



Consultoría de Mekorot a OSE

Informe nº 1: “Análisis del Proyecto Arazatí- Abastecimiento de agua a la Región Metropolitana de Montevideo”

Mayo 2022

Tabla de Contenidos

1. Objetivo de la consultoría y del presente informe	2
2. Principales Características del Abastecimiento a la ciudad de Montevideo	2
3. Principales Recomendaciones.....	3
4. Modificaciones Propuestas al Proyecto Arazatí	4
5. Ventajas Operativas de las recomendaciones propuestas.....	5
6. Verificación de parámetros de diseño del proyecto Arazatí.....	6
7. Cálculos y datos adicionales.....	7
7.1 Consumo de energía comparativo por m ³ :	7
7.2 Costos de desalinización trabajando 3 meses por año.....	7
7.3 Reservorios operacionales para agua potable (ejemplos)	8
7.4 Control Biológico de Reservorios con Peces	9

1. Objetivo de la consultoría y del presente informe

En marzo de 2022 se firmó un acuerdo entre Mekorot Water Co., la empresa nacional de agua de Israel y Obras Sanitarias del Estado (OSE) del Uruguay. Por el mismo Mekorot proveerá servicios de consultoría en las siguientes áreas: (a) Planificación a mediano y largo plazo, incluyendo los asuntos regulatorios correspondientes, (b) Priorizar los proyectos actuales y futuros, proponer soluciones alternativas para el corto, mediano y largo plazo; (c) Reducir las pérdidas en las redes de transmisión y distribución; (d) Desarrollo de capacidades; (e) Diagnóstico del estado actual de todos los recursos hídricos disponibles y recuperables de la región definida; (f) Proponer acciones para mejorar la situación actual: cantidad, calidad y aptitud de los recursos hídricos; (g) Hidrología Subterránea y Perforaciones; (h) Procesos y plantas de tratamiento de Ósmosis Inversa de Agua de Mar; (i) Procesos y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales; (j) Análisis del Diseño de Proyectos de Riego; (k) Medición de agua remota (medición inteligente).

En el marco del trabajo, se realizó una visita a Uruguay entre el 16 y 23 de mayo de 2022 de 2 expertos de Mekorot, Dr. Diego Berger e Ing. Hilel Mossak con el objetivo de entender el abastecimiento de agua a Montevideo y analizar el proyecto Arazatí (Neptuno) en ese contexto.

Este primer informe presenta el análisis realizado durante la visita y previamente, basándose en el estudio de factibilidad presentado por el consorcio que promueve la iniciativa. Las siguientes preguntas fueron las que condujeron el trabajo:

- ¿Cuál es la confiabilidad del abastecimiento de agua a la ciudad de Montevideo?
- ¿Es necesaria una segunda fuente de agua?
- ¿Cuáles son las proyecciones de demanda de la región metropolitana de Montevideo?
- ¿Como el proyecto presentado se incorpora dentro del sistema actual de abastecimiento?
- ¿Es necesario realizar cambios en el proyecto presentado?

2. Principales Características del Abastecimiento a la ciudad de Montevideo

- El área metropolitana de Montevideo cuenta con aproximadamente 1.8 Millones de habitantes.
- El abastecimiento se realiza con una sola Fuente de Agua Potable, el río Santa Lucía, cuyas aguas son tratadas en la planta de Aguas Corrientes.
- Esta planta funciona prácticamente sin pausa, 24/7.
- Las reservas operativas de Agua Potable para toda la ciudad son aproximadamente 100.000 m³. Este volumen es muy bajo en comparación con el consumo diario, el cual oscila entre 500.000 y 650.000 m³.
- Cuando ocurre una falla operativa grande en la planta de Aguas Corrientes, de aproximadamente 3 horas, comienzan interrupciones de abastecimiento de agua

potable en Montevideo, existiendo la posibilidad de un corte total de servicio.

- El Agua No Contabilizada es muy alta, rondando el 45%. De acuerdo con lo informado, el centro de la ciudad, en donde las cañerías son más viejas, concentra la mayoría de las pérdidas físicas, en tanto que la región periférica, las pérdidas administrativas.

3. Principales Recomendaciones

Para mejorar el abastecimiento de agua en la región metropolitana de Montevideo se recomiendan implementar las siguientes acciones divididas en dos etapas. De más está decir que la solución es la suma de todos los pasos sugeridos y no sólo una parte de ellos mismos. Debido al incremento de la población en la región este de Montevideo (o migración hacia ese sector), no se analiza el abastecimiento de agua a la ciudad de Montevideo sino en la región comprendida entre la misma y la ciudad de Punta del Este.

Primera Etapa:

- Incorporar reservorios¹ de agua potable en Montevideo para aumentar la confiabilidad del sistema de abastecimiento. En un comienzo con un volumen equivalentes a un día de consumo, unos 600.000 m³ en total. Una alternativa buena es localizar uno en Melilla y otros cerca a los reservorios existentes (Cerro, Cerrito) y también en la parte este de la ciudad. La localización exacta debe ser analizada tomando en cuenta escenarios de falla en las distintas cañerías de suministro dentro de la ciudad.
- Tener dos fuentes de agua independientes: Río Santa Lucía (Aguas Corrientes) + Río de la Plata (una planta nueva de agua potable en Arazatí).
 - El criterio que se usa en Israel: tener dos fuentes independientes donde cada una puede abastecer el 70% del consumo diario máximo.
- Bajar el porcentaje de Agua No Contabilizada a un nivel del 25%. Esta acción liberará aproximadamente 40 millones m³ por año o 120.000 m³ por día. El mayor esfuerzo debe ser concentrado en la reducción de las pérdidas físicas ya que las pérdidas administrativas son en realidad un consumo de agua. Está demostrado que reducir pérdidas es en definitiva la alternativa más barata.
- Revisar y actualizar un Plan de Emergencia de Abastecimiento de Agua a Montevideo. Esto debe tomar en cuenta la posibilidad de que Aguas Corrientes salga de servicio por algunos días.

Segunda Etapa:

- Aumentar la capacidad de abastecimiento en la Región Este (hasta Solís Grande), agregando una nueva tubería, con opción en un futuro de llegar hasta la ciudad de Punta del Este. Es posible que deba ser incrementada la capacidad de bombeo en la línea adicionando un recalque.

¹ Ver ejemplos de reservorios en ítem 7.3.

- Considerar la posibilidad de utilizar peces para el pretratamiento en Aguas Corrientes para así reducir los picos de floración de algas y la carga orgánica a los filtros, reduciendo costos operativos².

4. Modificaciones Propuestas al Proyecto Arazatí

El objetivo del proyecto Arazatí es mejorar el suministro de agua a la ciudad aumentando la confiabilidad del sistema de abastecimiento.

- La planta debe abastecer agua potable la mayoría del tiempo y, por lo tanto, construyendo los reservorios operacionales dentro de la ciudad, el reservorio de agua cruda propuesto (Pólder de 10 Mm³), no es necesario.
- Todos los elementos relacionados con el pólder no son necesarios ahora.
- La ubicación de la Planta de Tratamiento en Arazatí puede ser optimizada, ya que no debe estar cerca del pólder.
- Es posible optimizar el material de las tuberías (que en la propuesta original es de acero dúctil) considerando incorporar, protección catódica y fibras ópticas. Al haber una mayor cantidad de proveedores, se podría reducir el costo de las tuberías, lo que representa casi un 70% del costo de la obra.

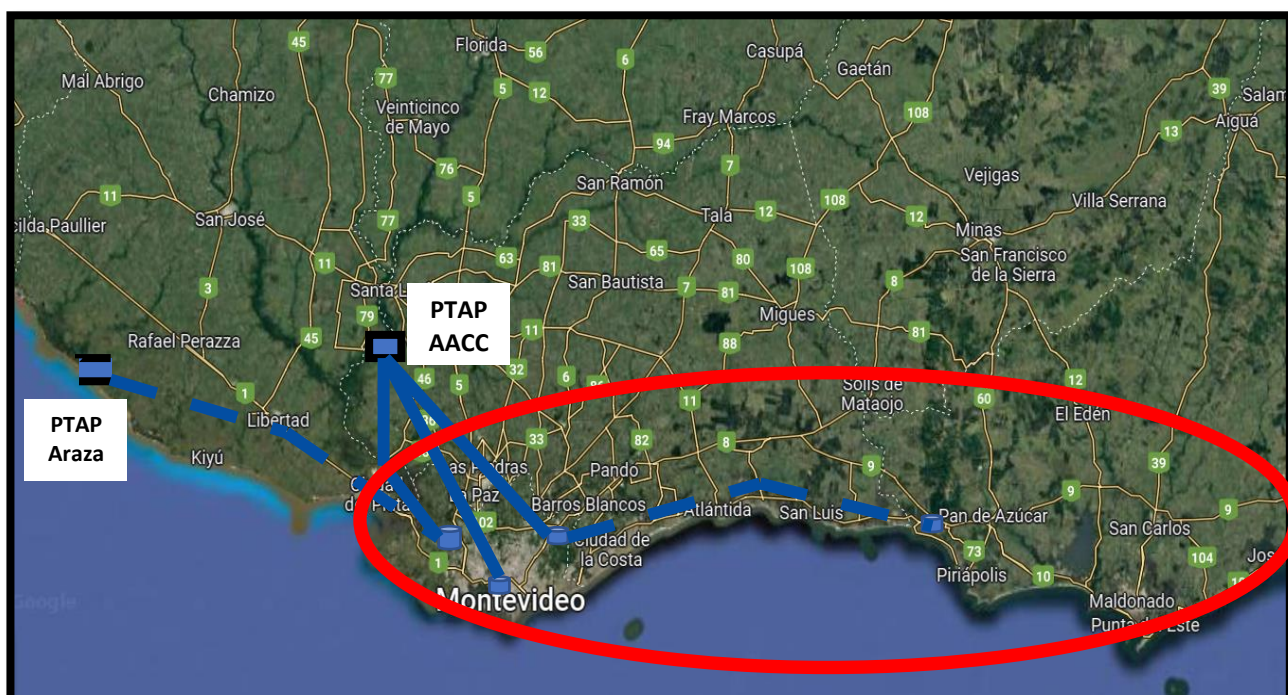


Ilustración 1 La región considerada en el análisis

² Ver explicación en ítem 7.4.

5. Resultado de las recomendaciones propuestas

- El Sistema de abastecimiento de la región Metropolitana de Montevideo tendrá finalmente **redundancia**, posibilitando que las dos fuentes no necesiten trabajar a su máxima capacidad.
- Se posibilitará la operación de Aguas Corrientes en horas en donde el precio de la energía es menor resultando en la reducción de costos energéticos que se estima en un 10%.
- Será posible el mantenimiento preventivo en Aguas Corrientes con la consiguiente reducción de fallas e inversiones futuras.
- Durante los períodos en que la salinidad del agua del Río de la Plata sea mayor que la permitida por la norma de agua potable del Uruguay (250 mg/l de Cloruros), la planta de Arazatí continuará produciendo agua. Esta agua será mezclada con el agua existente en una cámara de mezclado al lado del reservorio operativo de Melilla, el cual será alimentado también por la planta de Aguas Corrientes.
- En eventos en los que la salinidad sea tan alta y la mezcla no sea suficiente para abastecer agua dentro de la norma, la planta de Arazatí no trabajará.
- Todas las fuentes de agua en la región al este de Montevideo estarán conectadas aumentando la flexibilidad y confiabilidad operacional, permitiendo la gestión integrativa de todos los recursos hídricos de la mejor manera.
- La reducción de ANC en la ciudad de Montevideo creará excedentes que serán enviados hacia la región este, eliminando la necesidad de plantas de desalinización en esa región.
- La demanda de agua debida al aumento previsto de la población en toda la región de análisis podrá ser cubierta sin problemas por el sistema propuesto.
- Si la modalidad considerada para promover el Proyecto Arazatí será BOT o DBOT, por ejemplo, se deberá analizar y definir el volumen mínimo de abastecimiento diario, con las desviaciones permitidas en los diferentes períodos (semana, mes, bimestre, año), considerando la salinidad del agua a la entrada de la planta. También se deberá considerar las reglas de operación en conjunto con la planta de Aguas Corrientes.

6. Verificación de parámetros de diseño del proyecto Arazatí

1. Capacidad de producción diaria

El consumo máximo se encuentra actualmente en 650.000 m³ por día. Considerando, por ejemplo, un nivel de 25% de pérdidas futuras (reducción del ANC en un 20%, escenario 2 en la tabla a continuación), el consumo sería 520.000 m³ por día. De acuerdo con el criterio utilizado en Israel, se deben tener dos fuentes independientes donde cada una puede abastecer el 70% del consumo diario máximo, lo que representaría en este caso unos 364.000 m³.

Escenario	Consumo Actual (m ³ /día)	ANC (%)	RANC (%)	Consumo (%)	Consumo (m ³ /día)	70% Consumo (m ³ /día)
1	650,000	20	25	75	487,500	341,250
2	650,000	25	20	80	520,000	364,000
3	650,000	30	15	85	552,500	386,750
4	650,000	35	10	90	585,000	409,500
5	650,000	40	5	95	617,500	432,250

Esta tabla presenta el mismo cálculo para distintos niveles de reducción de la ANC, de 5 a 25 %. Por lo tanto, la capacidad máxima de diseño del Proyecto Arazatí, de 400.000 m³ por día, sería correcto si el nivel de ANC es menor que 35%. Se podría refinar este cálculo analizando diferentes escenarios de falla del sistema de abastecimiento de la ciudad (cuanto tiempo dejará de funcionar Aguas Corrientes, por ejemplo 12 horas, 1 día o 3 días) y combinarlos con la capacidad de almacenamiento operativo dentro de la ciudad (que proponemos aquí sea de por lo menos 600.000 m³ y el cual debe ser también optimizado en el mismo análisis).

2. Diámetro de la cañería de aducción

El diámetro de la cañería de aducción depende de un número de componentes: costo de cañería (incluyendo el flete) y obra de instalación, costo de energía, interés, años que se toman en el cálculo. Todos estos parámetros se utilizan para decidir cuál es el diámetro más económico.

En la siguiente tabla se puede ver una propuesta de diámetro en función del caudal:

Caudal (m ³ /hr)	Diámetro (mm)
7.000--9.000	1.350
9.000--10.000	1.500
10.000--11.000	1.600
11.000--17.000	1.700
>17.000	2.000

Por supuesto que tiene mucha importancia cada componente y se puede también decir, que, por la gran inversión en tubería, es posible que al final se elija un diámetro menor lo que produciría más costos de energía. Por el consumo de energía hay que verificar también que la tubería elegida sea la apropiada a las altas presiones a la salida de la estación de bombeo. El diámetro óptimo deberá ser elegido en el proceso de licitación.

7. Cálculos y datos adicionales

7.1 Consumo de energía comparativo por m³:

- 1) Conducir agua 100 km en cañería
0.50 kwh
- 2) Desalinizar agua de mar
3-3.5 kwh

7.2 Costos de desalinización trabajando 3 meses por año

Para saber el costo real del agua producida por una planta desaladora que trabaja sólo 3 meses por año, es necesario diseñar esa planta. El costo de inversión de la planta es función, entre otras cosas, de la capacidad de producción diaria, independiente de cuantos días por año trabaje. Esta inversión deberá ser dividida por la cantidad de agua abastecida. Además, el mantenimiento de las membranas durante el período de tiempo que no se produzca agua, exige entre otras cosas, mantener las membranas en solución especial y producir agua para lavarlas en forma periódica, lo que también tiene su costo operativo. Aquí estimamos cuanto sería el costo de producción tomando dos ejemplos: 1) la planta de Hadera (Israel), 2) valores estadísticos.

1) Ejemplo 1, basado en precio del agua en la planta desaladora de Hadera (Israel)

- El precio del m³ abastecido es 0.80 U\$S
- El precio del m³ no abastecido es 0.35 U\$S
- Por lo tanto, si un cuarto del tiempo (3 meses por año) abasteceríamos agua y tres cuartos no (9 meses por año), el precio del m³ abastecido sería:
 $P = 0.35 \cdot 3 + 0.80 \cdot 1 = 1.95 \text{ U$S/m}^3 \rightarrow 2.44 \text{ veces el costo del m}^3 \text{ de agua abastecida}$

2) Estadísticamente, es posible dividir el costo base del m³ producido en 3 partes, las cuales tienen aproximadamente el mismo peso: 1/3 energía + 1/3 capital + 1/3 membranas y químicos.

- Dividiendo el costo de capital entre el agua abastecida, como fue hecho previamente $\rightarrow P = 1/3 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = 2$ o sea, 2 veces el costo del m³ de agua abastecida.
- A ese costo hay que sumar parte de los costos de mantenimiento como fue explicado anteriormente.

7.3 Reservorios operacionales para agua potable (ejemplos)

Reservorio de cubierta flotante de 300.000 m³, costo en Israel: 10 millones de dólares. Todos los reservorios de agua potable en Israel deben ser cubiertos, y en caso de que no sean tanques de cemento, se debe usar este tipo de cubierta flotante.



Tanques de cemento de 75.000 m³, costo en Israel: 16 millones de dólares.



Para elegir el tipo de reservorio apropiado, se debe analizar los costos de los diferentes tipos de reservorios en Uruguay, incluyendo el terreno necesario, la construcción y operación.

7.4 Control Biológico de Reservorios con Peces

En la Planta de Filtrado de Eshkol en Israel, con una capacidad de 72.000 m³/hora (1,7 Millones de m³ por día), el agua es tratada con peces después de la pileta de sedimentación. Este tratamiento permite alcanzar una turbidez máxima de 1 NTU. Hasta el año 2005 el agua era abastecida luego de este tratamiento y cuando se construyó la Planta de Filtrado en 2006, se mantuvo este tratamiento para poder reducir la carga orgánica de entrada a la planta y reducir los costos operativos.

Todos los reservorios que contienen aguas de efluentes tratados para ser reusados en agricultura contienen peces para evitar principalmente la floración de algas (por el alto contenido de materia orgánica en los efluentes tratados).

Los objetivos de este tratamiento son:

- Control de floración de algas.
- Control de plancton, vegetación sumergida, caracoles e insectos acuáticos.
- Reducir la acumulación de materia orgánica en el fondo del reservorio.

