

ELABORACIÓN DE ANTEPROYECTO
DE SISTEMA DE POTABILIZACIÓN
PARA REMOCIÓN DE ARSÉNICO A
TRAVÉS DE ÓSMOSIS INVERSA PARA
EL SISTEMA DE CONCHILLAS -
PUEBLO GIL - PUERTO CONCHILLAS

UR-T1274-P002

MAYO 2023

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	3
2 DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD	4
2.1 UBICACIÓN GENERAL	4
2.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS.....	5
2.2.1 CONCLUSIONES	8
3 DESCRIPCION ACTUAL DEL SISTEMA	9
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	9
3.2 PERFORACIONES EXISTENTES	11
3.2.1 PERFORACIÓN 84.2.006 - OPERATIVA (CONCHILLAS - EX OFICINA OSE)	13
3.2.2 PERFORACIÓN 84.2.002 - OPERATIVA (CONCHILLAS).....	15
3.2.3 PERFORACIÓN 84.2.018 - OPERATIVA (CONCHILLAS).....	16
3.2.4 PERFORACIÓN 84.2.010 - OPERATIVA (CONCHILLAS).....	17
3.2.5 PERFORACIÓN 84.2.026 - OPERATIVA (CONCHILLAS).....	19
3.2.6 PERFORACIÓN 84.2.003 - NO OPERATIVA (CONCHILLAS - LA CURVA).....	20
3.3 TANQUES EXISTENTES	22
3.3.1 TANQUES CONCHILLAS	22
3.3.2 TANQUES PUERTO CONCHILLAS	23
3.4 MUELLE PUERTO CONCHILLAS	24
4 ANÁLISIS DE AGUA.....	26
4.1 RESUMEN DE CAPACIDADES DEL SISTEMA ACTUAL	26
4.1.1 PRODUCCIÓN DE AGUA.....	26
4.2 ANÁLISIS DE DEMANDA FUTURA.....	28
4.3 CONCLUSIONES	28
5 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS.....	29

5.1	ALTERNATIVA 1.....	31
5.2	ALTERNATIVA 2.....	36
5.3	ALTERNATIVA 3.....	36
6	EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA TRATAMIENTO.....	40
6.1	ALTERNATIVA 1.....	40
6.2	ALTERNATIVA 2.....	42
6.3	ALTERNATIVA 3.....	42
7	COMPARACIÓN CUALITATIVA DE ALTERNATIVAS.....	42
8	DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE.....	44
8.1	ALTERNATIVA 1.....	45
9	ANÁLISIS DE COSTOS DE ALTERNATIVAS	46
9.1	ALTERNATIVA 1.....	46
9.2	ALTERNATIVA 2.....	51
9.3	ALTERNATIVA 3.....	51
10	RESUMEN Y CONSIDERACIONES FINALES	54

1 INTRODUCCIÓN

Uruguay es uno de los primeros países en el mundo que incorporó a nivel constitucional el acceso al agua potable y al saneamiento como derechos humanos fundamentales. En lo que respecta a datos de cobertura de agua, un 95,2 % de la población total del país se abastece de agua potable mediante redes de distribución; un 4,2 % se abastece a partir de fuentes de agua mejoradas y un 0,5 % de la población se abastece a partir de pozos surgentes no protegidos, aljibes y/o cachimbas¹.

La prestación del servicio de agua potable por redes en todo el país lo realiza la empresa estatal Administración de Obras Sanitarias del Estado (OSE). Anualmente, se producen más de 350 millones de m³ de agua potable, donde el 90 % del agua utilizada para potabilizar proviene de fuentes superficiales y el 10 % de fuentes subterráneas².

Entre los principales desafíos que afronta el país en materia de agua potable, se encuentra la capacidad de garantizar la calidad del agua potable, y la redundancia de fuentes y asuntos críticos en los sistemas de potabilización y abastecimiento a la población (p.e. contaminantes emergentes).

Con base en las recomendaciones de las Guías de Calidad de Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), y a través de la norma UNIT 833-2010 y un decreto del Poder Ejecutivo, Uruguay en 2011 estableció valores más exigentes para arsénico, un elemento químico potencialmente cancerígeno que se encuentra en el agua en forma natural y no es producto de la contaminación del ser humano. En dicha norma, se bajó el límite máximo de 50 microgramos de arsénico por litro de agua a 20 microgramos (o sea, 0,02 miligramos) por litro, y se concedió 10 años para fijar el límite máximo en 10 microgramos (0,01 miligramos) por litro.

A pesar de ello, hoy en día en Uruguay existen 163 lugares, que a la vez abarcan 287 perforaciones, 50 pequeños centros poblados y unos 136.000 habitantes— donde las concentraciones de arsénico son superiores a los 10 microgramos por litro y en algunos casos incluso por encima de los 20 microgramos por litro.

En 2021 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) realiza la contratación de una consultoría con el objetivo de brindar asistencia técnica a OSE para la implementación de una estrategia de gestión de arsénico en sistemas de potabilización. El estudio realizó una priorización de las intervenciones se identificó de forma preliminar la solución más conveniente para cada localidad.

A raíz de dicho estudio, es que en el marco del llamado UR-T1274-P002, denominado “Elaboración de anteproyectos y pliego para proyecto ejecutivo y obra de sistemas de potabilización para remoción de arsénico a través de osmosis”, se presenta este estudio de situación actual y análisis de alternativas para los sistemas de las localidades Conchillas, Pueblo Gil, y Puerto Conchillas.

Este informe contiene la memoria descriptiva y de cálculo correspondiente al anteproyecto del sistema de potabilización para remoción de arsénico a través de Osmosis Inversa para el sistema de agua potable de los centros poblados de Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas, ubicados en el departamento de Colonia los cuales están interconectados entre sí.

¹ Presidencia de la República, & OPP. (2018). ODS - Informe Nacional Voluntario. Uruguay 2018.

² OSE. (2018b). Reporte de sostenibilidad 2018.

Estos tres centros poblados totalizan en la actualidad una población estimada de 1.158 habitantes, que se abastecen de agua de una serie de perforaciones. Las perforaciones operativas se ubican en las inmediaciones de Pueblo Gil y Conchillas, pero permiten abastecer también a la población de Puerto Conchillas dado que las redes de distribución de los 3 poblados están interconectadas. Existen también otras perforaciones que se encuentran no operativas por sus condiciones de calidad.

En lo que respecta a calidad de agua, el objeto de este proyecto es suministrar agua potable que cumpla la normativa uruguaya de agua potable. Los problemas detectados en este sistema son niveles de Arsénico por encima de normativa en algunas perforaciones y niveles de Manganeseo, Nitratos, Cloruros y Sodio por encima de normativa en otras perforaciones.

Por lo tanto, el anteproyecto diseñado para este sistema contempla la reducción de los niveles de Arsénico como forzante principal, utilizando un sistema de potabilización basado en ósmosis inversa. Asimismo, se realiza la comparación cualitativa de un sistema de adsorción para el tratamiento de agua de algunas perforaciones, y también se estudió el tratamiento mediante UPA con agua superficial como fuente de agua bruta.

2 DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD

En este capítulo se describen las principales características de los centros poblados Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas, cuyo sistema de abastecimiento está bajo estudio. Dentro de las características principales a describir se encuentran la ubicación general, composición de su trama urbana, y principales características demográficas.

2.1 UBICACIÓN GENERAL

Las localidades de Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas se encuentran ubicadas en la zona oeste del departamento de Colonia, junto al arroyo Conchillas.

Los poblados de Conchillas y Pueblo Gil distan entre sí unos 800m ubicándose Conchillas a unos 7 km al sur de la Ruta Nacional N.º 21 y a igual distancia del río de la Plata. Por su parte, Puerto Conchillas se ubica al sur de Conchillas sobre la costa del Río de la Plata. Las tres localidades se conectan mediante camino departamental.

El sistema de localidades se ubica a 50 km de la capital departamental, Colonia del Sacramento y a 40 km de la ciudad de Carmelo. A continuación, se presenta la ubicación general descrita.

Se observa en las cercanías el centro poblado “Radial Conchillas” el cual no formará parte del estudio aquí presentado, siendo que el mismo cuenta con un sistema de ósmosis propio para su red y la misma se opera de forma independiente a la de las demás localidades.



Figura 1. Localidades Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas

Describiendo las localidades de norte a sur, Pueblo Gil cuenta con un total de 16 manzanas cuya superficie urbana completan un área de 350mx420m. Conchillas, localidad de mayor superficie de las tres, comprende una superficie de unas 30 ha aproximadamente y, por último, Puerto Conchillas está conformada por un total de 14 manzanas, pero no todas cuentan actualmente con viviendas construidas.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

A continuación, se recogen los datos de población históricos para las localidades de acuerdo con la información publicada por INE (Instituto Nacional de Estadística). Se aclara que previo al censo de 2011, la localidad de Pueblo Gil formaba parte de la sección censal de Conchillas, desde 2011 cada localidad conforma una sección censal independiente, por lo que los datos correspondientes a Conchillas previos a 2011, incluyen la población de Pueblo Gil.

Tabla 1. Población Pueblo Gil - Conchillas - Puerto Conchillas – INE.

Año	1963	1975	1985	1996	2004	2011
Conchillas	826	755	727	784	756	401
Pueblo Gil						309
Puerto Conchillas	SD	SD	SD	SD	58	60
Población bajo estudio	826	755	727	784	814	770
Radial Conchillas	62	100	108	136	288	294

La población bajo estudio, tomando los datos de último censo (2011) se distribuye aproximadamente un 52% en Conchillas, un 40% en Pueblo Gil y un 8% en Puerto Conchillas.

En ese sentido, se presentan a continuación los gráficos de evolución temporal de población para cada una de las poblaciones en estudio (Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas) y finalmente se presenta el gráfico con el total de la población bajo estudio y su evolución desde 1963.

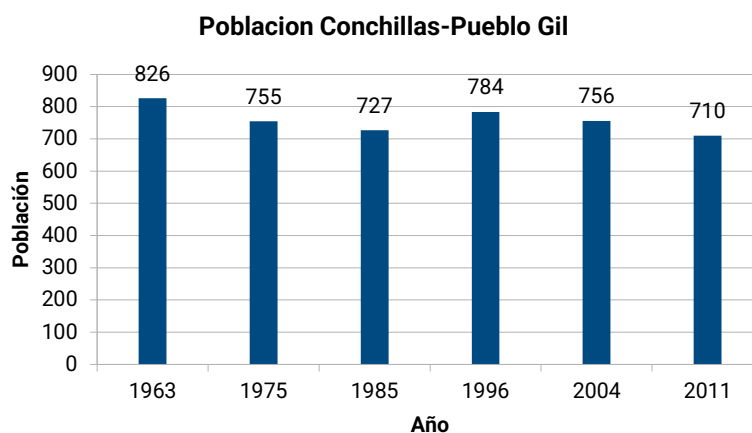


Figura 2. Población Conchillas-Pueblo Gil - INE

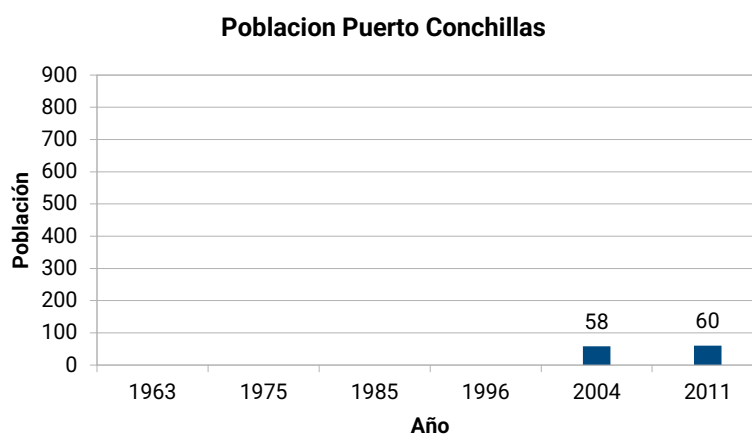


Figura 3. Población Puerto Conchillas - INE

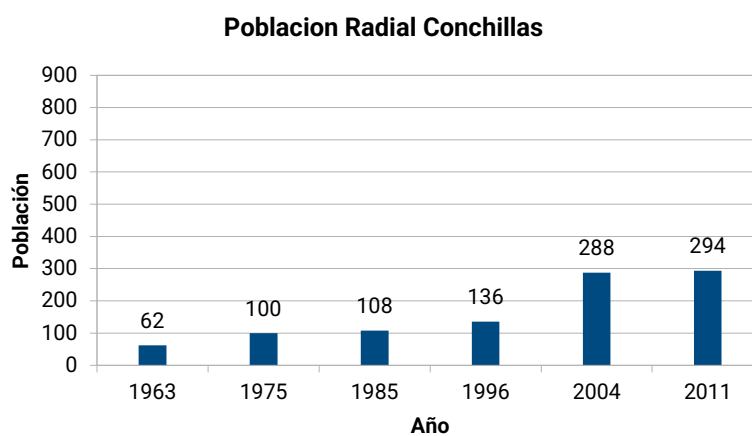


Figura 4. Población Radial Conchillas - INE

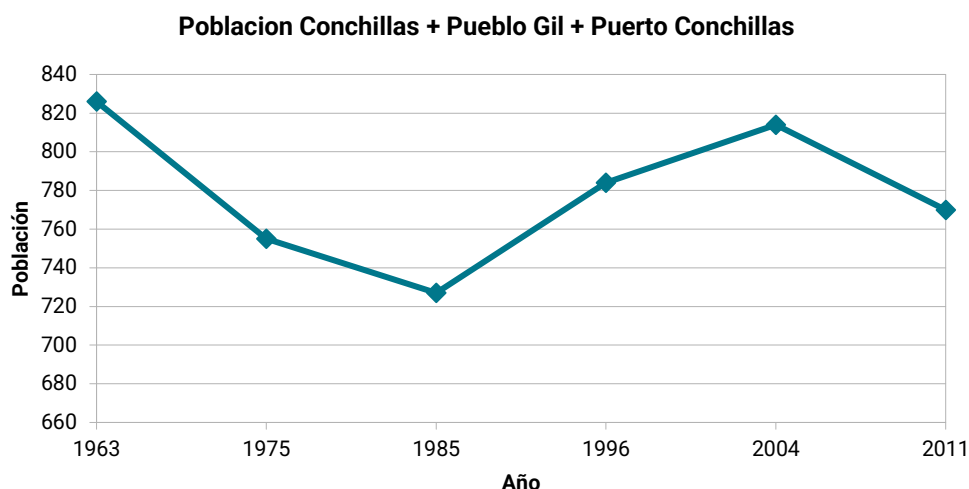


Figura 5. Población Conchillas-Pueblo Gil-Puerto Conchillas – INE.

Como se desprende, la evolución de población ha tenido descensos del orden de -6% entre década del 80 y década del 60, mientras que tuvo un ascenso del mismo orden en las 2 décadas siguientes. Luego, en la primera década del siglo XXI, se registró nuevamente un descenso superior al -5%, coincidiendo el año censal con el comienzo de la construcción de la Planta de Celulosa ubicada en Punta Pereira, por lo que no se disponen de datos oficiales de INE posterior a esa fecha.

Por otro lado, a continuación, se recoge la información disponible y reportadas por OSE en cuanto a las unidades habitacionales y las conexiones de los últimos años.

Tabla 2. Conexiones de agua y Unidades habitacionales, Campana – OSE.

	Conex. agua	Unid. Hab.
Enero 2020	-	-
Enero 2021	-	-
Enero 2022	579*	588*

*Corresponde a conexiones actuales del sistema de Conchillas-Pueblo Gil-Puerto Conchillas.

2.2.1 CONCLUSIONES

Del análisis demográfico realizado se han determinado las siguientes hipótesis para la estimación de consumos actuales y futuros:

- Para el sistema Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas se ha estimado una población actual de 1.158 habitantes. Este valor, considera 2 personas por cada conexión de agua y es a su vez coherente con el valor de consumo de agua brindado por OSE para el año 2022 si se considera una dotación de 200 l/hab.día.

- La misma hipótesis se ha tomado par el sistema de Radial Conchillas donde la población actual se estima en 250 habitantes (125 conexiones informadas por OSE).
- Para el análisis futuro, en ambos sistemas se ha asumido un aumento de población del 20%. Quedando entonces una población de 1390 habitantes para el sistema Conchillas-Pueblo Gil-Puerto Conchillas y de 300 para Radial Conchillas.

3 DESCRIPCION ACTUAL DEL SISTEMA

A continuación, se describe el sistema de abastecimiento actual de agua potable del subsistema Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas, centrando el foco en los principales elementos y componentes. También se hace una breve descripción del subsistema Radial Conchillas, aunque no se profundizará en el mismo en este reporte dado que no es objeto de estudio por contar ya con su tratamiento por ósmosis inversa, sumado a que OSE ya dispone de evaluaciones de capacidad de abastecimiento independiente para esta localidad.

Asimismo, se presentan algunas imágenes de dichos elementos en función de la recorrida y visita de las instalaciones existentes llevada a cabo el día 09 de noviembre de 2022 en conjunto con personal de OSE Colonia.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de abastecimiento y distribución de agua actualmente consiste en 2 subsistemas que operan de manera independiente, pero que a la vez están conectados manteniendo la independencia mediante válvula de corte en la tubería de interconexión. Estos subsistemas son: (1) Radial Conchillas y (2) Pueblo Gil, Conchillas y Puerto Conchillas. El presente proyecto se centra en dar solución al subsistema 2, siendo que Radial Conchillas ya cuenta con un sistema de remoción de arsénico mediante ósmosis inversa. De todas maneras, se describe en este apartado el funcionamiento del sistema Radial Conchillas.

Todo el sistema está conectado al sistema interno de manejo de información de OSE, visualizando estado de funcionamiento, indicando y registrando también eventos de corte de energía con sus registros y respuesta, según fuera comentado por funcionarios de OSE.

Subsistema Radial Conchillas:

El subsistema de producción y conducción Radial Conchillas actualmente consiste en 2 perforaciones: Perf. 84.2.012 ubicada sobre Ruta 21, y Perf. 84.2.004, ubicada por Camino Santa Rosa hacia el norte de Ruta 21.

En la Perf. 84.2.012 actualmente está instalado un sistema de ósmosis inversa, erogando un caudal permeado de aproximadamente 1200 l/h, que se complementa con unos 500 l/h de la Perf. 84.2.004. El caudal actual de la ósmosis inversa ya está en plan de incremento mediante un mantenimiento de las membranas del sistema en sí mismo, sumado a un ajuste en las bombas. Es intención de OSE, con este plan de ajuste, lograr capacidad de permeado de 2500 l/h para abastecimiento de la localidad.

Con el sistema de ósmosis inversa, se logran calidades de As por debajo de norma, teniendo registros del año 2019 todos inferiores a 0.005 mg/l en el agua elevada.

Por último, sobre el Camino Santa Rosa se ubica una batería de tanques de almacenamiento.

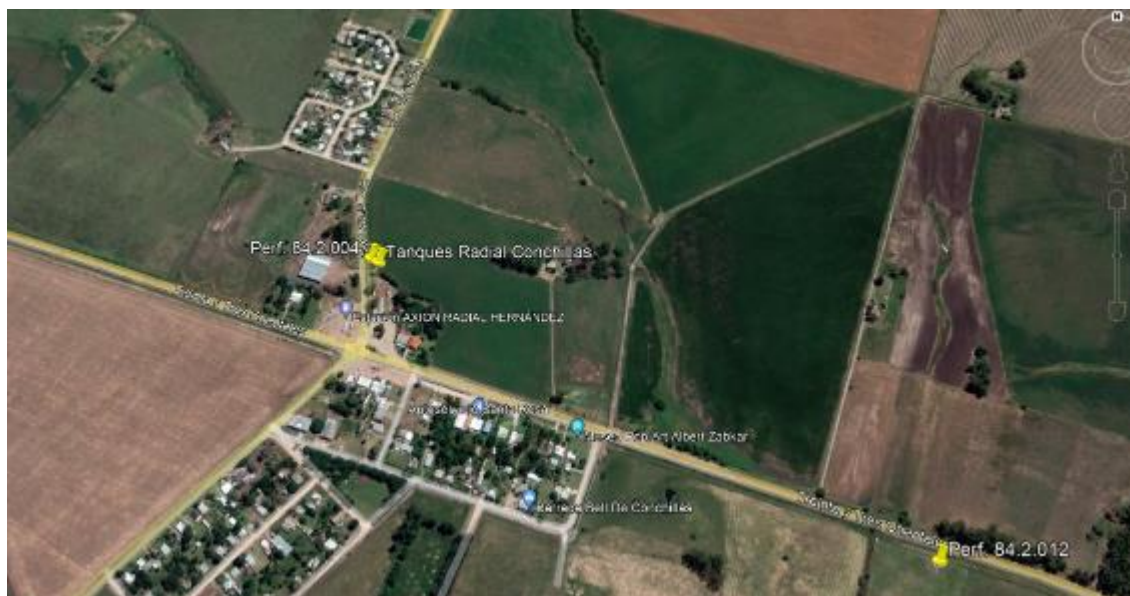


Figura 6. Subsistema Radial Conchillas

Vale la pena mencionar, que este Subsistema Radial Conchillas, no es visualizado por OSE como un riesgo de abastecimiento en un futuro de mediano plazo.

De la información disponible se tiene que el mes de máximo consumo en el año 2022 ha sido mayo con un total de 1040 m³/mes. Considerando un aumento de la demanda de agua del 20% para la situación futura del subsistema Radial Conchillas, producto de un aumento poblacional, se tiene entonces un volumen de demanda mensual de 1248 m³/mes. En términos diarios y utilizando un factor de caudal pico diario de 1.15 se tiene que el caudal máximo diario del mes de máximo consumo para la situación futura es de 47 m³/d.

En términos horarios, asumiendo una operación de la planta y un tiempo de extracción de la perforación 84.2.004 de 16 horas se tiene que el caudal horario requerido por el sistema es de 3.0 m³/h. Siendo que la perforación 84.2.004, cuyo caudal es de 0.5 m³/h, no es tratado en el sistema de ósmosis, la producción de agua potable de este sistema deberá ser entonces de 2.5m³/h.

En síntesis, con los planes de OSE de incremento de capacidad de la ósmosis inversa actual a 2500 l/h de permeado, la producción prevista de agua del sistema Radial Conchillas satisface la demanda futura.

Subsistema Conchillas – Pueblo Gil - Puerto Conchillas:

El subsistema de producción y conducción de Conchillas - Pueblo Gil – Puerto Conchillas actualmente consiste en 5 perforaciones: 84.2.006 (Ex Oficina de OSE), 84.2.002, 84.2.018, 84.2.010, 84.2.026. Todas

estas perforaciones están ubicadas entre Pueblo Gil y Conchillas, habiendo sacado de operación las perforaciones ubicadas en Puerto Inglés (perforación 84.3.004), principalmente por valores elevados y fuera de norma de Mn.

Con estas 5 perforaciones se abastece el sistema de Pueblo Gil, Conchillas, y Puerto Conchillas, interconectados por tubería de DN110mm.

Las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 84.2.010, y 84.2.026 están conectadas directamente a la red de distribución, previa cloración en cada perforación. Por su parte, la perforación 84.2.006 se envía directamente a los tanques de abastecimiento principalmente por alto contenido de nitratos. Es importante mencionar que esta tubería de conducción desde la perforación 84.2.006 a los tanques fue ejecutada recientemente y no tiene conexiones directas de la misma.

Los tanques de almacenamiento son tanques de cola, y consisten en 4 tanques de 10m³ cada uno y 4 tanques de 12m³ cada uno, funcionando todos al mismo nivel como una unidad de 88m³ de capacidad total.

En el recorrido entre Conchillas y Puerto Conchillas se interpuso una válvula reguladora de presión dado que el desnivel geométrico es del orden de los 65m.

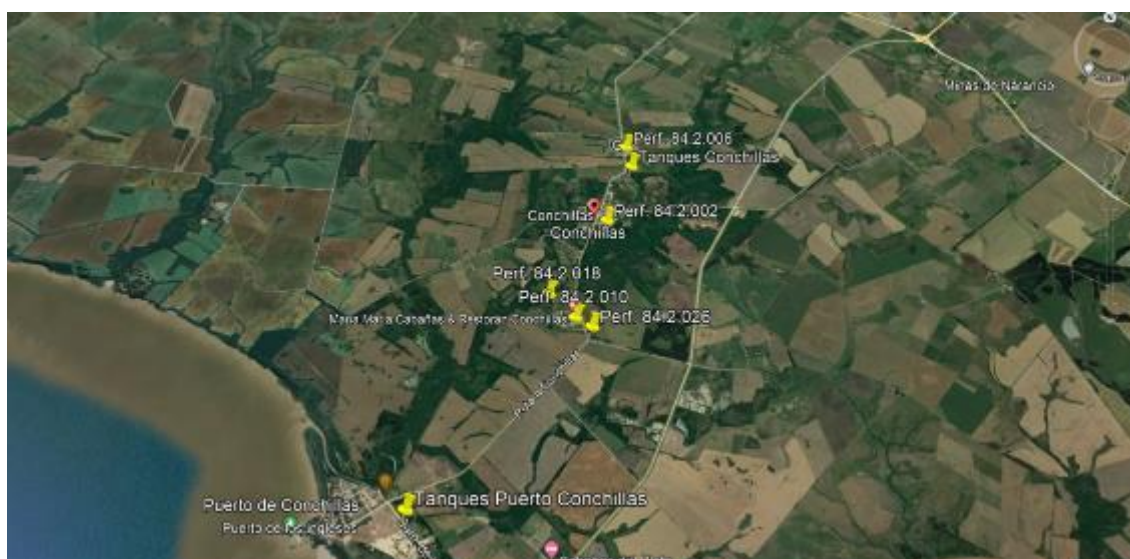


Figura 7. Subsistema Conchillas - Pueblo Gil - Puerto Conchillas

3.2 PERFORACIONES EXISTENTES

Como mencionado, en el Subsistema Conchillas – Pueblo Gil – Puerto Conchillas, existen 5 perforaciones operativas que abastecen el sistema actual. Asimismo, es importante resaltar que se cuenta con una gran cantidad de perforaciones que actualmente están fuera de operación principalmente debido a la calidad de las mismas.

En el marco de este reporte, se recibieron de OSE distintos documentos con información relevante de cada una de ellas con caudales medios, horas de funcionamiento, calidad de agua, etc. Las fuentes de información consideradas se pueden resumir en:

1. Ficha BID-OSE Conchillas. Documento Word. Información con caudales, concentraciones de As, NO₃, y Observaciones de cada perforación.
2. Ficha BID-OSE Conchillas. Documento Word. Información con caudales medios, consumos máximos mensuales, horas de bombeo, y calidad de agua de algunas perforaciones.
3. Conchillas Resultados LC. Documento Excel. Información con resultados de ensayos de laboratorio de algunas perforaciones actualmente operativas.
4. Conchillas Volúmenes Perforaciones Operativas. Documento Excel. Información con m³ mensuales aportados por cada perforación en el último período Nov21-Oct22.
5. Conchillas Caudal Perforaciones Operativas. Documento Excel. Información con caudales de cada perforación operativa.
6. Visita técnica con Jefatura Técnica OSE 09/11/22. Ajustes a situación existente.

A continuación, se presenta un resumen de la información básica de cada una de las perforaciones y su fuente, en función del listado previo.

Tabla 3. Perforaciones existentes operativas – Conchillas - Pueblo Gil - Puerto Conchillas.

ID Perforación	Status	Capacidad disponible	Caudal promedio mensual	Caudal máximo mensual	As máx	Na máx	Fe	Mn	NO ₃ máx
		m ³ /h	m ³ /mes	m ³ /mes	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
84.2.002	OPERATIVA	2.00	1,425	1,694	0.009	81	menor 0.06	0.05	
84.2.006	OPERATIVA	8.00	2,004	4,162	0.012	96	menor 0.06	menor 0.03	71
84.2.010	OPERATIVA	4.00	2,599	2,870	0.014	68	menor 0.06	menor 0.03	
84.2.018	OPERATIVA	2.50	1,193	1,485	0.005	47	menor 0.06	menor 0.03	
84.2.026	OPERATIVA	1.20	676	870	0.009	77	menor 0.06	menor 0.03	
Fuente		6	4	4	3	3	3	3	1, 2 y 3

Como se puede apreciar, en cuanto a la calidad, algunas perforaciones operativas presentan valores máximos por encima del máximo normativo principalmente en cuanto a presencia de Arsénico, y en el caso de la perforación 84.2.006, valores de nitratos por encima de norma.

Asimismo, en la Tabla 4, se presentan los datos disponibles de las perforaciones existentes no operativas, donde en Observaciones se indican algunos de los aspectos que posiblemente llevaron a OSE a dejarlas fuera de operación. En particular, para las perforaciones 84.2.025 y 84.3.008 el motivo puede haber sido su bajo caudal.

Tabla 4. Perforaciones existentes no operativas - Conchillas - Pueblo Gil - Puerto Conchillas (Tabla extraída de Fuente 1)

	Fuente de agua	Q (m ³ /h)	As				NO ₃				Observaciones
			mín	máx	prom	cantidad de análisis	mín	máx	prom	cantidad de análisis	
Perforaciones no operativas Zona Conchillas	84.2.025	0,5	16	16	16	1	30	30	30	1	
	84.2.018	2,0	5	5	5	1	11	11	11	1	olor a hidrocarburo en el análisis FQ, se realizará remuestreo
	84.2.021	2,0	9	9	9	1	13	13	13	1	se encuentra alejada de la red (3 Km)
	84.2.024	>10	10	12	11	5	<2	<2	<2	5	Mn>3
	84.2.016	falta Q	4	4	4	1	11	11	11	1	F=1,8 Na=289 Cl=374
Perforaciones no operativas zona Puerto	84.3.007	3,8	4	8	6	4	17	17	17	1	Fe entre 0,24 y 0,95 Mn>0,4
	84.3.004	4,0	5	6	6	2	2	16	9	2	Fe entre 0,3 y 0,6 Mn>1
	84.3.008	0,5	19	19	19	1	48	48	48	1	

Adicionalmente, se cuenta con la perforación 84.2.003 no operativa que, según la información disponible suministrada por OSE, tiene un caudal de 4.5 m³/h y una concentración máxima de As de 0.039 mg/L.

Por otro lado, y en oportunidad de recorrida por las instalaciones el día 09 de noviembre de 2022, se presenta a continuación un breve resumen de lo visualizado en cada predio de los elementos relevantes, así como una breve descripción de los padrones de estudio.

3.2.1 PERFORACIÓN 84.2.006 - OPERATIVA (CONCHILLAS - EX OFICINA OSE)

Este predio tiene un área de aproximada de 20m x 25m, y se ubica sobre Camino de Acceso Luis Gil inmediatamente al sur de la trama urbana de Pueblo Gil. Dado que antiguamente eran las oficinas de OSE del lugar, cuenta con una habitación cerrada con baño incluido y su correspondiente pozo negro.



Figura 8. Ubicación perforación 84.2.006

Esta perforación se encuentra operativa actualmente y debido a su elevado contenido de Nitratos, se construyó una línea directa a los tanques de almacenamiento ubicados a unos 400m de distancia de manera de mezclarla con el agua proveniente de otras perforaciones. Es una perforación con un muy buen caudal, y que muchas veces debe controlarse de manera de poder “mezclar” con el resto del agua del sistema.

Además de tener la interconexión directa a tanque, también está interconectada con la red de distribución, pero actualmente cerrada de manera de derivar todo el caudal producido hacia los tanques, según fuera comentado por los funcionarios.

El terreno está ubicado en una zona muy alta del pueblo, la alimentación eléctrica es 380V trifásica, y tiene señal de celular.

El predio se encuentra a unos 1500m del predio de Planta de Tratamiento de Líquidos Barométricos de la zona, en operación desde hace unos 4 años, y a unos 2500m en línea recta del curso de agua más próximo.

Según la información de los operadores de OSE presentes, esta perforación tiene un caudal de erogación del orden de 8000 l/h y lo van regulando en función de los consumos y calidades monitoreadas.

El predio tiene cerco olímpico solo en el frente, y cercado de campo en los laterales y el fondo. En el interior se dispone de: casetas de la perforación, y de la cloración, además de la construcción Ex Oficinas de OSE.



Figura 9. Perforación 84.2.006 - Predio de ex oficina de OSE

3.2.2 PERFORACIÓN 84.2.002 - OPERATIVA (CONCHILLAS)

Este predio tiene un área de aproximada de 25m x 15m, y se ubica sobre calle Los Inmigrantes al sureste de la trama urbana de Conchillas.



Figura 10. Ubicación perforación 84.2.002

Esta perforación se encuentra operativa actualmente, erogando un caudal de unos 2000 l/h, y está conectada luego de su cloración, directamente a la red de distribución del sistema.

El terreno está ubicado en la zona muy baja del pueblo Conchillas hacia el sureste, la alimentación eléctrica es 220V, y tiene señal de celular.

El predio tiene cerco de campo en todo su perímetro. En el interior se dispone de: casetas de la perforación, y de la cloración.



Figura 11. Perforación 84.2.002

3.2.3 PERFORACIÓN 84.2.018 - OPERATIVA (CONCHILLAS)

Este predio tiene un área de aproximada de 5m x 5m, y se ubica a unos 400m al este de Ruta a Conchillas.



Figura 12. Ubicación perforación 84.2.018

Esta perforación se encuentra operativa actualmente, erogando un caudal de unos 2000 l/h, y está conectada luego de su cloración, directamente a la red de distribución del sistema.

El terreno está ubicado en la zona muy baja del sistema, la alimentación eléctrica es 220V, y tiene señal de celular.

El predio tiene cerco olímpico en todo su perímetro. En el interior se dispone de: casetas de la perforación, y de la cloración.



Figura 13. Perforación 84.2.018

3.2.4 PERFORACIÓN 84.2.010 - OPERATIVA (CONCHILLAS)

Este predio tiene un área de aproximada de 5m x 5m, y se ubica en el Complejo de Cabañas “María María”, a unos 180m al este de Ruta a Conchillas.

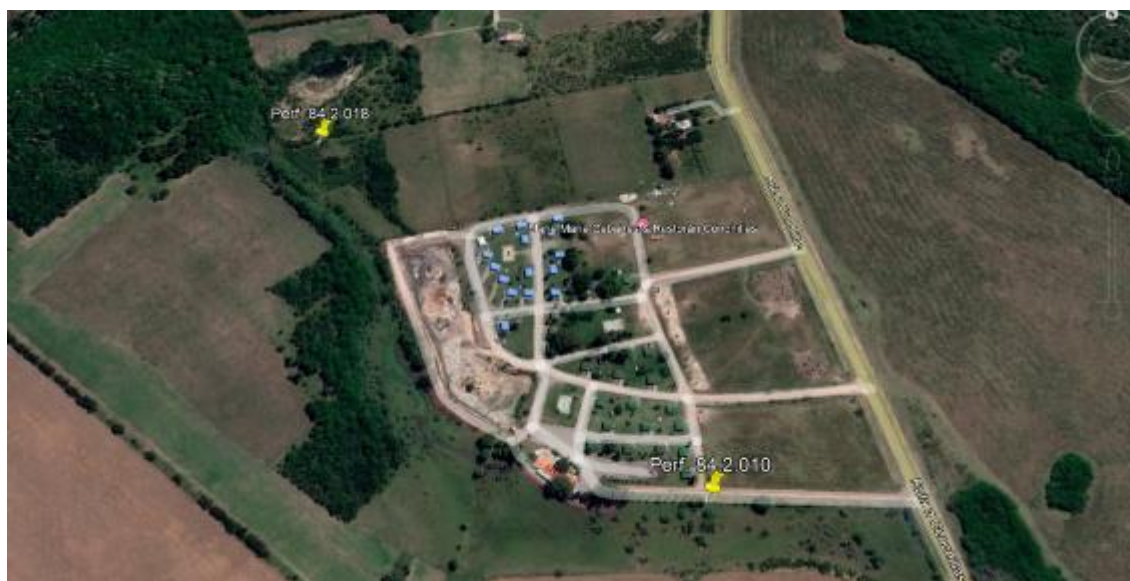


Figura 14. Ubicación perforación 84.2.010

Esta perforación se encuentra operativa actualmente, erogando un caudal de unos 4000 l/h, y está conectada luego de su cloración, directamente a la red de distribución del sistema. Cabe destacar que esta perforación años atrás erogaba un caudal sensiblemente mayor, y con el paso de los años ha ido en disminución.

El terreno está ubicado en la zona muy baja del sistema, la alimentación eléctrica es 220V, y tiene señal de celular.

El predio tiene cerco olímpico en todo su perímetro. En el interior se dispone de: casetas de la perforación, y de la cloración.



Figura 15. Perforación 84.2.010

3.2.5 PERFORACIÓN 84.2.026 - OPERATIVA (CONCHILLAS)

Esta perforación está ubicada sobre la faja pública en la intersección de Camino a Cantera Conchillas y Ruta a Conchillas.

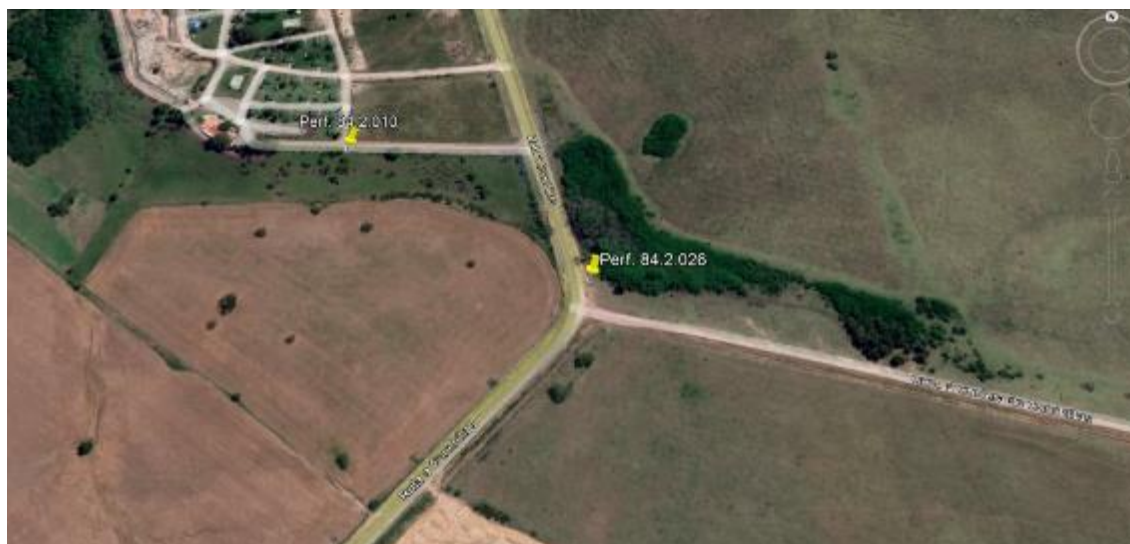


Figura 16. Ubicación perforación 84.2.026

Esta perforación se encuentra operativa actualmente, erogando un caudal de unos 1200 l/h, y está conectada luego de su cloración, directamente a la red de distribución del sistema. Al igual que la perforación 84.2.010, esta perforación años atrás erogaba un caudal sensiblemente mayor, y con el paso de los años ha ido en disminución. Ambas están a unos 250m de distancia. La alimentación eléctrica es trifásica, 380V, y tiene señal de celular.

El predio no tiene ningún tipo de cerco. En el interior se dispone de: casetas de la perforación, y de la cloración.



Figura 17. Perforación 84.2.026

3.2.6 PERFORACIÓN 84.2.003 - NO OPERATIVA (CONCHILLAS - LA CURVA)

El predio donde se encuentra esta perforación tiene un área aproximada de 120m² (10m x 12m) y se ubica sobre Camino de Acceso Luis Gil hacia Pueblo Gil.

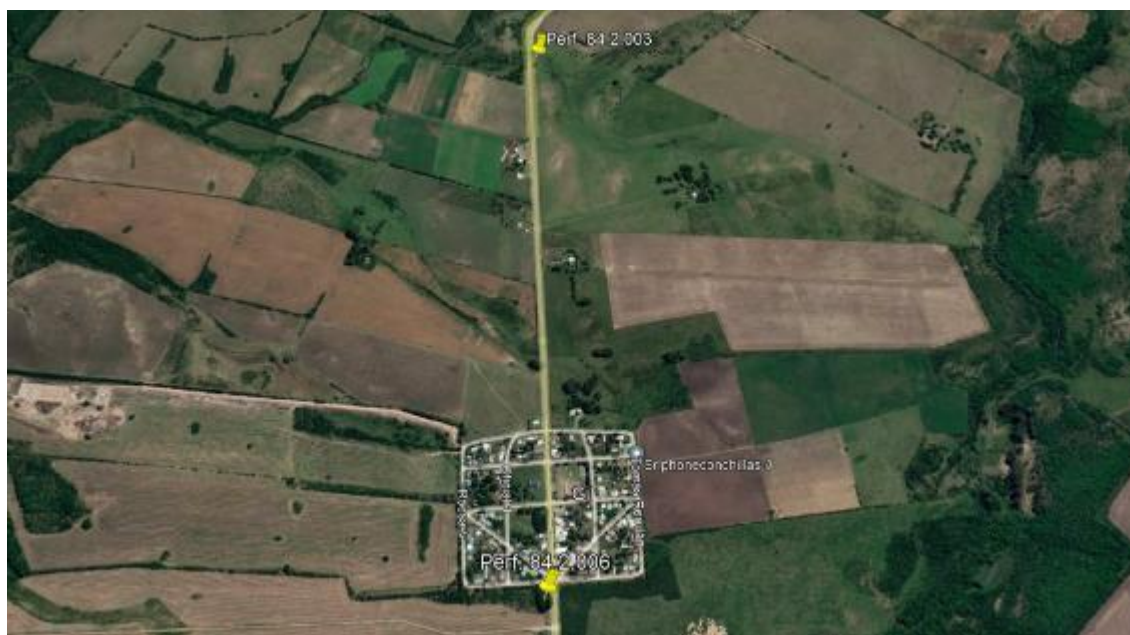


Figura 18. Ubicación de perforación 84.2.003 "La Curva"

Esta perforación se encuentra fuera de operación en la actualidad debido al elevado valor de As, y desde hace ya unos 4 años. En el predio se cuenta con la perforación, el sistema para cloración, y todo el brocal de salida de esta está sobreelevado unos 1.5m sobre el nivel de terreno dado que se encuentra en una zona inundable. La alimentación eléctrica es 220V trifásica, y tiene señal de celular.

Inmediatamente al norte de la perforación corre un curso de agua intermitente que cruza el Camino de Acceso como se visualiza en las imágenes.

Esta perforación está conectada (aunque hoy fuera de operación), al sistema de distribución de Conchillas mediante tubería de DN110mm.

Según la información de los operadores de OSE presentes, esta perforación tenía un caudal de erogación del orden de 4500 l/h cuando estaba en operación.

No se disponen al momento los valores de contenido de As de la perforación, siendo interés de OSE disponer de una batería de ensayos de la misma de manera de tenerla caracterizada para su posterior incorporación al sistema.

El predio tiene cerco olímpico solo para las casetas de la perforación, y cloración.

A continuación, algunas imágenes del predio tomadas durante la visita.



Figura 19 y Figura 20. Perforación 84.2.003 - Instalaciones existentes y predio

3.3 TANQUES EXISTENTES

3.3.1 TANQUES CONCHILLAS

Los tanques de la localidad de Conchillas se ubican en el predio correspondiente al padrón 31 de la localidad catastral de Conchillas, y tiene un área aproximada de 45m x 25m. El mismo se ubica sobre la calle Laguna Azul de Pueblo Gil - Conchillas.

El predio está en la zona más elevada de la zona, cuenta con grandes dimensiones, y con una batería de 4 tanques de 10m³ cada uno, y una batería de 4 tanques de 12m³ cada uno. La alimentación eléctrica es 220V, y tiene señal de celular.

Los tanques funcionan de cola de la red de distribución del sistema Conchillas – Puerto Conchillas, y además reciben como línea independiente la perforación 84.2.006 que se mezcla en los mismos. Todos los tanques funcionan interconectados.

El predio se encuentra a unos 500m en línea recta de las antiguas canteras de piedra tanque de antaño como de las canteras de piedra utilizadas para el muelle construido por Montes del Plata en su planta industrial de Punta Pereira.

El predio tiene cercado de campo en todo su perímetro.



23

A los tanques está previsto que se le realice una entrada por arriba, de manera que sean controlados por nivel. Todos los tanques funcionan interconectados. El predio tiene cercado de campo en todo su perímetro.



Figura 23. Ubicación tanques Puerto Conchillas



Figura 24. Tanques Puerto Conchillas

3.4 MUELLE PUERTO CONCHILLAS

Por último, se incluye en este apartado un relevamiento fotográfico del sector ubicado a la entrada al muelle de Puerto Inglés, sus playas, y la infraestructura existente, así como sus características. La intención de esta inclusión está determinada por la potencial evaluación como alternativa de la implantación de un

sistema de potabilización de agua del Río de la Plata, y posterior levante a la red de distribución de todo el sistema.

En las imágenes que siguen puede visualizarse la ubicación de posible toma de agua bruta del río, así como la disponibilidad de espacios públicos para posible implantación de unidades potabilizadoras de agua autónomas. Asimismo, puede visualizarse la playa de Puerto Conchillas que es muy concurrida en los meses estivales por pobladores de la zona y alrededores, coincidente con los mayores consumos de agua de la zona.

En esta zona, también existen perforaciones, principalmente la 84.3.004, pero que fue dejada como no operativa por elevado contenido de Mn, superior a la norma de agua potable vigente.



Figura 25. Muelle Puerto Conchillas

4 ANÁLISIS DE AGUA

En este apartado se analizan las cantidades y calidades de agua de la localidad en estudio, con foco en resumir las capacidades actuales y futuras de oferta de agua bruta y demanda de agua potable.

4.1 RESUMEN DE CAPACIDADES DEL SISTEMA ACTUAL

4.1.1 PRODUCCIÓN DE AGUA

A partir de la información recibida que se muestra en la siguiente tabla y gráfico, se dispone de los consumos mensuales (últimos 12 meses) de agua del sistema Conchillas - Pueblo Gil - Puerto Conchillas. En base a los caudales informados se ha estimado las horas de funcionamiento de las perforaciones operativas y el volumen aportado por cada una de ellas al sistema global.

Tabla 5. Volúmenes aportados por cada Perforación

#	Perforación	Caudal (m3/mes)	84.2.002 Caudal (m3/mes)	84.2.006 Caudal (m3/mes)	84.2.010 Caudal (m3/mes)	84.2.018 Caudal (m3/mes)	84.2.026 Caudal (m3/mes)
1	Nov-21	7.724	1.368	1.555	2.862	1.138	801
2	Dic-21	8.835	1.322	2.700	2.870	1.308	635
3	Ene-22	10.406	1.694	4.162	2.633	1.047	870
4	Feb-22	8.215	1.401	2.733	2.403	1.028	650
5	Mar-22	8.230	1.457	2.035	2.806	1.144	788
6	Abr-22	7.042	1.371	1.189	2.573	1.197	712
7	May-22	7.456	1.477	1.101	2.619	1.485	774
8	Jun-22	6.817	1.290	1.236	2.449	1.323	519
9	Jul-22	7.123	1.309	1.669	2.736	1.224	185
10	Ago-22	7.331	1.527	1.296	2.424	1.380	704
11	set-22	6.931	1.410	1.747	2.028	996	750
12	Oct-22	8.653	1.475	2.621	2.786	1.050	721
	promedio	7.897	1.425	2.004	2.599	1.193	676
	máximo	10.406	1.694	4.162	2.870	1.485	870
	mínimo	6.817	1.290	1.101	2.028	996	185
	% aporte en base a promedios		18%	25%	33%	15%	9%

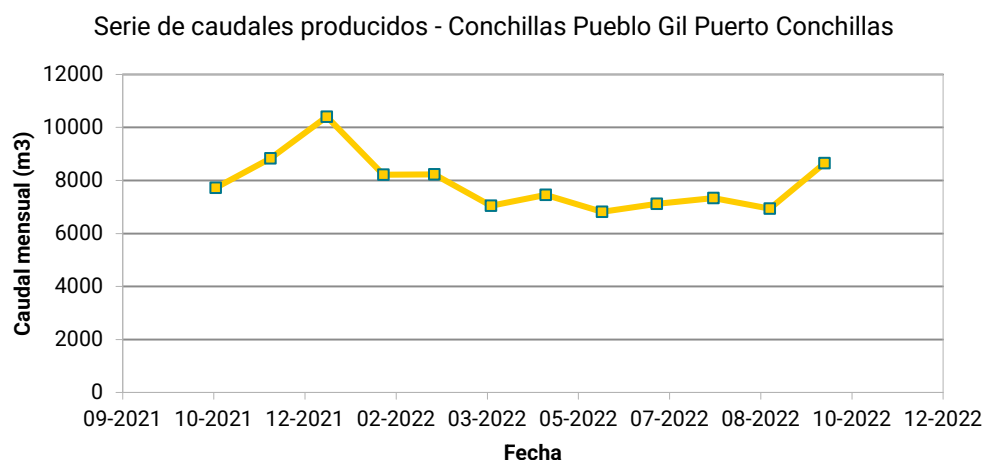


Figura 26. Serie de caudales producidos noviembre 2021 - octubre 2022

A partir de los mismos, y analizando dicho período temporal, se visualiza que el consumo máximo mensual corresponde al mes de enero 2022 y asciende a 10.460 m³/mes.

Profundizando en el análisis de ese mes máximo puntual del período, y atendiendo a las fuentes de abastecimiento, se tienen los siguientes aportes porcentuales de cada perforación.

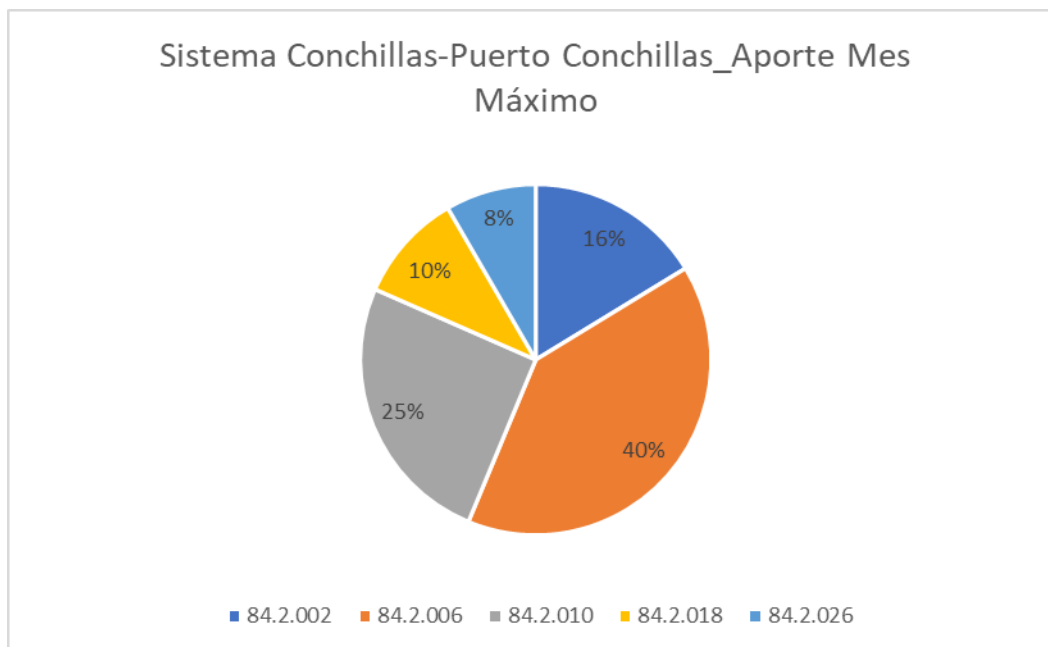


Figura 27. Aportes porcentuales de cada perforación en mes de máxima producción Ene22

4.2 ANÁLISIS DE DEMANDA FUTURA

Para analizar la demanda futura, se mayoró el consumo máximo mensual de la localidad por un factor de 1,15 para llevar al día de máximo consumo diario, y por un coeficiente de 1,2 para considerar un escenario futuro de crecimiento. La siguiente Tabla 6 presenta los caudales de demanda futura para el sistema, considerando un mes promedio de 30 días.

Tabla 6. Caudal máximo mensual actual y demanda futura para sistema Conchillas

	Sistema Conchillas
Caudal máximo mensual actual (m³/mes)	10.406
Caudal máximo diario proyectado (m³/d)	479

Si se considera la capacidad actual del sistema, con las perforaciones 84.2.002 + 84.2.018 + 84.2.026 que no presentan problemas de arsénico (valor máx. As = 0,009 mg/L), con un régimen de producción de 20 horas diarias considerando en algunos casos reducir la exigencia actual y en otros casos aumentarla, con un caudal de 5,7 m³/h, se obtiene un caudal diario de 114 m³/d.

Por tanto, para cumplir con la demanda futura del sistema de 479 m³/d se necesitan 365 m³/d de otras fuentes de calidad aceptable.

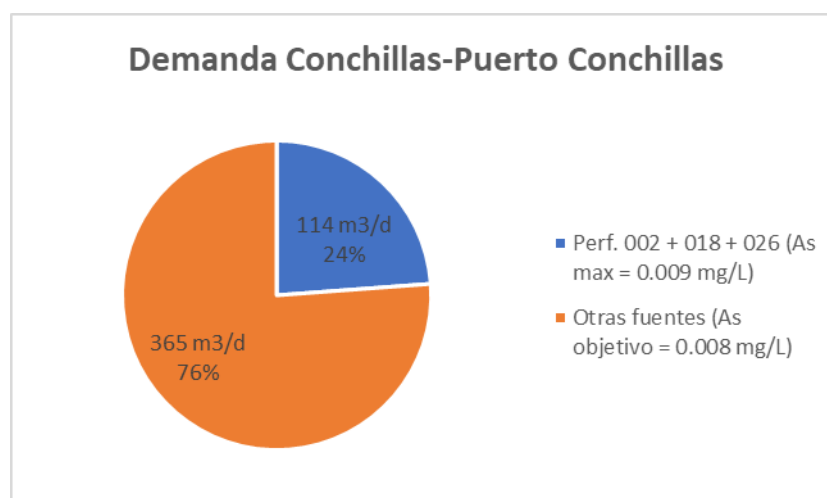


Figura 28. Demanda sistema Conchillas.

4.3 CONCLUSIONES

Considerando la demanda futura proyectada, y aquellas perforaciones que cumplen actualmente en calidad de agua abastecida (84.2.002 – 84.2.018 – 84.2.026 – $As_{máx} = 0.009$ mg/l), es necesario complementar la producción con otras fuentes de agua con objetivo de calidad de $As_{máx} = 0.008$ mg/l.

Con las otras 2 perforaciones actualmente operativas pero que no cumplen con parámetros de calidad de agua potable ($84.2.006 - 84.2.010 - As_{\max} = 0.014 \text{ mg/l}$) y considerando una producción horaria de $12.0 \text{ m}^3/\text{h}$ y 20 hs de bombeo, tampoco se llega a cubrir la demanda requerida.

En ese sentido, resulta necesario buscar otras perforaciones como posibles fuentes de agua bruta, sumado a mejorar la calidad de agua de las 2 perforaciones mencionadas 84.2.006 y 84.2.010.

5 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presenta, específicamente, la alternativa para cumplir con la demanda del sistema Conchillas utilizando la ósmosis inversa como tratamiento.

Asimismo, se presenta de manera resumida el análisis del estudio de viabilidad de utilizar un tratamiento de agua mediante filtros de adsorción en aquellas perforaciones con concentraciones de arsénico elevadas. Como se menciona más adelante en este apartado, finalmente, esta alternativa se desestima debido a la presencia de nitratos en la perforación 84.2.006 (perforación con mayor aporte de caudal - $8 \text{ m}^3/\text{h}$) en concentraciones por encima de lo admisible por normativa y por consecuencia la imposibilidad de satisfacer los volúmenes de agua requeridos.

Siempre que sea posible, en las alternativas analizadas se plantea utilizar las perforaciones actualmente operativas. En ese sentido las perforaciones operativas 84.2.002, 84.2.018, 84.2.026, que cumplen la normativa en el parámetro Arsénico, se propone sean directamente conectadas a la red existente, mientras que las perforaciones operativas 84.2.006 y 84.2.010, la propuesta es que sean tratadas previo a su conexión a la red.

Las alternativas propuestas se construyeron tomando como caudal base el brindado por estas perforaciones, y adicionando perforaciones existentes que hoy se encuentran fuera de operación de manera de satisfacer en su conjunto el caudal requerido.

Los criterios considerados para la selección de las perforaciones a reintegrar al sistema son:

- Caudal de aporte.
- Datos de calidad del agua de las perforaciones (principalmente As pero también tomando en cuenta parámetros como Mn y Fe).
- Distancia a la planta de ósmosis proyectada o a la red de abastecimiento existente según corresponda.

Cabe destacar que las alternativas propuestas procuran abastecer en conjunto las localidades Conchillas, Pueblo Gil y Puerto Conchillas, tratando al sistema como un único abastecimiento. Es decir, todas las fuentes aportan a la totalidad de la red.

Por último, a modo análisis básico y así disponer de una estimación inicial comparativa, se presenta una tercera alternativa, que consistió en analizar la posibilidad de incorporación de un sistema de producción de agua potable a partir de fuente de agua superficial, ubicada en Puerto Conchillas, tomando agua bruta del Río de la Plata, potabilizarla, almacenarla considerando 16hs de funcionamiento, y luego distribución a la red.

En resumen, las alternativas planteadas son:

Alternativa 1

Esta alternativa requerirá:

- Sistema de tratamiento mediante ósmosis inversa en el predio de la perforación 84.2.006 (propiedad de OSE).
- Esta alternativa requiere reincorporar la perforación 84.3.004 directamente a la red, y las perforaciones 84.2.003 y 84.2.016 hacia el sistema de ósmosis inversa.
- Se mantendrán además las perforaciones ya operativas enviando el agua de las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 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.
- Adicionalmente se debe tratar la perforación 84.3.004 para remoción de Mn y Fe previo a su conexión a la red.
- Tanto las perforaciones como el tratamiento de ósmosis funcionarán un total de 20 horas diarias.

Es importante resaltar que, para la tecnología de ósmosis inversa, se analizaron además otras configuraciones de perforaciones a incorporar al sistema. Todas ellas fueron desestimadas como alternativas viables por no cumplir con la demanda proyectada producto de la calidad de agua presente principalmente en las perforaciones con mayor potencial de extracción de agua.

Alternativa 2

Esta alternativa requerirá:

- Sistema individual de tratamiento mediante filtros de adsorción para las perforaciones 84.2.010 y 84.2.003.
- Dejar fuera de operación la perforación 84.2.006 por su alto contenido de nitratos (sólo capaces de removerse mediante ósmosis inversa).
- Esta alternativa requiere reincorporar la perforación 84.2.021 y la perforación 84.3.004 directamente a la red, y la perforación 84.2.003 intercalando previamente un sistema de filtros de adsorción.
- Se mantendrán las perforaciones ya operativas, excepto la perforación 84.2.006, enviando el agua de las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 84.2.026 directo a la red y el agua de la perforación 84.2.010 intercalando el sistema de adsorción previsto.
- Las perforaciones deberán funcionar un total de 23.7 horas diarias.

Tal como se mencionó anteriormente, la perforación operativa 84.2.006, cuyo caudal de extracción es de 8 m³/h, presenta valores de nitratos muy por encima de lo permitido en la normativa (valor máximo medido de 71 mg/l). El tratamiento mediante filtros de adsorción no es capaz de remover estos iones, por lo que para considerar la utilización de adsorción como tecnología de tratamiento se deberá retirar de operación esta perforación.

Surge entonces la necesidad de utilizar otras fuentes de agua que permitan suministrar los 8 m³/h que esta perforación brindaba. Observando los caudales y la calidad de las perforaciones restantes disponibles se llega a que el sistema deberá funcionar un total de 23.7 horas diarias lo que inviabiliza la alternativa, desestimándose entonces el uso de esta tecnología.

Alternativa 3

Como se mencionó previamente, esta alternativa consiste en analizar la posibilidad de incorporación de un sistema de producción de agua potable a partir de fuente de agua superficial, ubicada en Puerto Conchillas, tomando agua bruta del Río de la Plata, potabilizarla, almacenarla considerando 16hs de funcionamiento, y luego distribución a la red.

A continuación, se describe con mayor nivel de detalle, las alternativas mencionadas.

5.1 ALTERNATIVA 1

La alternativa 1, observando la gran distancia de la perforación 84.2.021 a la red existente y el bajo caudal de la perforación 84.2.025, considera incorporar a las perforaciones hoy operativas, las perforaciones 84.2.003, 84.2.016 y 84.3.004. Esta última, ubicada en Puerto Conchillas a diferencia del resto.

La perforación 84.2.003, por su concentración de arsénico, y la perforación 84.2.016, por su concentración de sodio y cloruros, deberá ser tratada mediante ósmosis inversa junto a las perforaciones ya operativas 84.2.006 y 84.2.010. Por otro lado, la perforación 84.3.004 (a reincorporar) y las perforaciones 84.2.002, 84.2.018 y 84.2.026 (ya operativas), se conectarán directamente a la red, dado que sus concentraciones de Arsénico son menores al máximo permitido en la normativa.

Se destaca la necesidad de implementar un pretratamiento que permita remover Fe y Mn en la perforación 84.3.004.

Por su parte, se menciona que la concentración de nitratos presente en la perforación 84.2.006 y la concentración de cloruros y sodio presente en la perforación 84.2.016, podrá reducirse por la mezcla del agua bruta en el tanque y mediante el tratamiento de ósmosis inversa propuesto.

Tal como se ha mencionado antes, para abastecer la totalidad del sistema y dar cumplimiento a la demanda futura se requiere un total de 479 m³/d.

En esta alternativa con las perforaciones aceptables en calidad se llega a 194 m³/d, por tanto, se busca producir un total de 285 m³/d con otras fuentes propuestas con una calidad objetivo de 0,008 mg/L en el parámetro Arsénico. Esta cantidad de agua vendrá dada por la mezcla de agua osmotizada con concentración de As objetivo de tratamiento de 0,003 mg/L y agua bruta con la concentración As máxima registrada en las perforaciones indicadas anteriormente (estimada 0,018 mg/L). Para determinar el caudal de agua bruta necesaria para el tratamiento se realiza un balance de masa de agua y un balance de masa de arsénico, considerando una eficiencia del tratamiento de 70%.

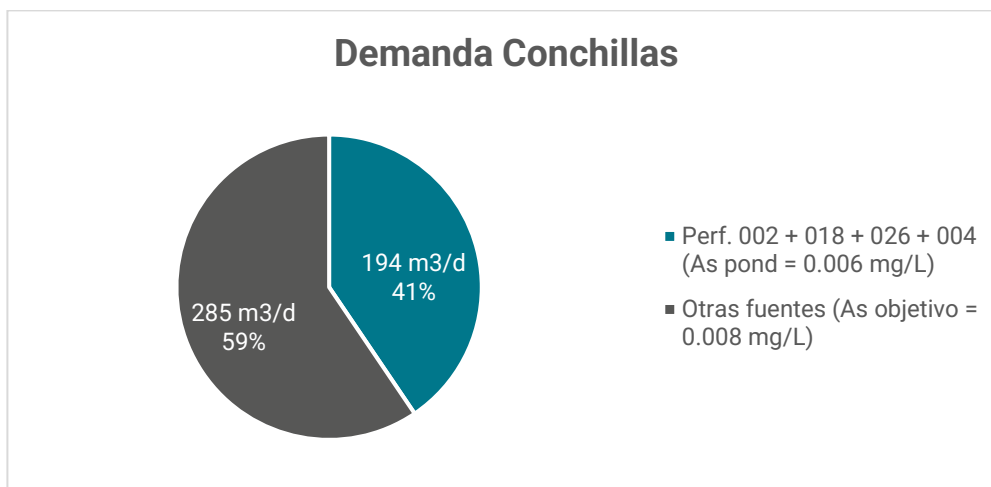


Figura 29. Demanda Conchillas - Puerto Conchillas - Alternativa 1

Es en este sentido, que se incorporan las perforaciones 84.2.003 de 4.5 m³/h y 84.2.016 de 2.2 m³/h hacia la planta de tratamiento que junto a las perforaciones operativas 84.2.006 y 84.2.010, aportan un volumen de 285 m³/d de agua bruta. Asimismo, se incorpora directo a la red la perforación 84.3.004, cuyo caudal horario es 4.0 m³/h, permitiendo junto a las perforaciones 84.2.002, 84.2.018 y 84.2.026, el aporte de un volumen de agua adicional de 194 m³/d.

En resumen, para cumplir con la demanda, se propone utilizar un total de 194 m³/d del agua producida por las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 84.2.026 y 84.3.004, cuyo valor máximo de As se estima en 0.007 mg/L y 374 m³/d de agua bruta de las perforaciones 84.2.006, 84.2.010, 84.2.016 y 84.2.003 a ser tratadas en la planta de ósmosis inversa, cuya concentración máxima de As será de 0.018 mg/L. En la gráfica a continuación, se puede observar su distribución.

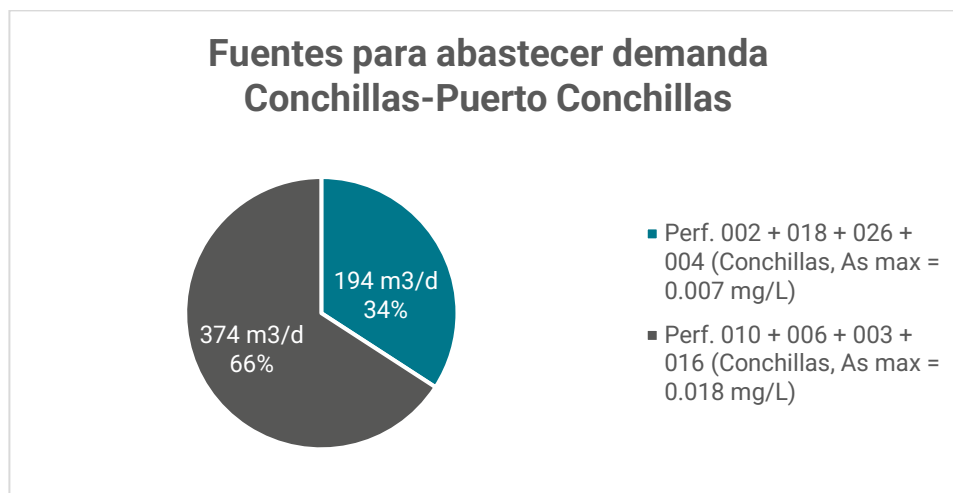


Figura 30. Disponibilidad de agua bruta para tratamiento, Alternativa 1

Para todas las perforaciones se ha asumido un total de 20 horas de funcionamiento de la extracción.

Por su parte, la planta de ósmosis inversa, en términos de volumen diario, requiere un total de 366 m³/d de ingreso a la planta, 190 m³/d de caudal permeado, 81 m³/d de rechazo y 95 m³/d de agua bruta para mezcla. La concentración de As del caudal de rechazo será de 0.053 mg/l.

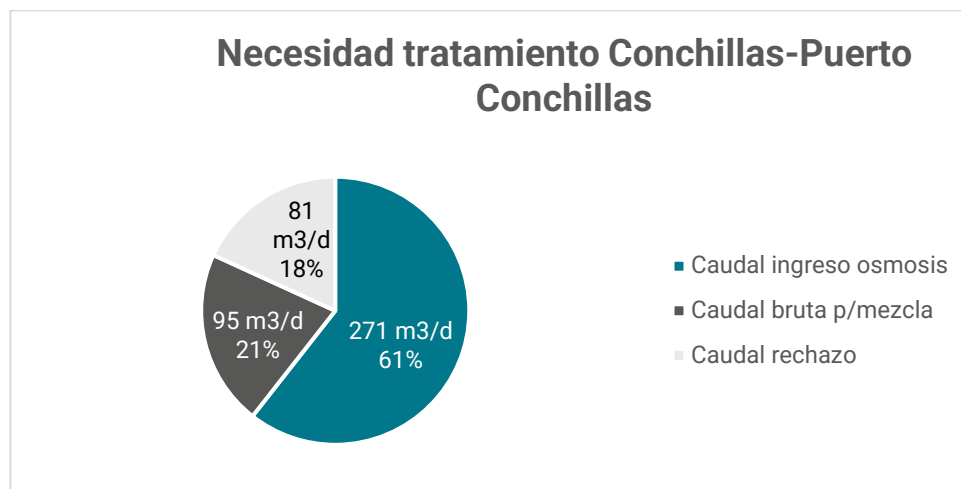


Figura 31. Necesidad de tratamiento para abastecer sistema Conchillas+Puerto Conchillas, Alternativa 1.

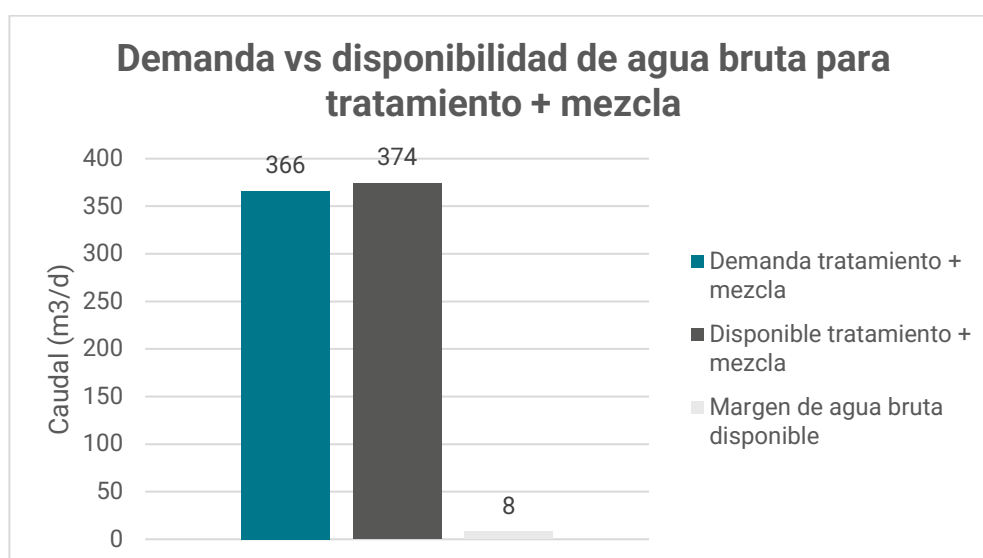


Figura 32. Disponibilidad de agua bruta para tratamiento, Alternativa 1

Considerando que el sistema de tratamiento mediante osmosis opere en un régimen de 20 horas diarias, el volumen total requerido de agua bruta será de 13.6 m³/h, tendrá una eficiencia del 70%, por lo que el caudal permeado será 9.5 m³/h y el rechazo 4.1 m³/h. El caudal de agua bruta para la mezcla (Blending) será de 4.7 m³/h. La Tabla 7 presenta el cuadro resumen de operación de las perforaciones para esta alternativa, y en la Tabla 8 un cuadro resumen del tratamiento necesario.

Tabla 7. Condiciones operativas de perforaciones, Alternativa 1

	Perf. 84.2.002	Perf. 84.2.006	Perf 84.2.010	Perf 84.2.018	Perf 84.2.026	Perf 84.2.003	Perf 84.2.016	Perf 84.3.004
Horas de funcionamiento (hs/d)	20	20	20	20	20	20	20	20
Caudal diario perforación (m³/h)	2.0	8.0	4.0	2.5	1.2	4.5	2.2	4.0
Caudal diario producido (m³/d)	40	160	80	50	24	90	44	80

Tabla 8. Condiciones operativas tratamiento, Alternativa 1

Tratamiento sistema Conchillas	
Eficiencia tratamiento (%)	70
Horas de funcionamiento (hs/d)	20
Caudal permeado (m³/h)	9.5
Caudal rechazo (m³/h)	4.1
Caudal bruta p/mezcla (m³/h)	4.7

La ubicación de la planta propuesta será en el predio de la perforación 84.2.006, por tanto, se requiere la ejecución de aductoras de agua bruta desde las perforaciones 84.2.003, 84.2.016 y 84.2.010 hacia Planta de Ósmosis Inversa y la conexión a la red existente de la perforación 84.2.004.

Para la selección del predio a implantar el sistema se consideraron criterios como:

- Disponibilidad de terreno propiedad ya de OSE.
- Ubicación de terreno en función de la red de distribución existente, y en función de posibles puntos de disposición final.
- Superficie y condiciones de terreno disponible para implantación de sistema de tratamiento por ósmosis.

En ese sentido, comparando los terrenos actualmente disponibles de OSE (los que se corresponden con ambas perforaciones mencionadas), el padrón rural del departamento de Colonia número 15.323 perteneciente a OSE donde actualmente se encuentra la perforación número 84.2.006 operativa, es propiedad de OSE, tiene una ubicación más baricéntrica que el de la perforación 83.1.003, sumado a que tiene una superficie de 800m². Asimismo, es un terreno que está nivelado, cuenta ya con una construcción (Ex oficinas de OSE de la localidad), y además es un terreno cercano a posibles puntos de disposición final de efluente de rechazo que cumplen los requisitos ambientales de vertido.

Es importante destacar que la perforación 84.3.004, según la información disponible, tiene una concentración de Mn mayor a 1 mg/l. Por esta razón requiere de un sistema de remoción de Mn previa inyección en la red de distribución.

Asimismo, se menciona también que la perforación 84.2.006 presenta valores de Nitratos por encima del máximo indicado por norma (valor máximo medido 71 mg/l) y que la perforación 84.2.016 contiene Sodio y Cloruros también fuera del cumplimiento de la normativa (valores máximos medidos de Sodio 289 mg/l y Cloruros 374 mg/l). Estas concentraciones podrán ser llevadas a valores admisibles mediante el tratamiento de ósmosis inversa propuesto.

5.2 ALTERNATIVA 2

Para abastecer el sistema Conchillas se propone instalar un sistema individual de tratamiento mediante filtros de adsorción en las perforaciones cuya concentración de arsénico supera el límite admisible.

Esta alternativa requiere reincorporar la perforación 84.2.021 y 84.2.004 directamente a la red, y la perforación 84.2.003 intercalando previamente un sistema de filtros de adsorción en esta última.

Por otro lado, se deberá dejar fuera de operación la perforación 84.2.006 por su alto contenido de nitratos, cuya concentración no disminuye con el tratamiento mediante esta tecnología e incorporar un pretratamiento de Fe y Mn en la perforación 84.2.004.

Asimismo, se mantendrán las restantes perforaciones operativas enviando el agua de las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 84.2.026 directo a la red y el agua de la perforación 84.2.010 intercalando el sistema de adsorción previsto.

Para cumplir con la demanda proyectada de 479 m³/d sería necesario, en estas condiciones, operar las perforaciones al menos 23,7 horas por día.

Si bien podría incorporarse también la perforación 84.2.016 al sistema, bajando el tiempo de operación diario a 21.5 horas, dicha perforación presenta valores por encima de normativa de sodio y cloruros por lo cual no se considera tampoco viable esta alternativa.

En suma, dada la calidad y la capacidad de extracción de las perforaciones en el sistema analizado, no se considera viable la alternativa de un tratamiento mediante adsorción.

5.3 ALTERNATIVA 3

Como se mencionó en lo previo, esta alternativa considera un breve análisis de considerar el uso de agua superficial del Río de la Plata como fuente de agua, potabilizarla utilizando UPAs Modelo 200FD, volumen de almacenamiento para cubrir los turnos de no producción de agua potable, y posterior distribución a la red de agua del sistema.

Sistema:

Para evaluar la conveniencia de instalación de unidades potabilizadoras se considera, que, en caso de instalar, se debería hacer para todo el sistema, Puerto Ingles, Conchillas, Pueblo Gil y Radial Hernández.

Demanda:

Tomando los cuatro centros poblados y en base a la información de producción de agua suministrada por la Jefatura Técnica de Colonia se tiene lo siguiente:

- El mes de mayor consumo fue enero 2022 de la información suministrada, totalizando: 11.993 m³/mes
- Caudal medio diario: 387 m³/d
- Total de conexiones consideradas: 704
- Incremento a fin de período: 15%
- Caudal medio diario futuro: 445 m³/d
- Caudal medio horario: 18,5 m³/hr

Modelos UPA:

En base a sistemas actuales operados con UPAs Modelo 200, con 3 unidades se producen 35 m³/h, que en caso de Alternativa 3 sería una capacidad nominal adecuada.

Curva de demanda:

Tomando una curva de demanda tipo con un caudal medio de 18,5 m³/hr, se puede asumir el siguiente patrón de consumo.

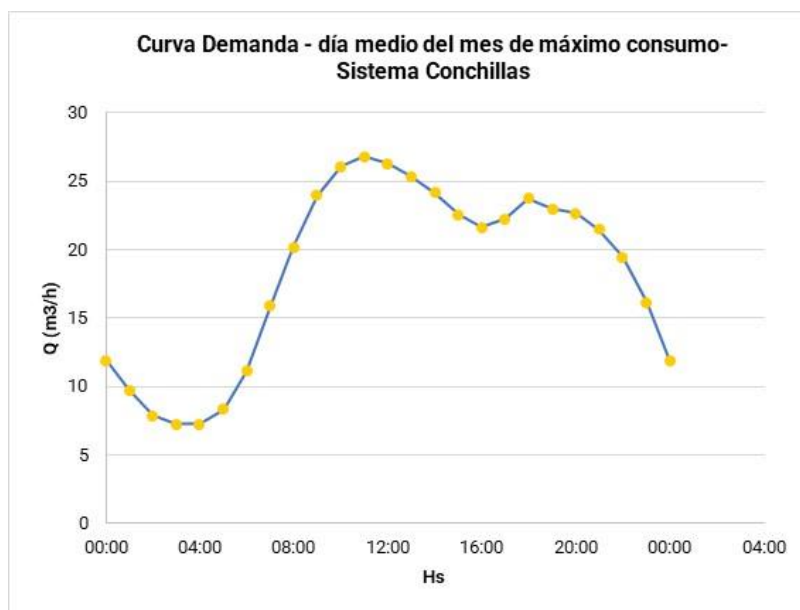


Figura 33. Patrón consumo estimado para Alternativa 3

Análisis de producción:

Se podría considerar operar la planta durante 12 horas a 40 m³/hr o 16 horas a 28m³/h pensando en trabajar 2 turnos de 8 horas o turnos de 12 horas o alguna otra combinación posible.

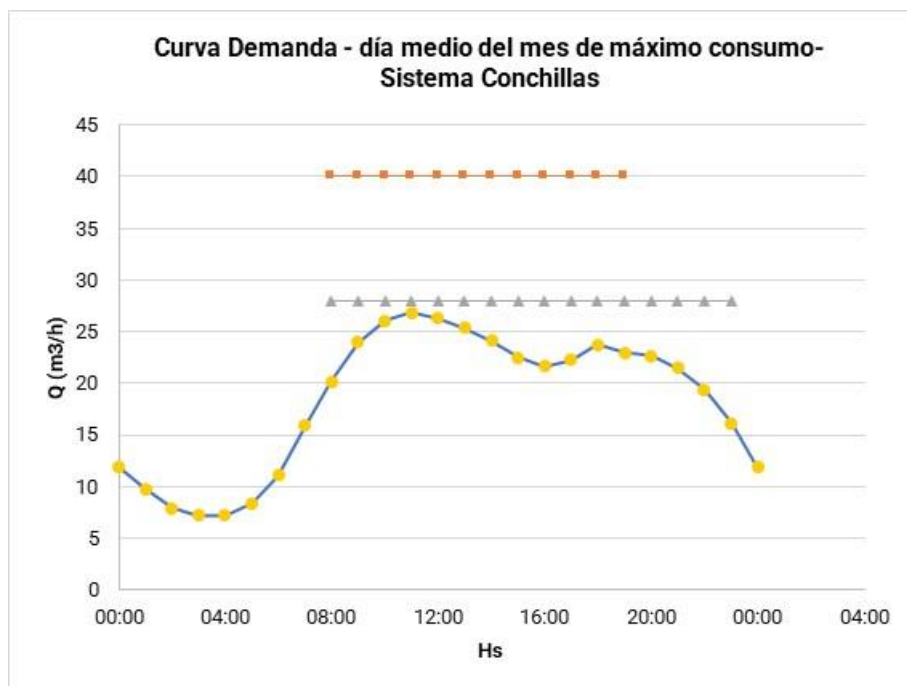


Figura 34. Consumo vs Producción para Alternativa 3

Como se observa en ambas situaciones, el excedente de agua producida debe ser absorbido por las reservas de agua potable (tanques elevados o a nivel de piso). En el caso de elegir tanques a nivel de piso como reserva de agua potable, se debería instalar un sistema de bombeo adicional posterior a este tanque.

En la siguiente tabla se muestra el excedente de agua producida para ambos casos y también el total de agua consumida en las horas que no hay producción.

Tabla 9. Agua producida vs agua consumida Alternativa 3

	12 horas operación	16 horas operación
M3 excedente de agua producida	194	82
M3 de agua consumida	162	79

De la tabla anterior se desprende que, instalando un volumen capaz de absorber el agua producida en excedencia, basta para abastecer el consumo en las horas que no hay producción.

Análisis de infraestructura instalada:

Se hace un breve análisis evaluando si la infraestructura instalada es capaz de absorber una producción prevista como la mencionada anteriormente.

Reserva de agua potable

Se tiene que para la condición de 16 horas de operación ya se tiene la capacidad de reserva instalada en el sistema. (Volumen total actual = 168 m³)

Y para la condición de 12 horas de operación se debería instalar mayor capacidad de tanques de agua clara.

Redes troncales

Tomando como máximo admisible de 1 m/s para la velocidad de circulación por las tuberías, se tiene que los diámetros necesarios son los siguientes:

- 40 m³/hr → diámetro mínimo necesario 120mm → diámetro comercial 160mm
- 28 m³/hr → diámetro mínimo necesario 100mm → diámetro comercial 110mm

Se observa que para una producción de 16 horas de operación se tiene una infraestructura adecuada para absorber esta producción.

Observaciones:

En cuanto a esta alternativa, es importante considerar que se requiere la intervención e instalación de toma de agua bruta en Río de la Plata, seleccionar y apropiarse de un terreno para la implantación de sistema de producción, ejecutar las conducciones de agua bruta hasta la UPA, implantación de la propia unidad y posterior conexión al sistema de distribución existente.

Asimismo, es importante resaltar, la necesidad de la operación y mantenimiento del sistema en lo que refiere a recursos humanos capacitados y dedicados a la operación del sistema, gestión de los productos químicos requeridos, mantenimiento de los equipos que intervienen en el proceso.

En este sentido, desde el punto de vista cualitativo se descarta esta alternativa por una serie de elementos a considerar:

- La instalación de unidades potabilizadoras de agua requiere de presencia continua de personal capacitado en la operación del sistema.
- A nivel departamental, la Jefatura Técnica de OSE considera que, en caso de avanzar en esta línea, la Administración debiera analizarlo más holísticamente como departamento y no únicamente como localidades aisladas.
- Cada vez más en la Jefatura Técnica de OSE se tiene mayor dificultad para dar cumplimiento a estos requerimientos específicamente en cuanto a personal capacitado y disponible en estos centros poblados.

Las alternativas mediante sistemas de ósmosis inversa para tratamiento de agua superficial tienen una tendencia al alza en cuanto a su eficiencia, automatización, y asimismo una tendencia a la baja en cuanto a sus costos, principalmente reduciendo notoriamente los mismos al ser más autónomos. Este último punto lo potencia como alternativa para este tipo de pueblos del interior.

6 EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA TRATAMIENTO

A continuación, se detallan los equipos a instalar para las alternativas analizadas en este informe, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

6.1 ALTERNATIVA 1

- Tanque de agua bruta con volumen mínimo 1 hora de agua bruta. Material PRFV, a la intemperie. Se prevé un mínimo 3 sensores para el tanque, nivel máximo (100 % volumen), mínimo (80% del volumen) y alarma bajo nivel (10 cm de nivel de agua sobre la toma)
- Bomba presurizadora de baja (o de entrada) que lleve el caudal de agua bruta a 3 kg/cm² como presión de entrada para el pretratamiento.
- Pretratamiento, es para el caudal total.
 - Filtro de arena, con tasa máxima admisible de cada filtro 8 m³/h.
 - Dosificación de antiincrustante.
- Tratamiento principal: osmosis 70% de eficiencia. El permeado se mezcla con el agua bruta en la proporción necesaria (se prevé instalación de caudalímetro cónico y válvula de aguja para regular agua bruta de entrada), una vez mezclada se clora y eventualmente se corrige PH con soda.
- Tanque de agua potable. Similares a los de agua bruta, de PRFV, con los mismos sensores. El volumen mínimo del tanque es de 3 horas de agua potable. Desde ese tanque se bombea al sistema de OSE.

Para la alternativa planteada de osmosis de Q agua bruta = 18.3 m³/h con 20 horas de operación, para cumplir con la condición de 1 hora de agua bruta para tratamiento (volumen de 18.3 m³) sería necesario un tanque con capacidad de al menos 20 m³ y un volumen inicial de almacenamiento mínimo de 11 m³. La Figura 35 presenta de forma gráfica el modelo del tanque de entrada para verificar la condición de 1 hora de agua bruta disponible para tratamiento.

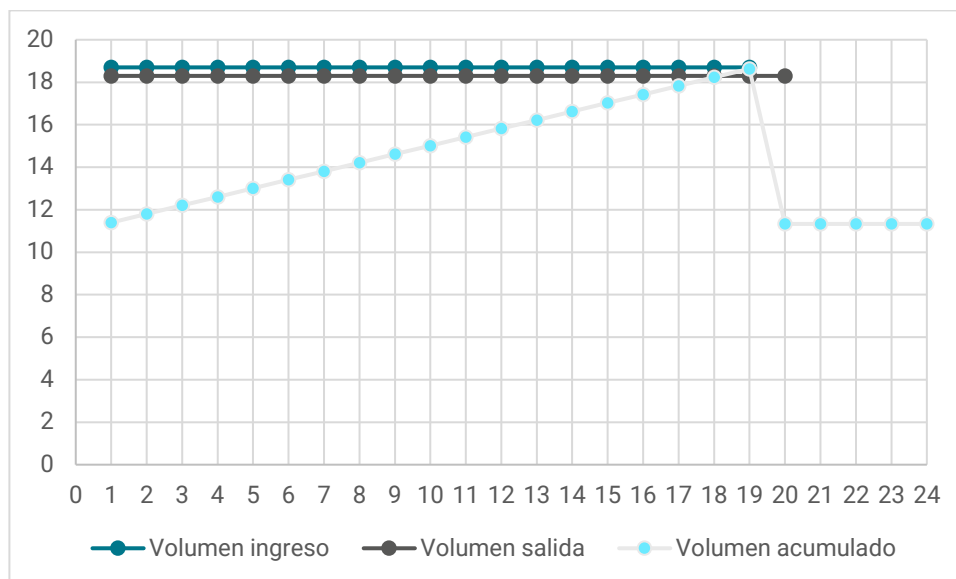


Figura 35. Estimación cálculo volumen tanque agua bruta Conchillas, Alternativa 1.

Para cumplir con la condición de 3 horas de agua tratada (volumen de 28 m³) sería necesario un tanque con capacidad de al menos 30 m³.

Para la alternativa 1, teniendo en cuenta los datos de operación presentados en la Tabla 8, se consideran las unidades para el tratamiento presentadas en la Tabla 10.

Tabla 10. Unidades de tratamiento, Alternativa 1

Unidades de tratamiento	
Equipamiento	Cantidad
Tanque de almacenamiento de agua bruta de 20 m³	1
Filtros de arena, 5 m³/h	4
Equipo de osmosis inversa 9.5 m³/h de caudal permeado con recirculación	1
Tanque de almacenamiento de agua tratada de 20 m³	2

6.2 ALTERNATIVA 2

Teniendo en cuenta los datos de operación presentados en el apartado 5.2, se consideran las unidades para el tratamiento presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Unidades de tratamiento Conchillas, Alternativa 2.

Equipamiento	Cantidad
Filtros de adsorción, 2 m ³ /h	2
Filtros de adsorción, 2.25 m ³ /h	2
Filtros de arena previo al filtrado mediante adsorción	2

6.3 ALTERNATIVA 3

Para la alternativa 3, teniendo en cuenta lo descrito en el punto 5.3, se consideran las unidades para el tratamiento presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 12. Unidades de tratamiento, Alternativa 3

Unidades de tratamiento	
Equipamiento	Cantidad
Toma de agua bruta	1
UPA 200FD	3
Tanque de almacenamiento de agua tratada	1
Sistema de elevación a red	1

7 COMPARACIÓN CUALITATIVA DE ALTERNATIVAS

En la Tabla 13 se presenta una comparación cualitativa de las alternativas analizadas. De ellas se desprende que, con la información disponible al momento, la alternativa 1 es la más plausible, es decir el **tratamiento por ósmosis inversa del agua proveniente de una batería de perforaciones existentes en la zona.**

En la Tabla 14 se presentan las ventajas y desventajas de la alternativa 1, que finalmente es la preseleccionada como la alternativa a ser implementada como solución para el tratamiento del agua para el sistema Conchillas.

La alternativa 2, tal como se menciona anteriormente, fue descartada por requerir un funcionamiento diario de 23,7 horas lo cual resulta inviable técnicamente. Visto desde otra perspectiva, esta alternativa, y la imposibilidad de incluir en ella la perforación 84.2.006 por la presencia de nitratos, no permiten satisfacer la demanda de caudal proyectado. Por este motivo, dicha alternativa no se analiza de forma cuantitativa en términos de costos.

Por su parte, la alternativa 3, se descarta por las observaciones presentadas al final del apartado 5.3, destacándose los siguientes aspectos:

- La instalación de unidades potabilizadoras de agua requiere de presencia continua de personal capacitado en la operación del sistema.
- A nivel departamental, la Jefatura Técnica de OSE considera que, en caso de avanzar en esta línea, la Administración debiera analizarlo más holísticamente como departamento y no únicamente como localidades aisladas.
- Cada vez más en la Jefatura Técnica de OSE se tiene mayor dificultad para dar cumplimiento a estos requerimientos específicamente en cuanto a personal capacitado y disponible en estos centros poblados.

Tabla 13. Comparación de alternativas

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Tratamiento por ósmosis permite remover As y también sodio, cloruro y nitratos	Tratamiento por adsorción permite remover únicamente As	Tratamiento mediante UPA - el agua bruta tendrá concentraciones menores de As y otros iones presentes en el agua subterránea
Tratamiento único del caudal de 4 perforaciones	Tratamiento del caudal de 2 perforaciones (2 tratamientos independientes)	Tratamiento del caudal del agua del Río de la Plata (requiere instalación de toma de agua en el río)
Necesidad de 8 perforaciones operativas (reincorporación de 3 perforaciones no operativas al sistema)	Necesidad de 8 perforaciones operativas (reincorporación de 3 perforaciones no operativas al sistema)	Agua proveniente de una única toma
Se requiere pretratamiento para la remoción de Fe y Mn de la perforación 84.3.004	Requiere retirar de operación la perforación 84.2.006 cuya capacidad de extracción es la mayor de las perforaciones existentes	
Operación y mantenimiento de una única unidad de tratamiento	Operación y mantenimiento de 2 unidades de tratamiento independientes con recambio de manto periódico en cada uno	Operación y mantenimiento con presencia continua de personal capacitado en la operación del sistema
Requiere la operación de 20 horas al día	Requiere la operación de 23.7 horas al día (se considera inviable técnicamente)	Requiere la operación de un máximo de 16 horas al día

Tabla 14. Ventajas y desventajas de alternativa 1

Alternativa 1	
Ventajas	Desventajas
Mayor cantidad de perforaciones operativas en una misma zona de control	Requiere pretratamiento de Fe y Mn en perforación 84.3.004
Único sistema de tratamiento donde se tratan en conjunto los caudales de las perforaciones que lo requieren	Mayor cantidad de perforaciones operativas.
Menor mano de obra y mantenimiento	Mayor volumen de agua tratada
Sistema más robusto. Remueve otros iones además del As (por ejemplo, sodio, cloruro y nitratos)	Mayor largo de aductoras a instalar
No requiere construcción de toma en Río de la Plata	
Permite mantener operativa la perforación 84.2.006 cuyo caudal de extracción es el mayor de las perforaciones operativas.	
Brinda un mayor margen de agua disponible haciendo el sistema más robusto.	

8 DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE

De acuerdo al Decreto 253/79 y modificativos, el límite de arsénico en un curso de clase 3 es de 0,005 mg/L. El valor máximo de arsénico en efluente a disponer es de 0,5 mg/L, tanto para desagüe directo a curso como para desagües a colector del alcantarillado público e infiltración al terreno.

De acuerdo con las referencias consultadas³ en los casos en que DINACEA no admite considerar los estándares de vertido a curso de agua mencionados (existen antecedentes donde se toma un área de 5 km² como mínima para considerar un vertido de este tipo) se debería asegurar una dilución suficiente para mantener los valores de arsénico debajo de lo exigido para clase 3 (0,005 mg/L).

³ ESTUDIO BÁSICO - ARSÉNICO EN SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN - EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS, Estudio Pittamiglio, cooperación: Ing. Carlos Benítez, Agosto 2022. Proceso de selección: UR-L1094-P001.

Dado que no se dispone de información de la concentración de arsénico en los cursos de agua, se asume en todos los casos que el cuerpo receptor contiene un contenido de arsénico de 0,003 mg/L. Para determinar el caudal asociado al cuerpo receptor se multiplica el área de la cuenca, con punto de cierre en el sitio de vertido, por el menor valor de caudal específico mensual que se obtiene de la regionalización de estadísticas de caudales⁴.

8.1 ALTERNATIVA 1

El tratamiento por ósmosis inversa genera un volumen de efluente importante llamado "rechazo" que debe ser dispuesto de manera adecuada.

Tal es el caso del sistema Conchillas, donde el rechazo se propone reunirlo en un pozo de bombeo e impulsarlo hacia el curso de agua más cercano que cumple con todos los requisitos expuestos previamente y considerados en normativa ambiental para el vertido. En este caso se propone unos 2.0 km de impulsión en PEAD 75mm hacia su descarga, en el emisario de la PTAR de OSE, tal como se observa en la siguiente Figura.

En la Tabla 16 se muestra un resumen con las condiciones del efluente para la alternativa 1 y en la Tabla 17 los datos relevantes de la mezcla en el punto de disposición.

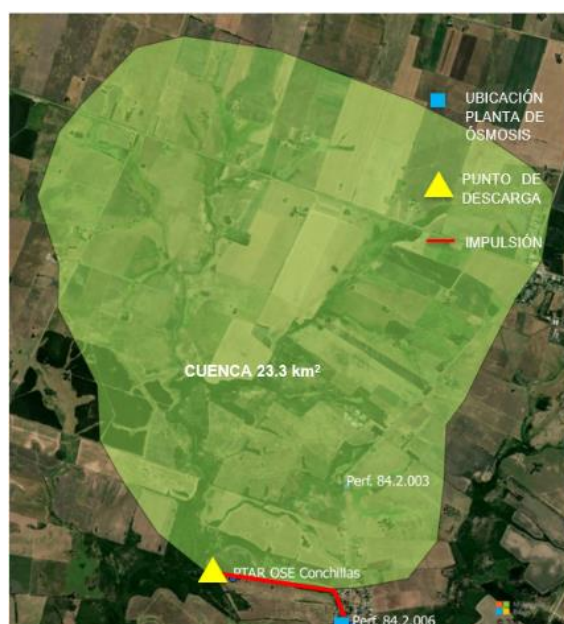


Figura 36. Disposición final efluente rechazo de ósmosis - Conchillas - Alternativa 1

⁴ https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Regionaliza_2019_07.pdf

Tabla 15. Concentración de arsénico en agua de rechazo para la alternativa 1

Descripción	Valor
As máx. agua bruta (mg/L)	0,018
Horas funcionamiento (hs)	20
Caudal Rechazo (m³/h)	4.1
Volumen diario de rechazo (m³)	82
Concentración de arsénico en rechazo (mg/L)	0,053

Tabla 16. Concentración mezcla en punto de vertido

Punto de disposición	Área (km²)	Cuenca regional N°	Q específico mínimo (l/s.km²)	Q min mensual (l/s)	Concentración mezcla (mg/L)
Emisario PTAR OSE	23,3	20	2,0	46.6	0,001

9 ANÁLISIS DE COSTOS DE ALTERNATIVAS

A continuación, se presentan el costo de inversión, el costo de operación anual y el Valor Actual Neto (VAN) para la alternativa de tratamiento por ósmosis inversa planteada, a 30 años. Como tasa de descuento para el VAN, se consideran dos valores, un valor de 12% considerado por BID y 7,5% considerado por SNIP.

Por último, se realiza la comparativa de los costos para cada alternativa.

9.1 ALTERNATIVA 1

A continuación, la Tabla 17 presenta el análisis de costos de inversión para la Alternativa 1 propuesta para el sistema Conchillas, cuyo tratamiento se realiza mediante ósmosis inversa.

Tabla 17. Costos de inversión, Alternativa 1 – Conchillas

Localidad: Conchillas - Ósmosis Qperm=9.5 m³/h					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Infraestructura				
1.1	Expropiación predio planta	gl	1	-	-
1.2	Obra Civil (caseta, alambrado, acondicionamiento predio, red interna de desagües)	gl	1	100.000	100.000

Localidad: Conchillas - Osmosis Qperm=9.5 m³/h					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1.3	Instalación eléctrica, iluminación, señales débiles, comunicaciones, grupo electrógeno, descargas atmosféricas	gl	1	50.000	50.000
2	Almacenamiento de agua bruta y bombeo a tratamiento				
2.1	Tanque de almacenamiento de agua bruta instalado - 1 x PRFV 20 m³	un	1	9.840	9.840
2.2	Bombas centrífugas de elevación hacia pretratamiento (18m³/h-30mca)	un	2	8.000	16.000
3	Pretratamiento				
3.1	Filtros de arena 5 m³/h c/u	Unidades	4	5.500	22.000
3.2	Dosificación de antiincrustante	Unidades	1	6.000	6.000
4	Tratamiento				
4.1	Equipo de osmosis inversa 9.5 m³/h de caudal permeado con recirculación según especificaciones - 70% eficiencia	Unidades	1	90.000	90.000
5	Blending y post tratamiento				
5.1	Sistema de Blending	Unidades	1	7.000	7.000
5.2	Cloración	Unidades	1	5.000	5.000
5.3	Corrección de ph	Unidades	1	5.000	5.000
6	Almacenamiento de agua potable y bombeo a la red				
6.1	Tanque de almacenamiento de agua tratada instalado - 2x PRFV 20 m³	un	2	9.840	19.680
6.2	Bombas desde tanque hacia red de distribución	un	2	9.000	18.000
6.3	Obras de conexión a la red	gl	1	30.000	30.000
7	Disposición final de efluentes				
7.1	Impulsión hacia emisario PTAR - PEAD 75mm	ml	2000	35	70.000
7.2	Bombeo de agua de rechazo (Q=3.6m³/h-H=5mca)	un	1	25.000	25.000
8	Aducciones				
8.1	Aductora desde perforación 84.2.003 a la planta de tratamiento, 75mm	ml	1535	35	53,725
8.2	Aductora desde perforación 84.2.010 a la planta de tratamiento, 75mm	ml	3310	35	115,850
8.3	Aductora desde perforación 84.2.016 hasta la aductora proveniente desde la perforación 84.2.010, 75mm	ml	570	35	19,950
8.4	Aductora desde perforación 84.2.004 a la red, 75mm	ml	25	35	875
8.5	Excavación en roca (estimado como un 10% del largo total)	m3	98	150	14.688
8.6	Cruces de cañadas	gl	1	7.000	7.000
9	Otros				
9.1	Montaje planta de tratamiento	gl	1	25.000	25.000
9.2	Planta de tratamiento de Mn y Fe en Perf 004 (Q=4m³/h, Mn>1mg/l - Fe entre 0.3 y 0.6 mg/l)	gl	1	35.000	35.000

Localidad: Conchillas - Osmosis Qperm=9.5 m³/h					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
9.3	Costos de reincorporar perforaciones	un	3	15.000	45.000
11	Rubros generales				
11.1	Proyecto ejecutivo, PGO, Trámites, Implantación, Desmovilización	%	10%	790.608	79.061
11.2	Imprevistos	%	10%	790.608	79.061
	INVERSION TOTAL SIN IMPUESTOS				948.730
	IVA	%	22%	948.730	208.721
	Leyes sociales	%	20%	432.088	86.418
INVERSION TOTAL, IVA Y LEYES SOCIALES INCLUIDAS					1.243.868

La Tabla 18 presenta el análisis de costos de operación anual para la Alternativa 1 propuesta para el sistema de Conchillas. La Tabla 19 presenta el Valor Actual Neto para la Alternativa 1.

El cálculo del mantenimiento de filtros, dosificadores, etc., se considera como 10% de la inversión realizada en Filtros de arena, Dosificación de antiincrustante, Sistema de Blending, Cloración y Corrección de ph.

Para el mantenimiento de la osmosis (repuestos, mejoras, cambio equipos, etc) se considera 4% de inversión realizados en Equipo de osmosis inversa 9.5 m³/h con recirculación según especificaciones.

Para el costo de consumibles, se consideran 140 USD por mes por metro cúbico de permeado.

Para los costos energéticos, se consideran valores estimados de consumo energético para las perforaciones, y bombeo de baja y alta. Para la osmosis se realiza estimativo a partir de la potencia consumida considerando una carga de 70 mca, con la eficiencia considerada para el tratamiento.

Además, se realiza estimativo de costos asociados al personal operador y encargado según la asignación de horas propuestas semanal y mensualmente, respectivamente.

Tabla 18. Costos de operación anual Conchillas, Alternativa 1.

Localidad: Conchillas, Osmosis 9.5 m³/h de caudal permeado					
Ítem	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Mantenimiento				
1.1	Mantenimiento local	gl	1	500	500
1.2	Reparaciones no previstas	gl	1	500	500
1.3	Mantenimiento de filtros, dosificadores, etc.	gl	1	9.000	9.000
1.4	Mantenimiento de osmosis (repuestos, mejoras, cambio equipos), etc.	gl	1	3,600	3,600
2	Consumibles				

2.1	Membranas/químicos/viáticos	gl	1	15,933	15,933
3	Energía eléctrica				
3.1	Bombeo perforaciones	kWh	80,000	0.150	12,000
3.2	Bombeo de baja	kWh	12,000	0.150	1,800
3.3	Equipo osmosis 70% eficiencia	gl	1	2.793	2.793
3.4	Bombeo de alta	kWh	16,000	0.150	2,400
3.5	Bombeo de rechazo	kWh	1500	0.150	225
4	Personal				
4.1	Operador (1 visita semanal 4 hs)	gl	1	18.000	18,000
4.2	Encargado (1 visita por mes jornada completa)	gl	1	6.000	6,000
4.3	Ingeniero para supervisión	gl	1	45,000	45,000
OPEX ANUAL TOTAL SIN IMPUESTOS					117.751
IVA		%	22%	117.751	25,905
Leyes sociales		%	20%	1,000	200
OPEX ANUAL TOTAL, IVA Y LEYES SOCIALES INCLUIDAS					143,857

Tabla 19. Valor Actual Neto Conchillas, Alternativa 1.

VALOR ACTUAL NETO			
Localidad: Conchillas, Ósmosis 9 m3/h			
Año	Costo anual (USD)	VAN tasa BID (USD)	VAN tasa SNIP (USD)
1	1,243,868	1,243,868	1,243,868
2	143,857	128,443	133,820
3	143,857	114,682	124,484
4	143,857	102,394	115,799
5	143,857	91,423	107,720
6	143,857	81,628	100,205
7	143,857	72,882	93,214
8	143,857	65,073	86,710
9	143,857	58,101	80,661
10	143,857	51,876	75,033
11	143,857	46,318	69,798
12	143,857	41,355	64,929
13	143,857	36,924	60,399
14	143,857	32,968	56,185
15	143,857	29,436	52,265
16	143,857	26,282	48,619
17	143,857	23,466	45,227
18	143,857	20,952	42,071
19	143,857	18,707	39,136
20	143,857	16,703	36,406
21	143,857	14,913	33,866
22	143,857	13,315	31,503
23	143,857	11,889	29,305
24	143,857	10,615	27,261
25	143,857	9,478	25,359
26	143,857	8,462	23,589
27	143,857	7,555	21,944
28	143,857	6,746	20,413
29	143,857	6,023	18,989
30	143,857	5,378	17,664
Total	5,415,709	2,397,858	2,926,438

9.2 ALTERNATIVA 2

Como se mencionó en los capítulos anteriores, la Alternativa N2 fue descartada técnicamente, por requerir un funcionamiento diario de 23,7 horas lo cual resulta inviable técnicamente. Visto desde otra perspectiva, esta alternativa, y la imposibilidad de incluir en ella la perforación 84.2.006 por la presencia de nitratos, no permiten satisfacer la demanda de caudal proyectado. Por este motivo, dicha alternativa no se analiza de forma cuantitativa en términos de costos.

9.3 ALTERNATIVA 3

En esta alternativa, y considerando implantaciones similares y costos asociados, sin entrar en el detalle de cada elemento en sí mismo, se consideran como grandes costos de inversión los siguientes:

Tabla 20. Costos de inversión - Alternativa 3 - Conchillas

Localidad: Conchillas - UPA FD200					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Infraestructura				
1.1	Expropiación predio planta	gl	1	30.000	30.000
1.2	Obra Civil (alambrado, acondicionamiento predio, red interna de desagües)	gl	1	75.000	75.000
1.3	Instalación eléctrica, iluminación, señales débiles, comunicaciones, grupo electrógeno, descargas atmosféricas	gl	1	45.000	45.000
2	Toma de agua bruta y bombeo a tratamiento				
2.1	Obra de toma 40 m ³ /h	un	1	125.000	125.000
2.2	Bombas centrífugas de elevación hacia pretratamiento (15m ³ /h.30mca)	un	1	20.000	20.000
3	Tratamiento				
3.1	UPA FD200	gl	3	400.000	1.200.000
3.2	Instalaciones PPQQ	un	1	50.000	50.000
3.3	Eléctrica y control	un	1	0	0
4	Almacenamiento de agua potable y bombeo a la red				
4.1	Tanque de almacenamiento de agua tratada instalado	un	1	30.000	30.000
4.2	Bombas desde tanque hacia red de distribución	un	1	20.000	20.000
4.3	Obras de conexión a la red	gl	1	50.000	50.000
5	Disposición final de efluentes				
5.1	Tratamiento de lodos	un	1	100.000	100.000
6	Otros				
6.1	Montaje planta de tratamiento	gl	1	0	0
7	Rubros generales				
7.1	Proyecto ejecutivo, PGO, Trámites, Implantación,	%	10%	1.745.000	174.500

Localidad: Conchillas - UPA FD200					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Desmovilización				
7.2	Imprevistos	%	15%	1.745.000	261.750
	INVERSION TOTAL SIN IMPUESTOS				2.181.250
	IVA	%	22%	2.181.250	479.875
	Leyes sociales	%	20%	445.000	89.000
INVERSION TOTAL, IVA Y LEYES SOCIALES INCLUIDAS					2.750.125

Tabla 21. Costos de operación anual Conchillas, Alternativa 3.

Localidad: Conchillas, UPA 40m3/h					
Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Mantenimiento				
1.1	Mantenimiento instalaciones	gl	1	58500	58500
2	Consumibles				
2.1	Productos químicos	gl	1	17000	17000
3	Energía eléctrica				
3.1	Bombeo de alta	kWh	76309	0.150	11446
3.2	Toma + Planta	gl	1	11400	11400
4	Personal				
4.1	Personal	gl	1	288000	288000
5	Tratamiento de lodos				
5.1	Tratamiento de lodos	gl	1	17000	17000
6	Rubros varios				
5.1	Rubros varios	%	0	403346.4	80669
INVERSION TOTAL SIN IMPUESTOS					484,016
	IVA	%	22%	484015.68	106,483
	Leyes sociales	%	20%	484,016	96803.136
INVERSION TOTAL, IVA Y LEYES SOCIALES INCLUIDAS					687,302

Tabla 22. Valor Actual Neto Conchillas, Alternativa 3.

VALOR ACTUAL NETO			
Localidad: Conchillas, UPA			
Año	Costo anual (USD)	VAN tasa BID (USD)	VAN tasa SNIP (USD)
1	2,750,125	2,750,125	2,750,125
2	687,302	613,663	639,351
3	687,302	547,913	594,745
4	687,302	489,208	553,251
5	687,302	436,793	514,652
6	687,302	389,994	478,746
7	687,302	348,209	445,345
8	687,302	310,901	414,275
9	687,302	277,590	385,372
10	687,302	247,848	358,486
11	687,302	221,293	333,475
12	687,302	197,583	310,209
13	687,302	176,413	288,567
14	687,302	157,512	268,434
15	687,302	140,636	249,706
16	687,302	125,568	232,285
17	687,302	112,114	216,079
18	687,302	100,102	201,004
19	687,302	89,377	186,980
20	687,302	79,800	173,935
21	687,302	71,250	161,800
22	687,302	63,616	150,512
23	687,302	56,800	140,011
24	687,302	50,715	130,243
25	687,302	45,281	121,156
26	687,302	40,429	112,703
27	687,302	36,098	104,840
28	687,302	32,230	97,526
29	687,302	28,777	90,722
30	687,302	25,694	84,392
Total	22,681,891	8,263,530	10,788,926

10 RESUMEN Y CONSIDERACIONES FINALES

La solución que se propone a continuación es resultado de los análisis plasmados en los capítulos anteriores de este documento.

En síntesis, para satisfacer la demanda futura de agua se propone un sistema de tratamiento mediante ósmosis inversa en el predio de la perforación 84.2.006. Esta alternativa requiere reincorporar la perforación 84.3.004 directamente a la red, y las perforaciones 84.2.003 y 84.2.016 hacia el sistema de ósmosis inversa. Se mantendrán además las perforaciones ya operativas enviando el agua de las perforaciones 84.2.002, 84.2.018, 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.

Adicionalmente se debe tratar la perforación 84.3.004 para remoción de Mn y Fe previo a su conexión a la red.

Asimismo, se menciona también que la perforación 84.2.006, que presenta valores de Nitratos por encima del máximo indicado por norma y la perforación 84.2.016, que contiene Sodio y Cloruros también fuera del cumplimiento de la normativa podrán ser llevadas a concentraciones admisibles mediante el tratamiento de ósmosis inversa propuesto.

Con la alternativa seleccionada se sugiere un seguimiento de explotación del acuífero ya que se consideran 20 horas de trabajo continuo.

Por otra parte, se disponen los efluentes generados por el “rechazo” del tratamiento a través de un bombeo hacia curso de agua, que asegura una disposición adecuada respetando las condiciones establecidas en el decreto 253/79 y sus modificativo.

A continuación, se muestra en la Tabla 20 un resumen de los costos estimados y en la Tabla 21 los principales indicadores correspondientes al sistema seleccionado.

Tabla 23 - Resumen de costos estimados

Sistema Conchillas	Alternativa 1 Ósmosis 9 m ³ /h
Costos de inversión	1.243.868
Costos de operación anual	143,857
VAN (tasa 12% BID)	2,397,858
VAN (tasa 7,5% SNIP)	2,926,438

Tabla 24 - Indicadores

Población	1390
Demanda de agua máxima (m³/d)	479
Conexiones	695
Agua a producir (m³/d)	479
Inversión necesaria (USD, incluye IVA y Leyes)	1.243.868
Inversión per cápita (USD)	895
Inversión por conexión (USD)	1,790
Inversión por m³/d del sistema (USD)	2,599