indican que la perforación 84.2.002 cumple los estándares mencionados en la Norma UNIT 833, aún en sus valores máximos, en la instancia de proyecto ejecutivo se deberá evaluar este punto, considerando un posible incremento de los valores de nitrato y arsénico disueltos en agua. Es decir, en Proyecto Ejecutivo se deberán evaluar técnica y económicamente las obras necesarias para incluir dicha perforación en el sistema Conchillas considerando un posible incremento en la concentración de nitratos y arsénico.

Por otra parte, si bien se ha definido en esta etapa de proyecto la inclusión de la perforación 84.2.004 (ubicada en la zona de Puerto Conchillas), en el Proyecto Ejecutivo se deberá evaluar la inclusión de la perforación 84.2.007 en su lugar. Se observa que si bien dicha perforación tiene alto contenido de Fe y Mn, al igual que la perforación 84.2.004, tiene buen caudal (3.8m³/h) y es de interés evaluar la factibilidad de incluirla en el nuevo sistema proyectado. Es decir, en instancias del Proyecto Ejecutivo se reevaluará técnica y económicamente en acuerdo con OSE las obras necesarias para incluir dicha perforación en el sistema Conchillas.

Tabla 2. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.002

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.002				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.1	7	7.4	6,5 - 85
Conductividad a 25°C	μS/cm	959	804	1109	2000
Turbiedad	NTU	0.4	< 0,2	6.5	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	352	285	459	500
Alcalinidad	mg/l	440	363	506	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	0.07	<0.06	0.17	0.3
Manganeso	mg/l	0.05	<0.03	0.1	0.1
Sodio	mg/l	80	74	93	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	27	21	33	250
Nitratos	mg/l	39	30	49	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 3. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.006

Número de Perforación	84.2.006				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.2	7.1	7.6	6,5 - 85
Conductividad a 25°C	μS/cm	874	720	1012	2000
Turbiedad	NTU	0.3	<0,2	1.1	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	308	262	351	500
Alcalinidad	mg/l	397	347	421	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	<0.06	<0.06	<0.06	0.3
Manganeso	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.1
Sodio	mg/l	80	64	96	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	16	24	12	250
Nitratos	mg/l	44	10	71	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 4. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.010

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.010				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.2	7.1	7.5	6,5 - 85
Conductividad a 25°C	μS/cm	780	430	845	2000
Turbiedad	NTU	0.2	0.1	0.4	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	293	275	314	500
Alcalinidad	mg/l	408	391	422	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	0.06	0.06	0.12	0.3
Manganeso	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.1
Sodio	mg/l	64	58	72	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	13	10	16	250
Nitratos	mg/l	19	16	22	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	72	72	72	

Tabla 5. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.018

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.018				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.2	7.1	7.3	6,5 - 85
Conductividad a 25°C	µS/cm	759	713	797	2000
Turbiedad	NTU	0.6	< 0,2	3.2	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	250	250	250	500
Alcalinidad	mg/l	369	344	378	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	<0.06	<0.06	<0.06	0.3
Manganeso	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.1
Sodio	mg/l	71	47	102	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	12.8	<10	18	250
Nitratos	mg/l	10	3	15	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 6. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.026

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.026				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.5	7.2	7.6	6,5 - 85
Conductividad	µS/cm	854	651	994	2000
Turbiedad	NTU	0.4	< 0,2	2.3	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	192	185	197	500
Alcalinidad	mg/l	331	318	339	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	0.06	<0,06	0.07	0.3
Manganeso	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.1
Sodio	mg/l	100	67	156	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	68	58	91	250
Nitratos	mg/l	12	9	16	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 7. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.003

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.003				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.4	7.2	7.8	6,5 - 85
Conductividad	µS/cm	874	840	887	2000
Turbiedad	NTU	0.2	< 0,2	0.5	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	168	157	181	500
Alcalinidad	mg/l	421	407	441	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	0.06	< 0,06	0.07	0.3
Manganeso	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0.1
Sodio	mg/l	s/d	s/d	117	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	< 10	< 10	< 10	250
Nitratos	mg/l	16	16	18	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 8. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.016

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.016				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.4	7.4	7.4	6,5 - 85
Conductividad a 25°C	µS/cm	2198	2198	2198	2000
Turbiedad	NTU	0.5	0.4	0.5	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	466	466	466	500
Alcalinidad	mg/l	329	329	329	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	<0,06	<0,06	<0,06	0.3
Manganeso	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	0.1
Sodio	mg/l	289	289	289	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	374	374	374	250
Nitratos	mg/l	11	11	11	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	s/d	s/d	s/d	

Tabla 9. Datos disponibles de calidad en perforación 84.2.004

Localidad	Conchillas				
Número de Perforación	84.2.004				
Parámetro	Unidades	Valor medio	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor límite Unit 833
Parámetros generales					
pH	--	7.6	7.1	8.1	6,5 - 85
Conductividad	μS/cm	645	410	878	2000
Turbiedad	NTU	0.5	<0,2	1	1
Dureza Ca	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Mg	mg/l	s/d	s/d	s/d	
Dureza Total	mg/l	244	168	320	500
Alcalinidad	mg/l	305	160	445	
Índice coloidal 15m (SDI ₁₅)	%	s/d	s/d	s/d	No aplica
Cationes					
Hierro	mg/l	0.14	<0,06	0.34	0.3
Manganeso	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	0.1
Sodio	mg/l	69	21	180	200
Aniones					
Cloruros	mg/l	14	11	18	250
Nitratos	mg/l	17	11	22	50
Sílice	como SiO ₂ [mg/l]	69	69	69	

1.2 ALIMENTACIÓN DEL TANQUE DE CABECERA DE AGUA BRUTA

Para satisfacer la demanda de agua futura, prevista para la localidad de Conchillas, por un lado, se mantendrán las perforaciones ya operativas enviando el agua de las perforaciones 84.2.002, 84.2.018 y 84.2.026 directo a la red y el agua de las perforaciones 84.2.006 y 84.2.010 hacia el tratamiento de ósmosis y, por otro lado, se requiere reincorporar la perforación 84.3.004 directamente a la red (previa remoción de Mn) y las perforaciones 84.2.003 y 84.2.016 hacia el sistema de ósmosis inversa.

Es decir, al tanque de cabecera de agua bruta de la planta de tratamiento de ósmosis inversa llegará el agua proveniente de las perforaciones 84.2.006, ubicada en el propio predio del tratamiento, 84.2.010, 84.2.016 y 84.2.003. Cabe destacar que las perforaciones 84.2.010 y 84.2.016 confluyen en una única tubería ingresando al tanque ya mezcladas, mientras que las perforaciones 84.2.006 y 84.2.003 ingresan al tanque de cabecera por sendas tuberías de ingreso, totalizando así 3 tuberías de entrada al tanque de agua de cabecera. A continuación, se describen las tuberías aductoras necesarias para el llenado del tanque de agua bruta:

1. Aductora desde Perforación 84.2.010

Para conducir el agua desde la perforación 84.2.010 hasta la planta, se proyecta construir una nueva troncal de PEAD de 75mm de diámetro a ser instalada en vereda y con una longitud total de 3.256 m. Ver Figura 1.

2. Aductora desde Perforación 84.2.016

Para conducir el agua desde la perforación 84.2.016, se proyecta una aductora desde dicha perforación hasta la calle David Evans donde confluyen en una única tubería las aguas de la perforación 84.2.016 y 84.2.010. Es tramo será en PEAD de 75mm de diámetro a ser instalado en vereda y con una longitud total de 603 m. Ver Figura 1.

La aductora que conduce las aguas de la perforación 010 y de la perforación 016, ingresa con una única tubería hacia el tanque de agua bruta.

3. Aductora desde Perforación 84.2.003

La perforación 84.2.003, única perforación ubicada al norte de la planta de tratamiento conducirá sus aguas mediante una troncal proyectada en PEAD 75mm de diámetro, también instalada en vereda con una longitud de 1.540m.

4. Aductora desde Perforación 84.2.006

La perforación 84.2.006, ubicada en el propio predio del sistema de tratamiento, requerirá de una impulsión corta para conducir el agua hasta el tanque de agua bruta. La misma se materializará en tubería de PEAD de 75mm.

Es importante remarcar que para esta etapa de definición a nivel de anteproyecto se han definido válvulas de aire y de desagüe en función del perfil longitudinal diseñado. Para el proyecto ejecutivo, en aquellas líneas aductoras de más de 1000m se efectuará el análisis del transitorio hidráulico, con el cual se podrán adicionar válvulas de aire de tipo anti-slam.

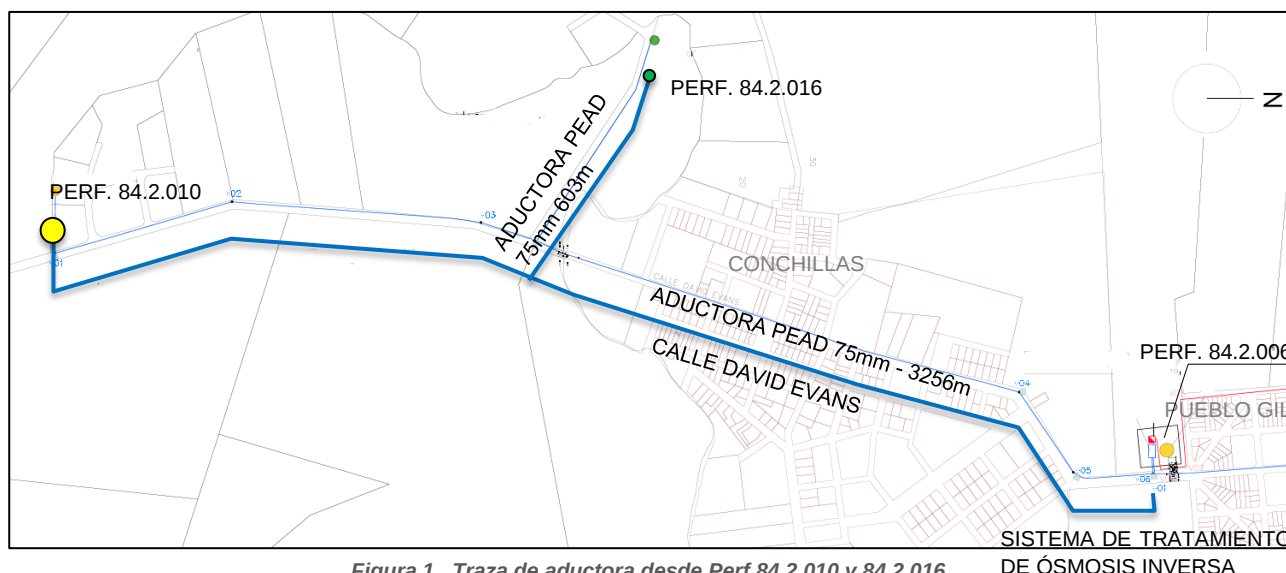


Figura 1. Trazo de aductora desde Perf 84.2.010 y 84.2.016

DE ÓSMOSIS INVERSA

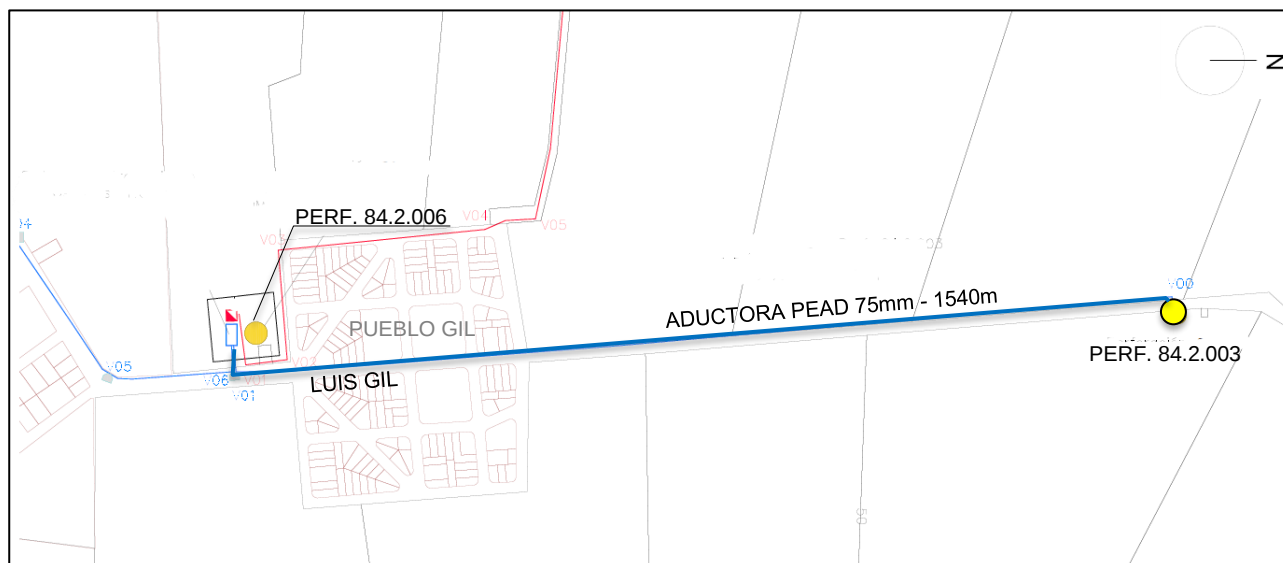


Figura 2. Taza de aductora desde Perf 84.2.003

En todos los casos las tuberías de PEAD serán serie PE 100 SDR 17, cumpliendo con lo establecido en la norma ISO 4427 y aprobados por la OSE, para una presión nominal de 10 kg/cm².

1.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE ÓSMOSIS INVERSA

La planta potabilizadora se implantará en el padrón rural N°15.323 del departamento de Colonia, ubicado en el límite sur de la trama urbana de la localidad de Pueblo Gil, sobre calle Luis Gil. Dicho padrón es propiedad de OSE y es donde actualmente se ubica la perforación N° 84.2.006. Se adjunta foto de las instalaciones existentes en dicho padrón.



Figura 3. Perforación 84.2.006 - Predio de ex oficina de OSE

A continuación, se presenta una planta general con las instalaciones proyectadas para la planta potabilizadora (ver también en plano CO PT-02):

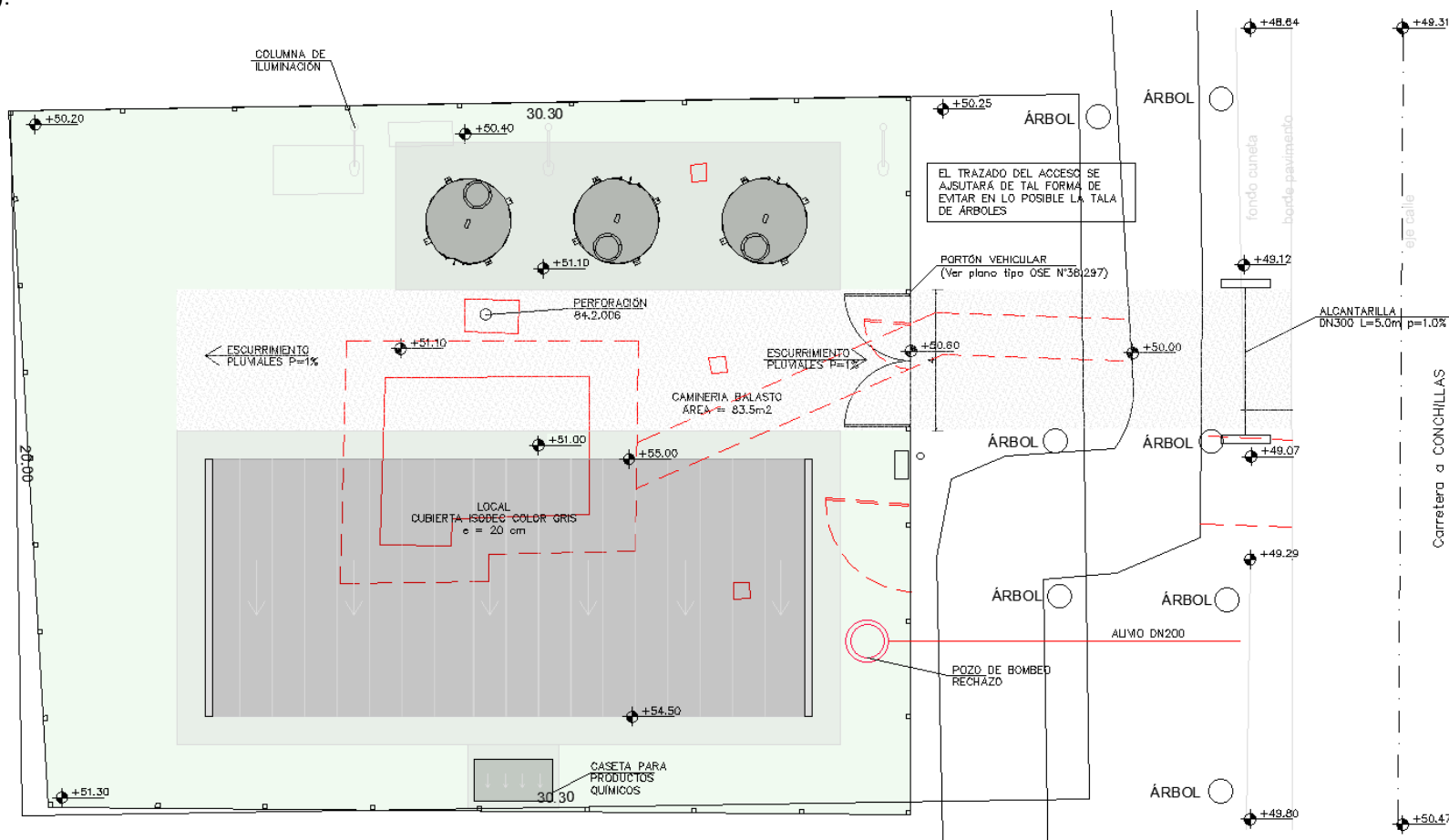


Figura 4. Planta general proyectada para la planta de tratamiento.

En este capítulo se presenta la memoria descriptiva de los siguientes componentes:

1. Depósito de agua bruta de cabecera (DAB),
2. Bombeo de agua bruta (o bombeo de baja),
3. Tren de Pre-Tratamiento:
 - a. Filtrado (filtros de arena),
 - b. Derivación para mezcla,
 - c. Bypass de emergencia,
 - d. Filtros finos (5 micras, incluidos en el equipo de ósmosis),
 - e. Dosificación de antiincrustante,
 - f. Ósmosis Inversa,
 - g. Mezcla,
 - h. Dosificación de desinfectante (NaClO),
 - i. Dosificación de corrección de pH (NaOH),
4. Depósito de agua potable,
5. Bombeo de agua potable y conexión a la red.

1.3.1 CUADRO DE CAUDALES E HIPÓTESIS DE CÁLCULOS

Se observa que esta localidad tiene la particularidad de no contar con disponibilidad amplia de agua subterránea, presentando una variante muy amplia de perforaciones con diversos problemas de calidad o cantidad. Estas variantes fueron estudiadas en la etapa de diagnóstico propositivo, donde se definió la solución a proyectar.

Los caudales definidos en el diagnóstico propositivo para este proyecto son los siguientes:

Caudal de agua tratada a producir por la planta de tratamiento, con una concentración de arsénico menor o igual a 0,008 mg/l:

- Caudal horario mínimo de producción del sistema a instalar: 14,2 m³/h
- Caudal diario mínimo de producción del sistema a instalar: 284 m³/h
- Horas máximas diarias de funcionamiento del equipo para el día de máximo consumo: 20 horas

Para producir estos caudales, el cuadro de caudales definido en el diagnóstico propositivo es:

- Caudal de ingreso a la planta de tratamiento: 18.3 m³/h,
- Caudal de ingreso a la planta de ósmosis: 13.5 m³/h,
- Caudal de agua bruta para mezcla: 4.7 m³/h,
- Caudal de permeado: 9.5 m³/h,
- Caudal de rechazo o concentrado: 4.1 m³/h.

Esto implica que la eficiencia del equipo de ósmosis (relación entre producción de permeado y agua bruta que ingresa a la ósmosis) debe ser al menos 70%.

Se observa que para definir estos caudales, se asumió que la concentración de arsénico máxima en el permeado al fin de la vida útil de las membranas puede llegar a un máximo de 0,003 mg/l. Esta condición se considera esencial y deberán mantenerse para el desarrollo del proyecto.

1.3.2 DEPÓSITO DE AGUA BRUTA

El depósito de agua bruta se trata de un tanque de PRFV con sección circular, apoyado sobre una platea de hormigón armado de sección rectangular, montando a la intemperie. Las dimensiones del tanque definidas en el diagnóstico propositivo son las que se describen:

- Volumen útil: 20 m³,
- Diámetro: 2,40 m,
- Altura útil: 4,20 m,
- Altura total: 4,40 m.

Por un lado, el ingreso del agua de las perforaciones se realiza por la parte superior, con un diámetro de acceso bridado de 4", mientras que la salida hacia la succión del bombeo de baja se da por la parte inferior del tanque, también bridada de 4". Por otra parte, el tanque estará equipado con una descarga de fondo para su vaciado, tareas de limpieza y mantenimiento, y un alivio para evitar el ingreso en carga.

1.3.3 BOMBEO DE AGUA BRUTA

El equipo de bombeo estará compuesto de 2 bombas de tipo centrífuga vertical con rotor multietapas en caso de ser necesario, en la modalidad de 1+1 con el punto de funcionamiento indicado en la Tabla 10. El material del impulsor de la bomba será acero inoxidable calidad AISI 304 o superior.

El equipo de bombeo contará con un PLC que comandará el funcionamiento de los equipos, el cual podrá ser controlado de manera remota. El automatismo tendrá señales de nivel del tanque de agua bruta que no permitirá el funcionamiento en seco.

El control del funcionamiento del bombeo será con un variador de frecuencia con la consigna de mantener la presión indicada en la Tabla 1, para lo cual se instalará un sensor de presión que comanda el sistema de bombeo. La señal de la presión también se repetirá hasta el tablero de control y desde ahí se repetirá hasta el centro de control remoto.

Tabla 10. Punto de funcionamiento de bombeo de baja.

Caudal de bombeo (m ³ /h)	Altura (m.c.a)
18.3	51.4

A continuación del sensor de presión se instalará un tanque hidroneumático de volumen 80 litros, cuya función es proporcionar un caudal lo más estable posible al tren de tratamiento. El tanque hidroneumático se conectará a la red intercalando una válvula y una unión doble para facilitar el mantenimiento. También se instalará una derivación a desagüe que permita el vaciado del tanque hidroneumático con el mismo objetivo.

1.3.4 PRETRATAMIENTO

El objetivo del pretratamiento a instalar de agua de alimentación a la ósmosis debe ser tal que logre que el agua que ingresa a la ósmosis tenga las siguientes características:

- Cloro Libre: < 0.1 ppm
- Turbiedad: < 1 NTU
- SDI: < 3
- Conductividad < 3000 microsiemens / cm
- Recuento total de bacterias < 500 UFC/ml

De acuerdo a lo acordado con OSE y con los ensayos disponibles que se presentan en esta memoria, el pretratamiento diseñado consta de los siguientes pasos:

- a) Filtro de arena

Una vez realizado el pretratamiento, previo al ingreso a la ósmosis, se dosificará antiincrustante para extender la vida útil de la membrana.

Se observa que para el proyecto ejecutivo, se deberá contemplar la realización de los ensayos de calidad de aguas e instalar los equipos que sean necesarios para asegurar el cumplimiento de los parámetros mencionados en este capítulo.

1.3.5 FILTRO DE ARENA

Se proyectan 4 filtros de arena dentro del local para que funcionen en paralelo con un caudal nominal de 5m³/h cada uno. Éstos trabajan en forma paralela previo al equipo de ósmosis inversa, en el tren de pretratamiento diseñado.

Las carcasas de los filtros se proyectan en PRFV, con las siguientes características:

- Cantidad: 4,
- Diámetro: 62 cm,
- Altura: 2,10 m,
- Altura de medio: 0,90 m.

1.3.6 DOSIFICACIÓN DE ANTI-INCRUSTANTE

Previo al ingreso del agua al sistema de ósmosis inversa, se dosifica anti-incrustante. Estos productos dispersantes reducen el nivel de incrustaciones en las membranas, preservando sus vidas útiles.

En el proyecto ejecutivo se presentará el diseño y selección del sistema de dosificación de anti-incrustante, en función de los análisis de agua que se cuenten, tomando especial atención a la dureza y a la concentración de sílice, entre otros aspectos.

De manera general, los anti-incrustantes serán polímeros solubilizantes, de alta performance. Éstos deben estar aprobados por NSF o normativa equivalente para su uso en agua potable.

El sistema de dosificación de anti-incrustante deberá ser tal que asegure una autonomía mínima de dos semanas para el mes de máximo consumo, sin necesidad de reposición de consumibles en sitio. Asimismo, el sistema de succión de anti-incrustante contará con un dispositivo tipo “lanza de succión”, que contará con al menos dos alarmas: nivel crítico y nivel de aviso de bajo nivel. Las alarmas serán comunicadas al sistema de control y desde allí repetidas hasta la central de control ubicada donde la OSE disponga.

El sistema de control del equipo de ósmosis a suministrar deberá contemplar el apagado del sistema en caso de que el nivel de anti-incrustante llegue al nivel mínimo. En este caso, deberá accionarse el bypass automático de la planta, registrando día y hora del evento.

Luego de la dosificación de anti-incrustante y previo a las membranas de ósmosis, el agua pasará por una nueva etapa de filtración de 5 micrones a modo de seguridad adicional, para prevenir la colmatación de las membranas.

1.3.7 EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA

El equipo de ósmosis inversa a instalar deberá tener las siguientes características:

- Los equipos a suministrar deberán estar certificados por una entidad independiente reconocida, como por ejemplo NSF, DVGW o similar.
- El equipo deberá entregarse armado en rack de acero inoxidable con todos sus componentes
- Presión nominal de todos los componentes: PN16,
- Deberá tener un filtro fino de 5 micras de apertura previo al ingreso al equipo,
- Equipado con un equipo de bombeo capaz de erogar la presión necesaria para el funcionamiento del equipo. A estos efectos se considerará para el proyecto ejecutivo, que la presión mínima al ingreso al rack sea de 2 kg/cm². Opcionalmente (no obligatorio) se solicita cotizar la opción de que la velocidad de giro de la bomba se controle con un variador de frecuencia.
- Deberán contar con un sistema de enjuague automático que genere un flujo de agua mayor o igual al caudal nominal de la ósmosis en el lado de concentrado de la membrana por un espacio de tiempo a definir en proyecto ejecutivo, que debe ser al menos una vez y media el tiempo necesario para recorrer las membranas cada vez que se encienda o ponga en marcha el equipo.
- Las membranas componentes del sistema de ósmosis inversa se deberán seleccionar en el proyecto ejecutivo. Se presentará una memoria justificando la selección realizada y la eficiencia del equipo propuesto.
- Deberá contar con un tablero de control que maneje conjuntamente al menos los siguientes sistemas: dosificación de anti-incrustante, bomba, equipo de ósmosis inversa y niveles en el tanque de agua bruta, según se especifica en el pliego de especificaciones técnicas.
- El pliego de especificaciones técnicas especifica otras funcionalidades a tener en cuenta para el suministro de este equipo.

Capacidad de producción de permeado y eficiencia:

Considerando que esta localidad tiene importantes problemas de calidad y cantidad de agua disponible y considerando que el caudal mínimo necesario de producción de permeado es de 9,5 m³/h, se define que el equipo de ósmosis inversa a suministrar debe tener las siguientes condiciones esenciales:

- Caudal de producción mínima de permeado del equipo a suministrar: 15,0 m³/h.
- Eficiencia mínima del equipo (relación entre caudal de permeado y caudal de ingreso): 70 %,

A los efectos del anteproyecto y para ajustar en proyecto ejecutivo, las dimensiones estimadas para este equipo son: 3,70m x 0,90m x 2,05m (largo x ancho x altura) y se estima un consumo de 7 KW (trifásica, 400 Volts) con un peso del orden de 600 kg.

Lógica de funcionamiento del equipo:

- El tablero de control de la ósmosis recibirá las señales de los sensores de nivel del agua tratada,
- Como mínimo, se instalarán 4 sensores en el tanque de agua tratada: L1: Nivel de alarma inferior, L2: Nivel de encendido, L3 Nivel de apagado (tanque lleno) y L4, Nivel bajo inferior para activación del bypass de emergencia,
- El tablero de control deberá mostrar el estado de los sensores L1, L2 y L3 en pantalla o contar al menos con indicadores luminosos debidamente identificados que indiquen el estado de los mismos,

- El equipo de Ósmosis se encenderá cuando el nivel está por encima del nivel L2 y se apagará cuando llegue al nivel L3. En caso de que el nivel de agua llegue al nivel L1, se emitirá una alarma en el tablero de control y se replicará la alarma al sistema de control remoto del sistema,
- Si el nivel del agua en el tanque de agua tratada se encuentra por debajo del nivel L1, se activará automáticamente el bypass de emergencia y se emitirá una alarma que se registrará en el tablero de control y se replicará la alarma al sistema de control remoto del sistema.

Instrumental mínimo que deberá integrar el equipo de ósmosis en el rack:

- Bomba dosificadora de anti-incrustante,
- Caudalímetro tipo rotámetro para dosificación de la mezcla o blending,
- Válvula reguladora de aguja o similar, para regular el caudal de mezclado,
- Bypass de emergencia, que deberá ser comandado por una electroválvula que se pueda accionar a distancia,
- Tablero general de control,
- Toma muestras,
- Sensores de conductividad para el agua bruta, permeado, mezcla y concentrado del tipo temperatura compensada,
- Caudalímetros sin contacto, que puede ser de tipo ultrasónico, vortex o similar para medir y registrar el caudal en el permeado, concentrado y sistema de mezcla.

Requisitos técnicos que debe cumplir el equipo:

- El equipo y sus sensores deberán poder conectarse con sistemas de tipo scada,
- Se valorará que el equipo permita el acceso web para monitoreo y que permita programar el envío de notificaciones o informes vía correo electrónico o a través de un sistema scada u otro sistema a definir en el proyecto ejecutivo,
- Deberán contar con dataloggers integrados para las principales variables de operación,
- El equipo debe operar de modo automático, debiendo el equipo autorregular las condiciones de operación del mismo.

1.3.8 DEPÓSITO DE AGUA POTABLE

El depósito de agua potable se conforma por dos tanques de PRFV de sección circular, apoyados sobre una platea de hormigón armado, de sección rectangular cada uno, montados a la intemperie. Las dimensiones de cada tanque serán las que se describen:

- Unidades: 2,
- Volumen útil: 20 m³ c/u,
- Diámetro: 2,40 m,
- Altura útil: 4,20 m,
- Altura total: 4,40 m.

El ingreso del agua tratada se realiza por la parte superior, con un diámetro de acceso bridado de 4". La salida del agua hacia la succión del bombeo de alta se da por la parte inferior de la pared del tanque, también bridada de 4". Los tanques estarán equipados con una descarga de fondo para su vaciado, tareas de limpieza y mantenimiento, así como con una descarga de alivio del mismo, que será conducida a desagüe por medio de

una tubería de diámetro 75mm o superior. Se observa que la descarga del alivio deberá ser sobre el terreno a una cámara, a una altura que permita la visualización de la misma por parte del personal de OSE (no se aceptan descargas subterráneas).

1.3.9 DESINFECCIÓN CON CLORO

Se dosifica hipoclorito de sodio (NaClO) como agente desinfectante previo a la batería de filtros. La inyección se realiza a la salida del agua mezclada, previo al ingreso al tanque de agua tratada. Tanto la dosificadora, como el depósito del NaClO , se alojan en una caseta dispuesta para tal fin. No se instalan en la caseta principal para no generar una atmósfera corrosiva en la planta de tratamiento.

En el pliego de especificaciones técnicas se presentar los requerimientos de las bombas dosificadoras y depósitos de solución.

Para este caso las bombas se recomiendan que sean accionadas por caudalímetro y no por niveles de tanque, que no hay en el sistema. En este caso las bombas dosificadoras no se proyectan enclavadas con el funcionamiento de las bombas, sino que se prefiere una dosificación en base al caudal de circulación, esto se propone así para evitar sobre o sub dosificaciones en caso de filtros tapadas u otros sucesos.

1.3.10 DOSIFICACIÓN DE CORRECCIÓN DE PH

Se deberá instalar una dosificación de una solución de ceniza de soda (Na_2CO_3) para la eventualidad que se requiera corrección de pH en el agua tratada, en cualquier momento de operación. La inyección se realiza en la tubería de ingreso del agua potable al tanque, con posterioridad al tratamiento. Tanto la dosificadora, como el depósito de ceniza, se alojan en una caseta dispuesta para tal fin.

La bomba dosificadora funcionará enclavada con un caudalímetro de manera de brindar una dosificación ajustable en función del caudal de circulación. La dosificación previa al tanque se realiza en ese lugar para aprovechar la dispersión y mezcla del líquido cuando ingresa al tanque.

1.3.11 BOMBEO A LA RED

El equipo de bombeo estará compuesto de al menos 2 bombas de tipo centrífuga vertical con rotor multietapas en la modalidad de 1+1 con el punto de funcionamiento indicado en la Tabla 11.

El equipo de bombeo deberá contar con un variador de frecuencia que permita trabajar en un rango de caudales conforme a las necesidades del momento, teniendo en cuenta que el agua a elevar desde la planta potabilizadora podrá variar con el paso del tiempo. El material del impulsor de la bomba será acero inoxidable calidad AISI 304 o superior.

El equipo de bombeo contará con un PLC que comandará el funcionamiento de los equipos, el cual podrá ser controlado de manera remota. El automatismo tendrá señales de los niveles de los tanques elevados, lo que permitirá accionar el encendido y apagado de los equipos. Por otra parte, tendrá un control de seguridad para nivel bajo en el tanque de agua filtrada.

Tabla 11. Punto de funcionamiento de bombeo a la red.

Caudal de bombeo (m ³ /h)	Altura (m.c.a)
14.2	30

1.4 TUBERÍA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE HACIA LA RED EXISTENTE

Luego de su pasaje por la planta de ósmosis inversa, el agua tratada es bombeada desde el tanque de almacenamiento hacia la red distribución existente. Para ello se ha proyectado una tubería de PVC 75mm. El esquema de troncal y conexión a la red existente se presentan en la Figuras 5 y 6.

Las tuberías de PVC a emplearse (de manera de tener mismo material que la tubería existente) serán de junta elástica con aros de goma según Norma UNIT 215/86, presión nominal 1.0MPa y tensión de pared de 10.0MPa. En cuanto a las piezas especiales, se seguirán las especificaciones establecidas en los planos generales y el Pliego General para Conducción de Líquidos a Presión de OSE.

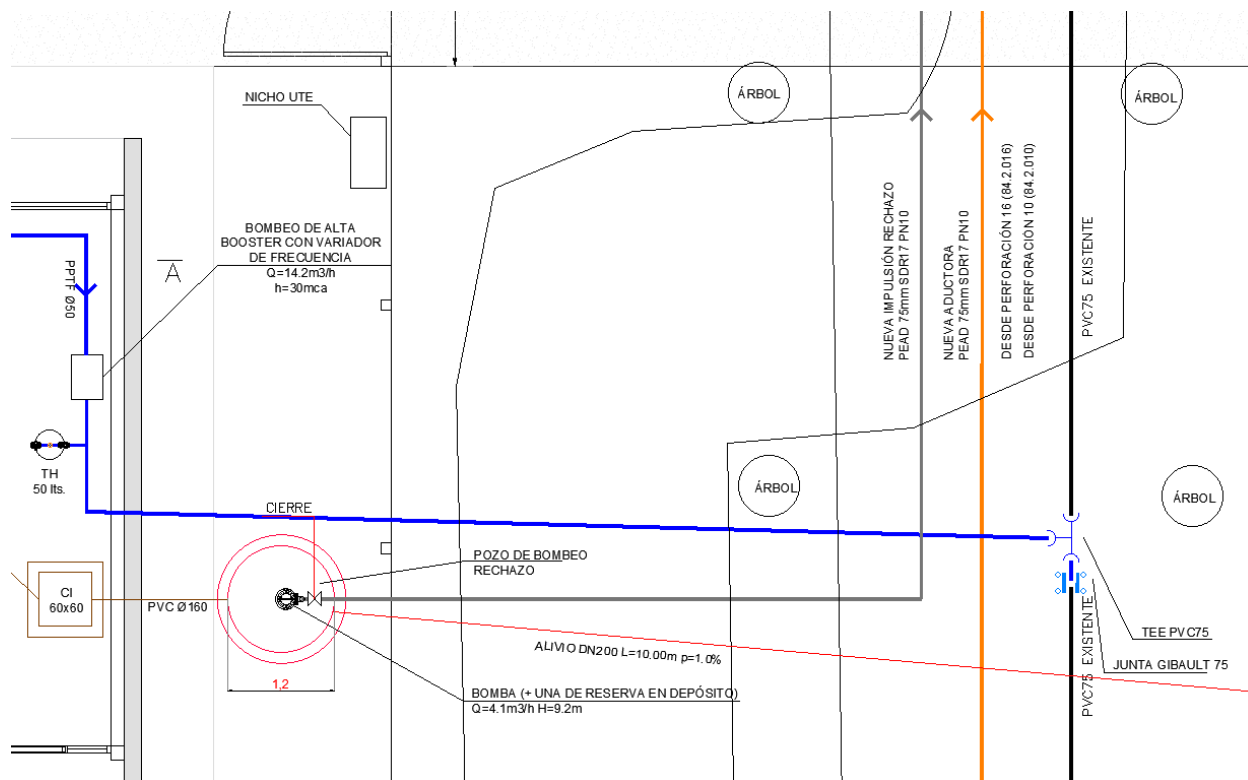


Figura 5. Esquema de troncal para conexión con red existente

**DETALLE INTERCONEXIÓN
PLANTA
ESC 1:20**

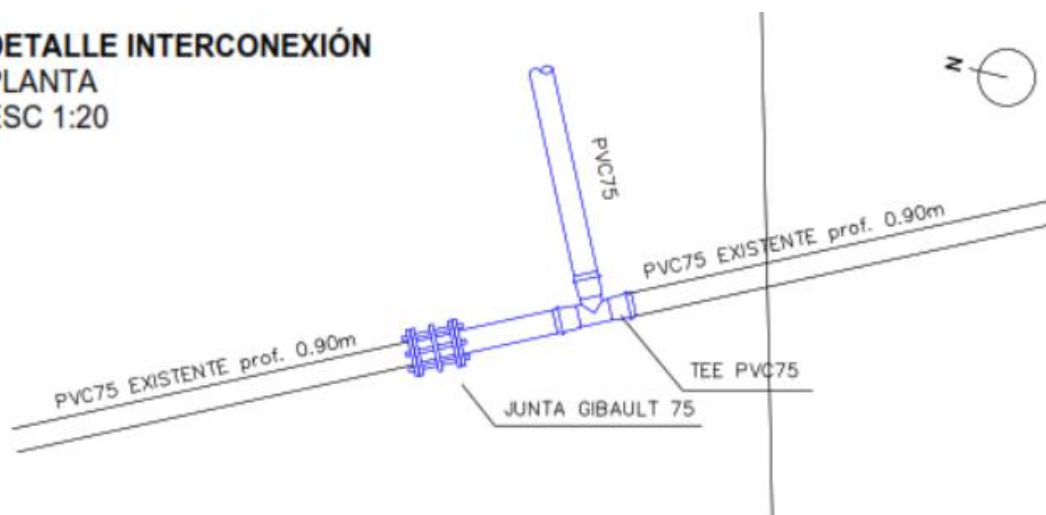


Figura 6 - Esquema de interconexión con red existente

1.5 DESCARGA DEL RECHAZO DEL TRATAMIENTO DE ÓSMOSIS INVERSA

El tratamiento de ósmosis inversa proyectado genera un efluente denominado “rechazo” el cual se proyecta descargar en una cámara existente desde donde se conducirá el rechazo junto con los efluentes de la PTAR de OSE en Pueblo Gil mediante emisario hacia el curso.

1.5.1 TUBERÍA DE IMPULSIÓN

Para la conducción del efluente de rechazo desde el padrón donde se implanta el sistema de tratamiento, se propone una tubería de impulsión de PEAD 75mm y 1.965m de largo tal como se puede observar en la Figura 7.

Es importante remarcar que para esta etapa de definición a nivel de anteproyecto se han definido válvulas de aire y de desagüe en función del perfil longitudinal diseñado. Para el proyecto ejecutivo, se deberá realizar el análisis del transitorio hidráulico de la tubería de impulsión del rechazo, con el cual se podrán adicionar válvulas de aire de tipo anti-slam.

1.5.2 POZO DE BOMBEO

El pozo de bombeo donde se colectarán las aguas de rechazo y serán bombeadas hacia su descarga se ubicará en el predio del tratamiento, es del tipo húmedo, provisto de 2 bombas sumergibles que operan en la modalidad 1+1 (1 operativa y 1 reserva). El pozo de bombeo se propone con materiales convencionales, es decir hormigón armado y tapas metálicas.

Las características de las bombas a instalar serán:

- Caudal $Q = 4.1 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura $H = 9.2 \text{ mca}$

1.5.2.1 POZO HÚMEDO

El pozo de bombeo será hormigón con un diámetro interno de 1.20m. El nivel mínimo de operación será tal, que garantice una sumergencia mínima de 0,40 metros (recomendada por fabricantes de equipos), para minimizar la posibilidad de formación de vórtices e ingreso de aire a la tubería de impulsión. Esta cámara contará con una tubería de ventilación de fibrocemento de 100 mm de diámetro.

El izaje de bombas se realizará mediante cadenas de acero inoxidable AISI 304 para 150 kg. El pozo contará con tapas metálicas construidas en acero inoxidable AISI 304.

1.5.2.2 CÁMARA DE VÁLVULAS

Dentro de esta cámara se encuentra el múltiple compuesto por tuberías, piezas, válvulas y demás elementos necesarios para un buen funcionamiento del sistema. Cada bomba cuenta en su impulsión con una válvula de retención de bola y una llave de paso tipo cuchilla.

La salida de las bombas se materializará con tuberías de Fundición Dúctil PN10, con unión a bridas soldada. Las válvulas –de retención y cierre- serán metálicas, con unión a bridas y junta de desmontaje intermedia.

1.5.2.3 EQUIPO DE BOMBEO

Se instalarán dos equipos de bombeo, uno de funcionamiento continuo y el otro de respaldo. Las bombas contarán con sistema de flotadores tipo boya para indicar el encendido y apagado de las mismas. Para retirar las bombas del pozo se jala con una cadena. Dentro del pozo la bomba sube y baja por una guía de izado solidaria a la pared del pozo.

Las bombas operarán en ciclos de prendido y apagado (modalidad “on-off”). La señal de prendido, apagado y alarma por alto nivel se detectará por sensores de nivel (peras o flotadores). Los niveles de operación o señales serán los siguientes:

- Alarma por muy alto nivel en el pozo
- Señal de arranque de bomba
- Señal de parada de bomba
- Alarma por muy bajo nivel en el pozo

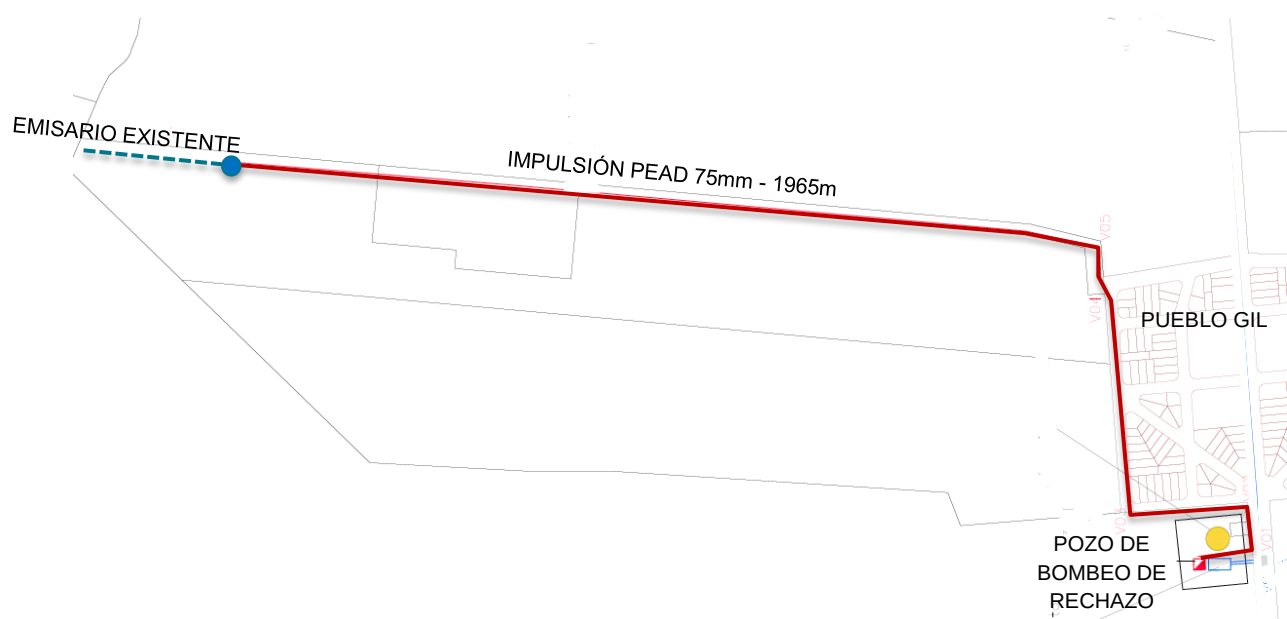


Figura 7. Trazo de tubería de impulsión de rechazo.

1.6 CONEXIÓN DE PERFORACIÓN 84.2.004 A RED EXISTENTE

A los efectos de reducir el contenido de Mn y Fe de esta perforación, se prevé la instalación de un tratamiento que, en líneas generales, pretende oxidar los iones de Mn y Fe presentes en el agua bruta mediante la

dosificación de NaClO y posteriormente su remoción mediante filtros. En los apartados que siguen, se presenta una descripción de los componentes de este tratamiento para el caudal previsto de 4.0 m³/h.

Luego de su pasaje por la planta de remoción de Mn y Fe, se ha proyectado la conexión a la red existente mediante una tubería de PVC 75mm. El esquema de troncal y conexión a la red existente son similares a lo indicado en Figuras 5 y 6.

Las tuberías de PVC a emplearse (de manera de tener mismo material que la tubería existente) serán de junta elástica con aros de goma según Norma UNIT 215/86, presión nominal 1.0MPa y tensión de pared de 10.0MPa. En cuanto a las piezas especiales, se seguirán las especificaciones establecidas en los planos generales y el Pliego General para Conducción de Líquidos a Presión de OSE.

1.6.1 DOSIFICACIÓN DE PRE-ALCALINIZANTE (CORRECCIÓN DE PH)

Se dosifica ceniza de soda para la corrección de pH previo al tratamiento para la disminución de la concentración de Fe y Mn. La inyección se realiza en la tubería de ingreso del agua bruta, previo a su ingreso al depósito de agua bruta de cabecera. Tanto la dosificadora, como el depósito del NaOH, se alojan en una caseta dispuesta para tal fin.

El pliego de especificaciones técnicas presente los requerimientos de las bombas dosificadoras y depósitos de solución.

1.6.2 DOSIFICACIÓN DE OXIDANTE

Se dosifica hipoclorito de sodio (NaClO) como agente oxidante previo a la batería de filtros. La inyección se realiza en la tubería de ingreso del agua bruta, previo al ingreso al depósito de agua bruta de cabecera. Tanto la dosificadora, como el depósito del NaClO, se alojan en una caseta dispuesta para tal fin.

El pliego de especificaciones técnicas presente los requerimientos de las bombas dosificadoras y depósitos de solución.

1.6.3 TANQUE DE AGUA BRUTA

Luego de la dosificación de NaClO y ceniza de soda en línea, se almacenará el agua en un tanque para asegurar un tiempo de contacto con el agente oxidante de al menos 30 minutos. Considerando el caudal de la perforación de 4.0 m³/h, se propone la utilización de un tanque de 5 m³ de capacidad, lo cual implica 1.25 horas de tiempo de contacto.

El depósito de agua bruta se trata de un tanque de PRFV con sección circular, apoyado sobre una platea de hormigón armado de sección rectangular, montando a la intemperie. Las dimensiones del tanque serán las que se describen:

- Volumen útil: 5 m³
- Diámetro: 2.15 m
- Altura útil: 1,40 m
- Altura total: 1,65m

Por un lado, el ingreso del agua de la perforación se realiza por la parte superior, con un diámetro de acceso bridado de 4", mientras que la salida hacia la succión del bombeo de alta se da por la parte inferior del del tanque, también bridada de 4". Por otra parte, el tanque estará equipado con una descarga de fondo para su vaciado, tareas de limpieza y mantenimiento, y un alivio para evitar el ingreso en carga.

1.6.4 BOMBEO DE AGUA

El equipo de bombeo estará compuesto de 2 bombas de tipo centrífuga vertical con rotor multietapas en la modalidad de 1+1 con el punto de funcionamiento indicado en la Tabla 3. El material del impulsor de la bomba será acero inoxidable calidad AISI 304 o superior.

El equipo de bombeo contará con un PLC que comandará el funcionamiento de los equipos, el cual podrá ser controlado de manera remota. El automatismo tendrá señales de nivel del tanque de agua bruta que permitirá accionar el encendido y apagado de los equipos, señal que será utilizada para el comando de las perforaciones.

Este bombeo será tal que enviará el agua hacia la red existente pasando previamente por los filtros proyectados, por tanto, se ha tenido en cuenta esta pérdida de carga para su diseño.

Tabla 12. Punto de funcionamiento de bombeo

Caudal de bombeo (m ³ /h)	Altura (m.c.a)
4,0	45.2

1.6.5 FILTROS MIXTOS DE ARENA Y ANTRACITA

Se proyectan 2 filtros mixtos de arena y antracita dentro del local con un caudal nominal de 2 m³/h cada uno. Éstos trabajan en forma paralela en el tren de tratamiento diseñado.

Las carcasas de los filtros se proyectan en PRFV, con las siguientes características:

- Cantidad: 2
- Diámetro: 26cm
- Altura: 1,3 m

El medio filtrante será arena. El filtro estará compuesto por los siguientes estratos:

- 1) Gravilla de cuarzo : 15 kg
- 2) Arena de cuarzo : 30 kg
- 3) Arena filtrante : 30 kg

1.6.6 FILTROS PARA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO (GREEN SAND – REMOCIÓN DE Fe y Mn)

Se proyectan 2 filtros para remoción de hierro y manganeso para un caudal nominal de 5 m³/h cada uno, siendo el caudal de diseño de 2 m³/h.

Para este anteproyecto se dimensionaron dos filtros utilizando como medio filtrante para remoción de Fe y Mn el medio denominado “greensand” (arenas verdes). Éstos trabajan de forma paralela y se instalan en serie a la batería de filtros mixtos, previo a la conexión con la red existente.

Las carcasas de los filtros se proyectan en PRFV y éstos tienen las siguientes características:

- Cantidad: 2
- Diámetro: 42cm
- Altura mínima del cilindro: 1,9 m

En el proyecto ejecutivo se deberá presentar el cálculo del filtro en función del análisis completo de agua y del medio que se proponga por parte del contratista.

2. MEMORIA DE CÁLCULO

Para cada uno de los elementos hidráulicos descritos en el capítulo anterior, se presentan los cálculos que justifican su dimensionado.

2.1 TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DEL TANQUE DE CABECERA DE AGUA BRUTA

2.1.1 EQUIPOS DE BOMBEO

Se presenta a continuación, el caudal de bombeo de cada perforación, según la información recibida por parte de OSE. Es con estos caudales que se ha dimensionado la tubería de impulsión de cada perforación.

Tabla 13. Caudales de bombeo de cada perforación a enviar a tratamiento

ID perforación	Status	Caudal de aporte m ³ /h
84.2.006	OPERATIVA	8.0
84.2.010	OPERATIVA	4.0
84.2.003	A REINCORPORAR	4.5
84.2.016	A REINCORPORAR	2.2

La altura de bombeo surge como resultado del análisis de pérdidas de carga y desniveles geométricos en la aductora, el cual se presenta a continuación.

2.1.2 TUBERÍA DE IMPULSIÓN

Para el dimensionado de la tubería de impulsión se consideró como hipótesis que la pérdida de carga longitudinal no exceda los 10 m/km y que la velocidad para caudal de bombeo no sea mayor a 2 m/s.

La altura manométrica total es aquella contra la que trabaja el equipo de bombeo. Está compuesta por la suma de tres términos:

$$\Delta H_T = \Delta H_G + \Delta H_D + \Delta H_L$$

ΔH_T : altura manométrica total

ΔH_G : altura geométrica de elevación

ΔH_D : altura por pérdidas de carga distribuidas

ΔH_L : altura por pérdidas de carga localizadas

La altura geométrica de elevación es la diferencia entre las cotas de los niveles de agua en la perforación y el nivel de la descarga. A los efectos de la selección de equipos se tomará la altura geométrica máxima.

Las pérdidas de carga distribuidas se determinan a partir la fórmula de Hazen – Williams:

Fórmula de Hazen – Williams: $J = 10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87}$

Pérdida de Carga Distribuida Total: $\Delta H_D = J \cdot L$

donde:

J: Pérdida de carga unitaria (m/m)

Q: Caudal de bombeo (m³/s)

C: Coeficiente de Hazen – Williams (Para tubería nueva de material plástico C = 130; FD C = 110)

D: Diámetro interno de la tubería (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Las pérdidas de carga localizadas se determinan de la misma manera que las distribuidas, calculando la longitud equivalente en diámetros de cada pieza o elemento. Los coeficientes de pérdida de carga fueron extraídos de “Azevedo Netto et al, *Manual de Hidráulica*, 1998”.

A continuación, se presenta el cálculo de punto de funcionamiento de cada equipo.

Tabla 14. Cálculo de altura de bomba para perforación 84.2.006

Caudal							
Q _{bomba} (l/s)	Q _{bomba} (m³/h)						
2.2	8.0						
Valvulería							
Coef. C válvulas	f _{válvulas} (mm)	V _{valvulas} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66	0.65	6.0	16.0	22.0	0.01	0.20
Tubería							
Coef. C línea	f _{línea} (mm)	V _{línea} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66.0	0.65	20	9.6	29.6	0.009	0.27
Carga y Potencia							
DH _{Geom} (m)	H _{bomba} (m)	n _{bomba}	Pot. est. (KW)				
44.6	45.1	40%	2.5				

TN perforación 84.2.006	50.4	msnm	
Profundidad perforación	40.0	msnm	Estimado
TN tanque mezcla	51.0	msnm	
H tanque	4.0	msnm	

Tabla 15. Cálculo de altura de bomba para perforación 84.2.010

Caudal		TRAMO 1 - DESDE PERF 84.2.010 HASTA CONEXIÓN CON PERF. 84.2.016					
Q_{bomba} (l/s)	Q_{bomba} (m ³ /h)						
1.1	4.0						
Valvulería							
Coef. C válvulas	$f_{válvulas}$ (mm)	$V_{válvulas}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66	0.32	6.0	16.0	22.0	0.00	0.06
Tubería							
Coef. C línea	$f_{línea}$ (mm)	$V_{línea}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66.0	0.32	1455	9.6	1464.6	0.003	3.68
Carga y Potencia							
DH _{Geom} (m)	H _{bomba} (m)	n _{bomba}	Pot. est. (KW)				
43.0	46.7	40%	1.3				

TN perforación 84.2.010 19.0 msnm
 Profundidad perforación 37.0 msnm
 TN conexión 84.2.016 25.0 msnm

Caudal		TRAMO 2 - DESDE CONEXIÓN CON PERF. 84.2.016 HASTA PLANTA DE TRATAMIENTO					
Q_{bomba} (l/s)	Q_{bomba} (m³/h)						
1.7	6.2						
Valvulería							
Coef. C válvulas	$f_{válvulas}$ (mm)	$V_{válvulas}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66	0.50	6.0	16.0	22.0	0.01	0.12
Tubería							
Coef. C línea	$f_{línea}$ (mm)	$V_{línea}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66.0	0.50	3256	9.6	3265.6	0.006	18.44
Carga y Potencia							
DH_{Geom} (m)	H_{bomba} (m)	n_{bomba}	Pot. est. (KW)				
30.0	48.6	40%	2.0				

TN conexión con 84.2.016 25.0 msnm
 TN tanque mezcla 51.0 msnm
 H tanque 4.0 msnm

DH TOTAL 95.3 m

Tabla 16. Cálculo de altura de bomba para perforación 84.2.003

Caudal							
Q_{bomba} (l/s)	Q_{bomba} (m³/h)						
1.3	4.5						
Valvulería							
Coef. C válvulas	$f_{válvulas}$ (mm)	$V_{válvulas}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66	0.37	6.0	16.0	22.0	0.00	0.07
Tubería							
Coef. C línea	$f_{línea}$ (mm)	$V_{línea}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
130	66.0	0.37	1540	9.6	1549.6	0.003	4.84
Carga y Potencia							
DH_{Geom} (m)	H_{bomba} (m)	n_{bomba}	Pot. est. (KW)				
80.0	84.9	40%	2.6				

TN perforación 84.2.003	35.0	msnm
Profundidad perforación	60.0	msnm
TN tanque mezcla	51.0	msnm
H tanque	4.0	msnm

Tabla 17. Cálculo de altura de bomba para perforación 84.2.016

Caudal								
Q _{bomba} (l/s)	Q _{bomba} (m ³ /h)							
0.6	2.2							
Valvulería								
Coef. C válvulas	f _{válvulas} (mm)	V _{valvulas} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66	0.18	6.0	16.0	22.0	0.00	0.02	
Tubería								
Coef. C línea	f _{línea} (mm)	V _{línea} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66.0	0.18	603	9.6	612.6	0.001	0.51	
Carga y Potencia								
DH _{Geom} (m)	H _{bomba} (m)	n _{bomba}	Pot. est. (KW)					
64.3	64.8	40%	1.0					

TN perforación 84.2.016	15.0	msnm	Estimado
Profundidad perforación	40.0	msnm	
Presión en conexión	14.3	msnm	
TN conexión	25.0	msnm	

Se ha determinado entonces que la tubería de la impulsión será de PEAD 75 mm de diámetros exterior (66mm diámetro interno) para todas las aductoras proyectadas y que el punto de funcionamiento de cada equipo de bombeo será:

Perforación 84.2.006

- ⇒ $H=45.1$ mca.
- ⇒ $Q=8.0$ m³/h (2.2 l/s).

Perforación 84.2.010

- ⇒ $H=95.3$ mca.
- ⇒ $Q=4.0$ m³/h (1.1 l/s).

Perforación 84.2.003

- ⇒ $H=84.9$ mca.
- ⇒ $Q=4.5$ m³/h (1.3 l/s).

Perforación 84.2.016

- ⇒ $H=64.8$ mca.
- ⇒ $Q=2.2$ m³/h (0.6 l/s).

2.2 PLANTA POTABILIZADORA DE ÓSMOSIS INVERSA

2.2.1 DEPÓSITO DE AGUA BRUTA

El tanque de cabecera se diseña para el volumen correspondiente a una hora de bombeo de agua bruta (18.3 m³/h):

- Volumen de tanque de cabecera de agua bruta: 20 m³.

Para definir el tamaño del tanque de agua bruta, se verifica que la reserva del mismo sea mayor o igual al caudal de operación para 1 hora de funcionamiento de la planta. Como el volumen del tanque propuesto es de 20 m³, se verifica una capacidad de reserva del orden de 1.1 horas de funcionamiento.

2.2.2 BOMBEO DE AGUA BRUTA

Como ya fue mencionado, el equipo de bombeo estará compuesto por 2 bombas del tipo centrífuga en la modalidad de 1+1 con el punto de funcionamiento indicado en la Tabla 19.

Tabla 18. Caudal de bombeo de baja.

Descripción	Valor
Caudal de bombeo (m³/h)	18,3

Tabla 19. Punto de funcionamiento de bombeo de agua bruta o de baja.

Caudal de bombeo (m³/h)	Altura (m.c.a)
18,3	51.4

La potencia consumida por el equipo de bombeo de agua bruta se estima en 4 KW (trifásica, 400v).

En la Tabla 20, se presenta el cálculo realizado para la determinación de las pérdidas de carga localizadas y distribuidas en la línea de impulsión. Como se puede observar éste fue realizado en dos tramos:

1. Tramo 1: desde el bombeo hasta la división de los caudales hacia ósmosis y para mezcla (18.3m³/h),
 2. Tramo 2: desde el punto de división de caudales hasta el equipo de ósmosis (13.5m³/h).
- Para el cálculo de las pérdidas de carga localizadas fue utilizada la fórmula general para la cual fueron identificados los coeficientes de pérdida de carga (K) de las piezas correspondientes en cada caso.

$$J(m) = K \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- v: velocidad dentro de la tubería (m/s),
 - g: aceleración gravitatoria (m/s²).
- Para el cálculo de las pérdidas de carga distribuidas fue empleada la fórmula de Hazen-Williams

Tabla 20. Pérdidas de carga impulsión de baja, tramo 1.

Caudal							
Q_{bomba} (l/s)	Q_{bomba} (m³/h)						
5.1	18.3						
Valvulería							
Coef. C válvulas	$f_{válvulas}$ (mm)	$V_{válvulas}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
120	40.8	3.89	6.0	26.2	32.2	0.50	16.3
Tubería							
Coef. C línea	$f_{línea}$ (mm)	$V_{línea}$ (m/s)	L_{geom} (m)	$L_{virtual}$ (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)
120	40.8	3.89	20	0.0	20.0	0.505	10.1
Carga y Potencia							
DH_{Geom} (m)	H_{bomba} (m)	n_{bomba}	Pot. est. (KW)				
0.0	26.4	40%	3.3				

Para un correcto funcionamiento, la presión de entrada en el equipo de ósmosis debe ser constante y mayor o igual que 25 m (este valor fue tomado de catálogos de referencia a incluye el filtrado fino de 5 micras que tienen los equipos ya instalados).

Por lo tanto, el punto de funcionamiento del bombeo de la pérdida de carga total se obtiene como la suma de las pérdidas calculadas en el tramo 1 y en el tramo 2 más la presión requerida por el equipo para su correcto funcionamiento.

$$\Delta H_{total} = 26,4 + 25,0 = 51,4 \text{ m}$$

2.2.3 FILTROS DE ARENA

Para el dimensionamiento de los filtros de arena fueron utilizados tamaños estandarizados con caudales nominales de: 1, 2, 3, 5 y 8 m³/h (según directrices de OSE). En este caso, el caudal a ser filtrado es de 18.3m³/h, por lo que se disponen 4 filtros de arena en paralelo de 5 m³/h cada uno. Las dimensiones de estos dispositivos son de 42 cm de diámetro y aproximadamente 2 m de alto.

Los lavados de los filtros se realizan una vez por mes durante 10 minutos, a un caudal aproximado de 10 m³/h, por lo que es necesario hacerlo en horario de la noche donde no esté operativa la planta. La tubería de desagüe del lavado de los filtros se proyecta de PVC 160 mm de diámetro y ésta dirige el agua de lavado hacia la reguera central dispuesta en el recinto.

En la Tabla 11 se presenta la solución de filtros mixtos:

Tabla 21. Filtros mixtos de arena y antracita.

# filtros	Caudal por filtro (m ³ /h)	Caudal aprox. de retrolavado (m ³ /h)	Frecuencia de lavado	Tiempo de retrolavado (min)
4	4,3	8,6	1/mes	10

Para los filtros elegidos, la tasa de filtración resulta ser de 34 m/h, que es una tasa aceptable que está por debajo de la tasa máxima recomendada (40 m/h) para agua potable con turbiedad menor a 1 NTU.

2.2.4 DOSIFICACIÓN DE ANTI-INCRUSTANTE

Con el objetivo de minimizar las incrustaciones en las membranas, se proyecta dosificar un polímero orgánico formulado como inhibidor de incrustaciones (antiincrustante) en el agua bruta previo al tratamiento por ósmosis inversa. La dosificación de antiincrustante está determinada además de por el flujo de agua bruta, tipo específico de membrana y diseño del sistema en general, por la concentración de diversos elementos presentes en el agua, como por ejemplo Calcio, Sílice, Bario, Fluoruros, etc y por el tipo de antiincrustante a utilizar. Como valor de referencia, las dosis típicas de antiescalante oscilan entre 1 y 8 mg/l.

A los efectos de este anteproyecto y considerando los análisis de agua disponibles, se diseña para una dosis correspondiente a las máximas habituales, o sea una dosis de 8 mg/l.

Para calcular la dosificación del antiescalante, se supondrá que la solución de antiescalante tiene una densidad de 1,2 kg/l.

En la etapa de proyecto ejecutivo, deberá presentarse la memoria de cálculo para la dosificación de antiescalante, en base al análisis completo del agua, la selección específica de la membrana a utilizar y el antiescalante a utilizar. Asimismo, se deberá determinar: 1) el volumen de antiescalante a almacenar para que el período de recambio sea mayor a 15 días y 2) El consumo anual estimado de antiescalante.

Con las hipótesis mencionadas anteriormente, el cálculo de la dosis de antiescalante para anteproyecto se corresponde con la siguiente planilla. Se observa que para el caudal de agua bruta, se usa el doble que el caudal nominal de la ósmosis, que es mayor al caudal de agua bruta necesario.

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal horario agua bruta	m ³ /h	15
Horas funcionamiento	h	20
Caudal total	m ³ /día	300
Dosis antiescalante	mg/l - g/m ³	8
Dosis antiescalante	g/d	2400
Dosis antiescalante	kg/d	2,4
Densidad antiescalante	kg/l	1,2
Dosis antiescalante	l/día	2
Días entre recambios máximo	días	15
Volumen mínimo antiescalante	litros	30

Por lo tanto, el volumen mínimo del antiincrustante a almacenar calculado para el anteproyecto es de 30 litros.

2.2.5 EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA

Se proyecta la instalación de un equipo de tratamiento por ósmosis inversa con una capacidad de producción de permeado mínima de 15 m³/h con las características presentadas en la Tabla 22.

Tabla 22. Ósmosis inversa con una eficiencia del 70% en el tratamiento.

Descripción	Unidad	Valor
Eficiencia del tratamiento (permeado/agua bruta)	%	≥70
Horas de funcionamiento	Hs	20
Caudal de agua bruta	m ³ /h	18,3
Caudal permeado	m ³ /h	9,5
Caudal nominal de permeado del equipo a suministrar	m ³ /h	≥ 15
Caudal agua bruta para mezcla	m ³ /h	4,7
As máx. agua bruta	mg/L	0,018
As permeado (95% ef.)	mg/L	0,003
As máx objetivo	mg/L	0,008
Caudal de rechazo estimado	m ³ /h	4,1

2.2.6 DESINFECCIÓN

Se diseña el sistema de dosificación de cloro para desinfección bajo los siguientes supuestos:

- Desinfectante: hipoclorito de sodio al 10% (100 g NaClO/L de solución),
- Dosificación directa sin preparación,
- Dosis máxima: 2 ppm,
- Caudal tratado: 10 m³/h,
- Caudal de dosificadora resultante: 0,15 L/h,
- Consumo diario de Cloro (estimado máximo 20 h de funcionamiento): 3 l/d,
- Volumen mínimo de tarrina para el consumo de un mes: 100 litros.

Se trabaja bajo la hipótesis de que el acopio de hipoclorito de sodio permite una autonomía de 2 semanas en producción de caudales máximos.

2.2.7 DOSIFICACIÓN DE CORRECCIÓN DE PH

Se diseña el sistema de dosificación de cloro para desinfección bajo los siguientes supuestos:

- Producto utilizado: Ceniza de soda,
- Dosificación directa sin preparación,
- Dosis máxima: 0,1 ppm,
- Caudal tratado: 10 m³/h,

Para el anteproyecto y especialmente para el proyecto ejecutivo, debe considerarse que el acopio de ceniza de soda permite una autonomía de 2 semanas en producción de caudales máximos. El cálculo del volumen necesario de ceniza de soda diluida a almacenar se estima para el anteproyecto de acuerdo a la siguiente tabla:

Parámetro	Unidad	Medida
Q	19	m ³ /h
Dosis	0,1	mg/l de Na ₂ CO ₃
Dosis	0,1	g/m ³
Horas por día	20	hs
Dosis diaria	38	g/día de
Concentración en peso	30%	porcentaje
Volumen de solución diario	127	litros/día
Volumen total por día	0,127	m ³ /día
Días de autonomía	15,0	días
Volumen de solución a almacenar	1900	litros

Para el proyecto ejecutivo, se deberá ajustar este proyecto en base al análisis completo del agua, con el objetivo de suministrar un pH entre 6,5 y 7,5.

2.2.8 DEPÓSITO DE AGUA POTABLE

El tanque de agua potable se diseña para el volumen correspondiente a tres horas de tratamiento. Teniendo en cuenta que las horas de funcionamiento máximo es de 20 horas, el volumen del tanque de agua potable y su selección de unidades disponibles en el mercado se resume en:

- Caudal de agua elevado: 14.2 m³/h,
- Horas de respaldo: 3,
- Volumen mínimo: 42,6 m³,
- Volumen adoptado: 40 m³.

La solución propuesta implica 2 tanques de 20 m³, lo que permite tener mayor flexibilidad en la operación y mantenimiento del sistema.

En el proyecto ejecutivo, se determinarán los volúmenes correspondientes a los niveles L1, L2, L3 y L4 mencionados en la memoria descriptiva.

2.3 CONEXIÓN A LA RED

El bombeo a la red (también llamado bombeo de alta) se diseña para atender la demanda máxima, es decir, la producción máxima de diseño.

Dada la complejidad del sistema analizado, entre otros aspectos por presencia de los tanques elevados, se ha efectuado la modelación de la red en EPANET para tener una mayor claridad del funcionamiento hidráulico del mismo.

Se ha efectuado una simplificación donde cada localidad se toma como un único punto en el modelo.

En particular, para la determinación del bombeo de alta que permite ingresar al sistema de abastecimiento el agua tratada, se ha estimado por un lado con el modelo en EPANET.

A continuación, se presentan los resultados de la modelación en la red obteniéndose las siguientes conclusiones:

- ⇒ El bombeo de alta se ha estimado en
 - $H=30\text{mca}$,
 - $Q=14.2\text{ m}^3/\text{h}$ (4.0 l/s).
- ⇒ Se observa en la modelación que las localidades arrojan presiones mínimas por encima de 15mca , con excepción de la zona más alta geográficamente de la localidad de Pueblo Gil en la hora de máximo consumo, donde su presión mínima es de 13.8 mca , lo cual se considera admisible.

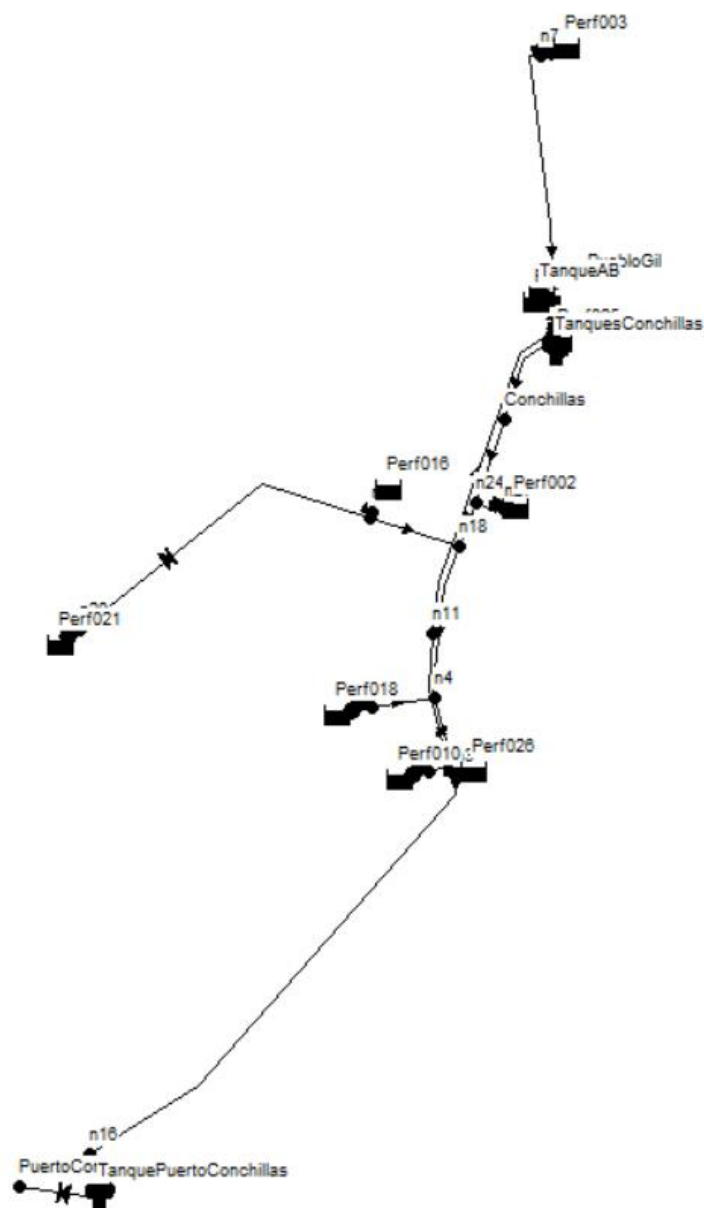


Figura 8. Esquema general de la red del sistema Conchillas-Pueblo Gil-Puerto Conchillas (EPANET).

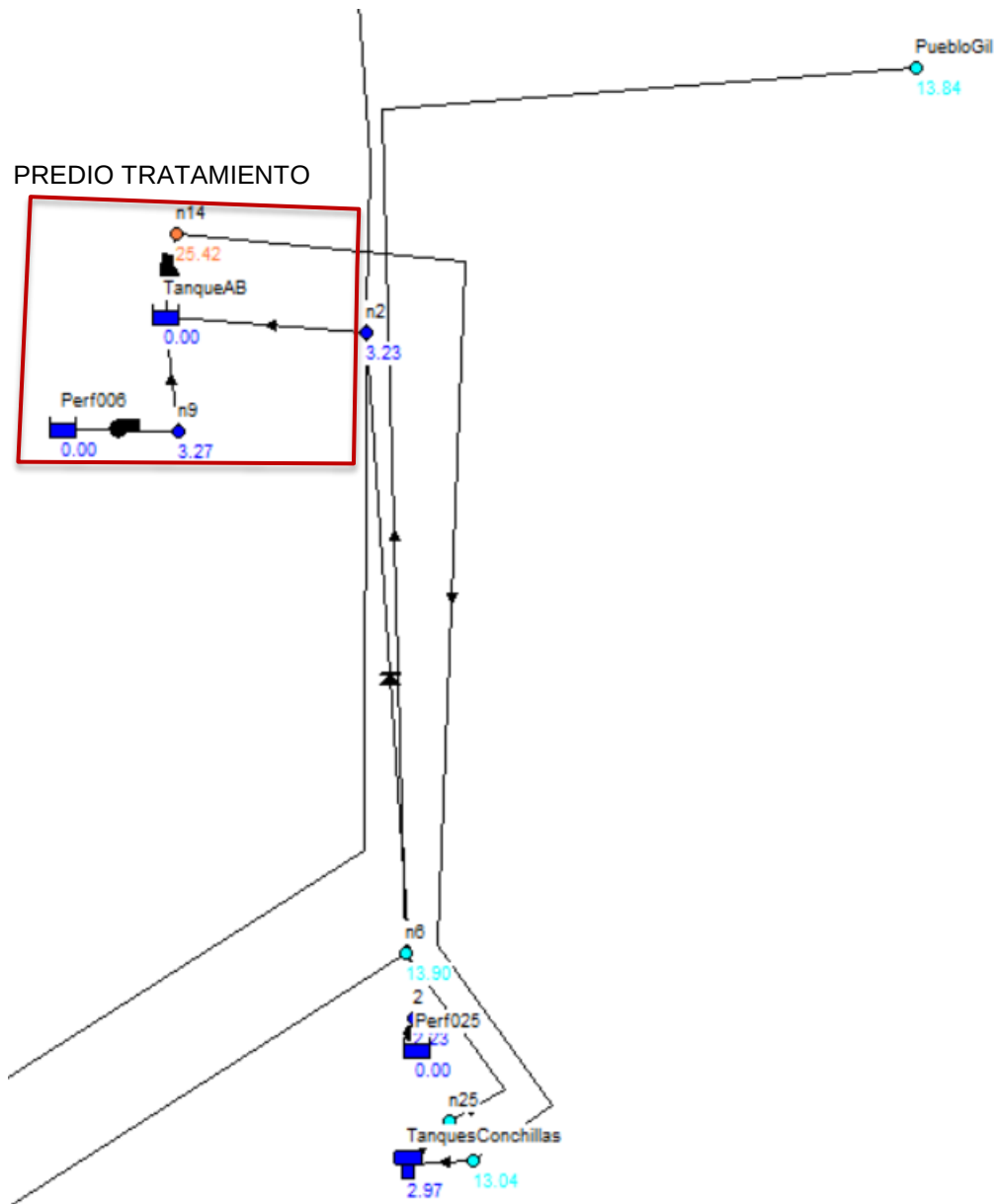


Figura 9. Resultados de presión en Pueblo Gil para la hora de máximo consumo

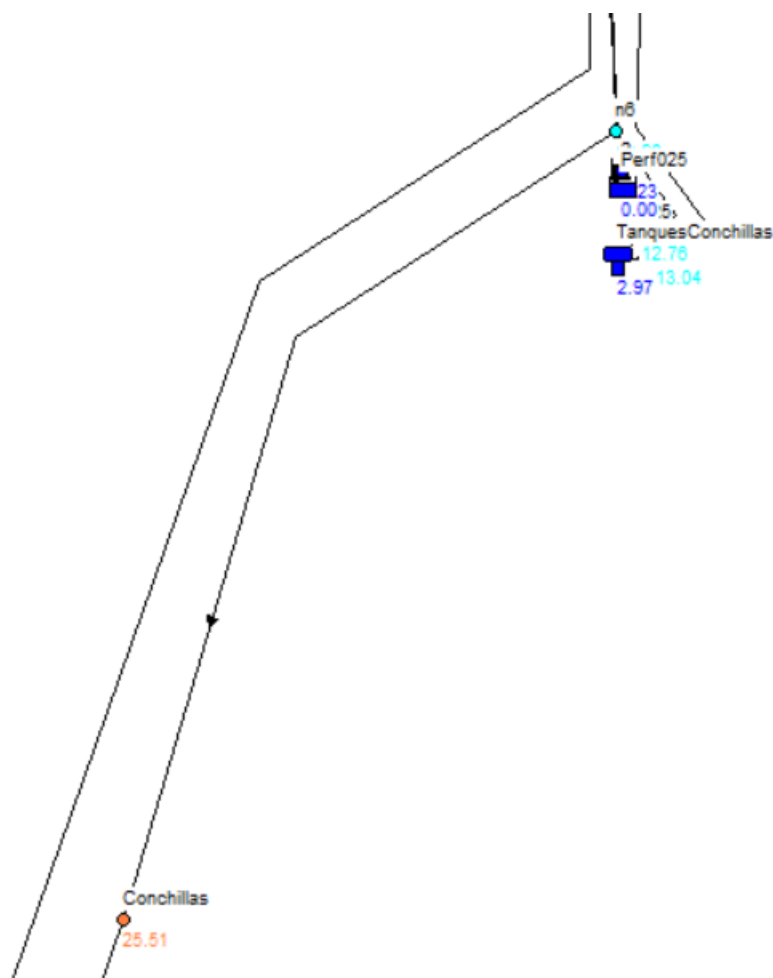


Figura 10. Resultados de presión en Conchillas para la hora de máximo consumo

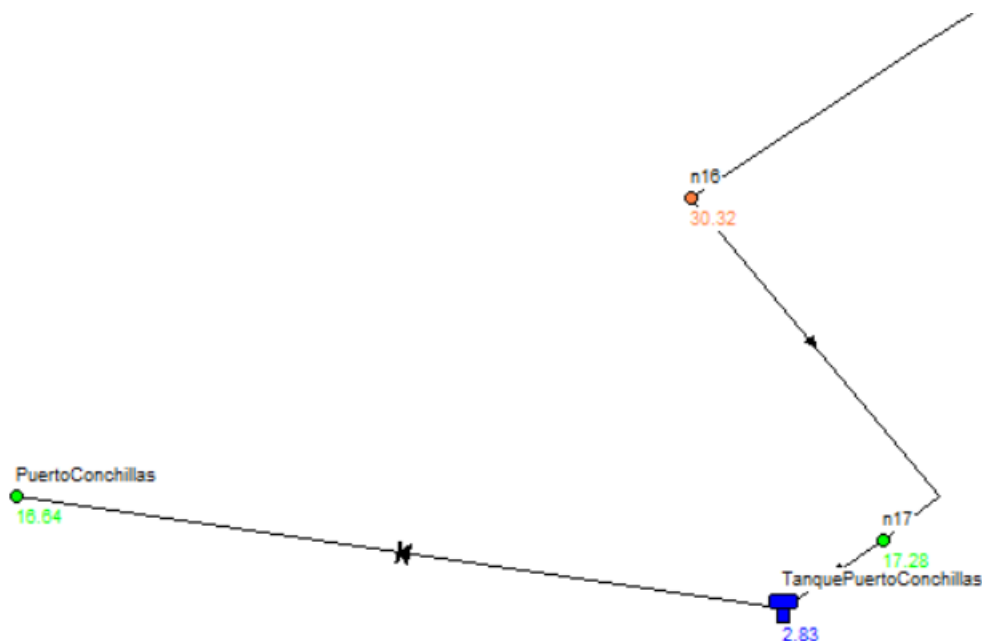


Figura 11. Resultados de presión en Puerto Conchillas para la hora de máximo consumo

2.4 DESCARGA DEL RECHAZO DEL TRATAMIENTO DE ÓSMOSIS

2.4.1 CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño ha sido determinado en función de las características del sistema de tratamiento proyectado como 4.1 m³/h

2.4.2 VERIFICACIÓN DE IMPULSIÓN

Tal como se describe en el apartado 2.1 para las tuberías aductoras, se efectúa en este capítulo la verificación hidráulica y la estimación del bombeo requerido para conducir el efluente generado como rechazo del sistema de tratamiento hasta su descarga final.

Tabla 23. Cálculo de pérdida de carga en tubería de rechazo

Caudal								
Q_{bomba} (l/s)	Q_{bomba} (m³/h)							
1.1	4.1							
Valvulería								
Coef. C válvulas	$f_{\text{válvulas}}$ (mm)	V_{valvulas} (m/s)	L_{geom} (m)	L_{virtual} (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66	0.33	6.0	16.0	22.0	0.00	0.06	
Tubería								
Coef. C línea	$f_{\text{línea}}$ (mm)	$V_{\text{línea}}$ (m/s)	L_{geom} (m)	L_{virtual} (m)	L_{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66.0	0.33	1965	9.6	1974.6	0.003	5.19	
Carga y Potencia								
DH_{Geom} (m)	H_{bomba} (m)	n_{bomba}	Pot. est. (KW)					
4.0	9.2	40%	0.3					

TN osmosis	51.0	msnm
Prof PB	3.0	m
TN punto alto	52.0	msnm

El punto de funcionamiento del equipo de bombeo será entonces:

- ⇒ $H=9.2$ mca.
- ⇒ $Q=4.1$ m³/h (1.1 l/s).

2.4.3 POZO DE BOMBEO

Para este proyecto, el caudal de rechazo que se considera es de 4.1m³/h.

Tanto las estructuras rígidas de hormigón como la línea de impulsión se han dimensionado para un caudal de 4.3 m³/h, esto es considerando un factor de seguridad de 1.05 sobre el caudal afluente al pozo.

2.4.3.1 VOLUMEN ÚTIL

Los niveles de operación de las bombas estarán determinados por un tiempo de ciclo mínimo de 10 minutos. El volumen útil mínimo se determina mediante la ecuación:

$$V_{\text{útil}}^{\text{mín}} = \frac{Q_B \times T_c}{4}$$

Dónde:

$V_{\text{útil}}^{\text{mín}}$: Volumen útil mínimo requerido

Q_B : Caudal de Bombeo

T_c : Tiempo de ciclo entre arranque y detención de las bombas

2.4.3.2 VERIFICACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO

En lo que sigue se determina el tiempo de ciclo de los equipos de bombeo. Esta verificación se realiza para el caudal máximo afluente al pozo de bombeo, el caudal de bombeo y el volumen útil.

El tiempo de vaciado (T_V) y tiempo de llenado (T_{LL}) del pozo de bombeo se obtienen a través de las siguientes expresiones:

$$T_{LL} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\text{máx},a}}$$

$$T_V = \frac{V_{\text{útil}}}{(Q_B - Q_{\text{máx},a})}$$

Dónde:

T_{LL} : Tiempo de llenado

T_V : Tiempo de vaciado

Q_B : Caudal de bombeo

$Q_{\text{máx},a}$: Caudal máximo afluente al PB

$V_{\text{útil}}$: Volumen útil

El tiempo de ciclo es la suma del tiempo de llenado más el tiempo de vaciado.

2.4.3.3 VERIFICACIÓN DEL TIEMPO DE DETENCIÓN

En el dimensionado del pozo se considera que el tiempo de detención dentro del pozo de succión no sea superior a 30 minutos. Para la determinación, se considera el volumen del pozo desde el fondo hasta el nivel medio de operación (volumen efectivo), y el caudal medio afluente al pozo.

El tiempo de detención del líquido residual dentro del pozo de bombeo se determina a partir de la siguiente expresión:

$$T_d = \frac{V_{Efectivo}}{Q_{med,a}}$$

Dónde:

$V_{Efectivo}$: Volumen efectivo

$Q_{med,a}$: Caudal medio afluyente al pozo de bombeo

T_d : Tiempo de detención

Tabla 24. Planilla de cálculo para dimensionado de pozo de bombeo

DIMENSIONADO POZO DE BOMBEO		
	Qb/ Qa	1.05
Caudal bomba (l/ s):		1.2
Caudal afluyente maximo (l/ s):		1.1
Caudal afluyente medio (l/ s):		0.51
	K1	1.50
	K2	1.50
Tciclo minimo (min)		10
Volumen mínimo de cálculo (m ³):		0.18
Altura util calculada (m)		0.16
Altura útil diseño (m):		0.25
Diámetro diseño (m):		1.20
Volumen útil diseño (m ³):		0.3
Volumen de sumergencia minima		0.6
Tiempo de ciclo maximo (min):		86.9
Tiempo de ciclo medio (min):		16.1
Sumergencia 0,3m + 0,2 nivel alarma (m)		0.50
Tiempo de retención medio (min):		12.4
Tiempo de detencion (min)		23.3

2.5 CONEXIÓN DE PERFORACIÓN 84.2.004 A RED EXISTENTE

En los apartados que siguen, se presentan los cálculos realizados para las diferentes componentes del tratamiento de remoción de Fe y Mn previsto para el caudal de 4.0 m³/h.

El tratamiento para remoción de Fe y Mn contiene los siguientes procesos:

- Dosificación de alcalinizante
- Dosificación de preoxidante
- Mezcla
- Bombeo
- Filtrado (filtro de arena)
- Filtrado por medio para remoción de Fe y Mn (tipo “greensand” o similar, también llamado comúnmente como filtros verdes).
- Desinfección

De manera general, este proceso se deberá ajustar en proyecto ejecutivo en función del análisis detallado del agua y del medio o proceso a utilizar para la reducción de la concentración de Fe y Mn. Los capítulos siguientes describen los diseños realizados para el anteproyecto.

2.5.1 DOSIFICACIÓN DE PREALCALINIZANTE (CORRECCIÓN DE PH)

Se instalará una dosificación de ceniza de soda para la corrección de pH, para utilizar en el caso de que sea necesario.

La inyección se realiza en la tubería de ingreso del agua bruta previo al ingreso al depósito de agua bruta de cabecera. Tanto la dosificadora, como el depósito de ceniza de soda, se alojan en una caseta dispuesta para tal fin según lo indicado en planos.

2.5.2 DOSIFICACIÓN DE PREOXIDANTE

De acuerdo a lo acordado con OSE, en el anteproyecto se utiliza hipoclorito de sodio como agente preoxidante. Se diseña el sistema de dosificación de preoxidante bajo los siguientes supuestos:

- Preoxidante utilizado: hipoclorito de sodio al 10% (100 g NaClO/L de solución).
- Dosificación directa sin preparación.
- Dosis máxima: 10 ppm.
- Caudal tratado: 4 m³/h.
- Caudal de dosificadora resultante: 0.5 L/h.
- Volumen de tarrina: 100 litros.
- Se trabaja bajo la hipótesis de que el acopio de hipoclorito de sodio permite una autonomía de 2 semanas.

2.5.3 TANQUE DE AGUA BRUTA

El tanque de cabecera se diseña para el volumen correspondiente a 30 min de bombeo de agua bruta procedente de la perforación 84.3.004 (4.0 m³/h).

- Volumen de tanque de cabecera de agua bruta: 5 m³.

Considerando el caudal de la perforación de 4.0 m³/h, se propone la utilización de un tanque de 5 m³ de capacidad, lo cual implica 1.25 horas de tiempo de contacto.

2.5.4 BOMBEO DE AGUA

Este bombeo será tal que enviará el agua desde el tanque de agua bruta hacia la red existente pasando previamente por los filtros proyectados, por tanto, se ha tenido en cuenta esta pérdida de carga para su diseño además de las pérdidas de carga distribuidas y localizadas producto de la conducción por la tubería de PVC 75mm hacia la red existente.

Se ha considerado para el cálculo una pérdida de carga de 7 mca en cada filtro.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de la realización de cálculos según metodología indicada en apartado 2.1.

Tabla 25. Cálculo de pérdida de carga en tubería de Perf 84.3.004

CALCULO DE ALTURA DE BOMBA

Caudal								
Q _{bomba} (l/s)	Q _{bomba} (m³/h)							
1.1	4.0							
Valvulería								
Coef. C válvulas	f _{válvulas} (mm)	V _{valvulas} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66	0.32	6.0	16.0	22.0	0.00	0.06	
Tubería								
Coef. C línea	f _{línea} (mm)	V _{línea} (m/s)	L _{geom} (m)	L _{virtual} (m)	L _{total} (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	66	0.32	30	9.6	39.6	0.003	0.10	
Carga y Potencia								
DH _{Geom} (m)	H _{bomba} (m)	n _{bomba}	Pot. est. (KW)					
45.0	45.2	40%	1.2					
Pérdida de carga filtros		28.0	msnm					
Presión en conexión		17.0	msnm					

2.5.5 FILTROS MIXTOS DE ARENA Y ANTRACITA

El caudal a ser filtrado es de 4 m³/h, por lo que se disponen 2 filtros mixtos en paralelo de 2 m³/h cada uno.

Las dimensiones de estos dispositivos son de 26 cm de diámetro y aproximadamente 1,30 m de altura.

Los lavados de los filtros se realizan una vez por día durante 10 minutos, a un caudal aproximado de 4 m³/h.

La tubería de desagüe del lavado de los filtros se proyecta de PVC 160 mm de diámetro y ésta dirige el agua de lavado hacia la reguera central dispuesta en el recinto.

En la Tabla 26 se presenta la solución de filtros mixtos:

Tabla 26. Filtros mixtos de arena y antracita.

# filtros	Caudal por filtro (m ³ /h)	Caudal aprox. de retrolavado (m ³ /h)	Frecuencia de lavado	Tiempo de retrolavado (min)
2	2.0	4.05	1/día	10

2.5.6 FILTROS PARA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO (TIPO GREENSAND – ARENAS VERDES O MEDIO EQUIVALENTE)

Para el dimensionamiento de los filtros para remoción de hierro y manganeso, en esta etapa de anteproyecto se dimensionó utilizando como medio greensand (comúnmente denominado filtro de arenas verdes).

El caudal a ser filtrado es de 4 m³/h, por lo que se disponen 2 filtros en paralelo de 2 m³/h cada uno.

Las dimensiones de estos dispositivos son de 37 cm de diámetro y aproximadamente 1,6 m de alto, resultando en una tasa de filtración de 5 m/h.

Los lavados de los filtros se realizan una vez por mes durante 10 minutos, a un caudal aproximado de 4 m³/h. La tubería de desagüe del lavado de los filtros verdes se proyecta de PVC 110 mm de diámetro y ésta dirige el agua de lavado hacia la reguera central dispuesta en el recinto.

En la Tabla 27 se presenta la solución de estos filtros para reducción de hierro y manganeso:

Tabla 27. Filtros verdes.

# filtros	Caudal por filtro (m ³ /h)	Caudal aprox. de retrolavado (m ³ /h)	Frecuencia de lavado	Tiempo de retrolavado (min)
2	2	4	1/mes	10