

# INICIATIVA PRIVADA PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL ÁREA METROPOLITANA DE MONTEVIDEO

## PROYECTO ARAZATÍ



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD (RD N°195/21)

VOLUMEN N°1:  
ESTUDIOS BÁSICOS Y DE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO



SAN JOSÉ/MONTEVIDEO – URUGUAY  
MARZO 2022

CONSORCIO AGUAS DE MONTEVIDEO

saceem

Berkes

CIEMSA

Fast

seinco

CS Ingenieros



INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	13
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA METROPOLITANO DE MONTEVIDEO .....	16
2.1	Alcance y objetivo del capítulo .....	16
2.2	Introducción .....	16
2.3	Fuente de agua bruta: Río Santa Lucía y obras de regulación y reserva .....	16
2.3.1	<i>Cuenca del Río Santa Lucía .....</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Reservas de agua bruta en Cuenca del Río Santa Lucía .....</i>	<i>18</i>
2.4	Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes .....	19
2.4.1	<i>Descripción y capacidad de instalaciones existentes .....</i>	<i>19</i>
2.4.2	<i>Capacidad de Tratamiento Actual .....</i>	<i>31</i>
2.4.3	<i>Análisis de capacidad de tratamiento proyectada .....</i>	<i>32</i>
2.4.4	<i>Capacidad de producción actual y proyectada: resumen y conclusiones. ....</i>	<i>34</i>
2.5	Instalaciones de Bombeo de Agua Tratada y Aducción al Sistema Metropolitano	35
2.5.1	<i>Aducción al Sistema Metropolitano. ....</i>	<i>37</i>
2.5.2	<i>Análisis del potencial de capacidad de aducción .....</i>	<i>39</i>
3	PROYECCIÓN DE DEMANDA .....	42
3.1	Alcance y objetivos .....	42
3.2	Introducción .....	42
3.3	Recopilación de antecedentes .....	43
3.3.1	<i>Proyección PDAPM 2000 .....</i>	<i>43</i>
3.3.2	<i>Proyección estudio AGUASUR 2013 .....</i>	<i>44</i>
3.3.3	<i>Proyección SEINCO H&amp;S 2017 .....</i>	<i>45</i>
3.4	Proyección de la demanda de agua potable del sistema Metropolitano para 2035-2045 .....	45
3.5	Otras localidades de San José a ser abastecidas por el proyecto .....	46
3.6	Demanda de seguridad .....	48
4	ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA BRUTA EN LA ZONA DE CAPTACIÓN .....	49
4.1	Alcance y objetivos específicos del capítulo .....	49
4.2	El Río de la Plata .....	49
4.3	Caracterización físico-química e hidrobiológica .....	52

4.4	Características fisicoquímicas actuales del Río de la Plata en la costa de San José	61
4.4.1	<i>Introducción</i> .....	61
4.4.2	<i>Estación de monitoreo puntual y del CTD</i> .....	62
4.4.3	<i>Parámetros de calidad y fisicoquímicos</i> .....	62
4.4.4	<i>Conclusiones</i> .....	80
5	ESTUDIO DE SALINIDAD EN LA ZONA DE CAPTACIÓN .....	82
5.1	Introducción.....	82
5.2	Características de los modelos empleados.....	82
5.3	Configuración global .....	83
5.3.1	<i>Implementación del modelo hidrodinámico</i> .....	83
5.3.2	<i>Validación hidrodinámica</i> .....	89
5.4	Puntos de Monitoreo.....	94
5.5	Escenarios considerados.....	95
5.6	Resultados de las simulaciones extendidas.....	97
5.6.1	<i>Generalidades</i> .....	97
5.6.2	<i>Frecuencias de ocurrencia</i> .....	98
5.6.3	<i>Duración de eventos en Arazatí</i> .....	103
5.6.4	<i>Duración de los eventos del año 2015</i> .....	104
5.6.5	<i>Duración de eventos extremos en Arazatí</i> .....	108
5.7	Conclusiones .....	111
5.8	Nueva implementación y calibración del modelo de salinidad.....	112
5.8.1	<i>Modificación del modelo</i> .....	112
5.8.2	<i>Resultados obtenidos</i> .....	113
5.9	Conclusiones de la nueva calibración .....	115
5.10	Actualización de información relevante .....	116
5.10.1	<i>Introducción</i> .....	116
5.10.2	<i>Registros de salinidad de la sonda multiparámetro en zona de captación</i> 116	
5.10.3	<i>Situación hidrológica presente</i> .....	117
5.10.4	<i>Correlación del estiaje fluvial de afluentes frente a niveles de salinidad medidos en Arazatí</i> .....	119
5.10.5	<i>Valoración del estiaje fluvial en ríos Paraná y Uruguay</i> .....	120
5.10.6	<i>Conclusiones</i> .....	127

6	ANÁLISIS DE COBERTURA OFERTA-DEMANDA Y DEFINICIÓN DE CAPACIDAD DE NUEVA PLANTA POTABILIZADORA .....	129
6.1	Objetivo y alcance del Capítulo .....	129
6.2	Análisis de suficiencia en capacidad de la fuente y reserva de agua bruta... 130	
6.2.1	<i>Balance hídrico oferta/demanda de agua bruta</i> .....	130
6.2.2	<i>Hipótesis asumidas</i> .....	131
6.3	Revisión del balance, con volumen de consumos propios fijos en las plantas potabilizadoras .....	131
6.3.1	<i>Demanda proyectada de agua potable</i> .....	131
6.3.2	<i>Estudio de análisis de demanda en distintos escenarios</i> .....	133
6.3.3	<i>Resultados</i> .....	134
6.4	Resumen de resultados .....	136
6.5	Determinación de la reserva de agua dulce en Arazatí.....	136
6.5.1	<i>Introducción</i> .....	136
6.5.2	<i>Cálculos realizados</i> .....	137
6.6	Conclusiones .....	141
7	RESÚMEN DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS .....	142
7.1	Antecedentes y Justificación.....	142
7.2	Descripción resumida de alternativas .....	142
7.2.1	<i>Alternativa N°1</i> .....	142
7.2.2	<i>Alternativa N°2</i> .....	143
7.2.3	<i>Alternativa N°3</i> .....	144
7.3	Estimación de Costos de las Alternativas Consideradas.....	145
7.4	Descripción General de la Alternativa N°1 Seleccionada .....	148
8	ANÁLISIS PRELIMINAR PARA CONCEPCIÓN DE TRATAMIENTO EN NUEVA PLANTA POTABILIZADORA EN EL RÍO DE LA PLATA .....	150
8.1	Análisis y selección del proceso de tratamiento .....	150
8.1.1	<i>Introducción</i> .....	150
8.1.2	<i>Normas de Calidad</i> .....	150
8.1.3	<i>Calidad de Agua en el área de Proyecto</i> .....	151
8.1.4	<i>Fuentes de agua eutrofizadas, materia orgánica natural y su remoción</i> 152	
8.1.5	<i>Estabilidad del agua: corrosividad y agresividad</i> .....	156
8.1.6	<i>Calidad bacteriológica y desinfección</i> .....	156

8.1.7	<i>Resumen de condiciones de calidad exigibles y procesos de tratamiento más apropiados.</i>	157
8.1.8	<i>Secuencia de procesos de tratamiento sugeridos</i>	161
8.1.9	<i>Planta Potabilizadora de Laguna del Sauce como ejemplo de secuencia de proceso</i>	163
8.2	Propuesta básica de Planta de Tratamiento de Agua Potable	164
9	EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE EUTROFICACIÓN EN RESERVA DE AGUA DULCE	165
9.1	Introducción	165
9.2	Aplicación del modelo a la reserva emergencial de agua dulce	166
10	INTEGRACIÓN DE LA NUEVA FUENTE AL SISTEMA METROPOLITANO	169
10.1	Introducción	169
10.2	Objetivo y alcance	169
10.3	Proyección y distribución de la demanda	170
10.3.1	<i>Proyección de la demanda</i>	170
10.3.2	<i>Distribución de la demanda</i>	171
10.4	Descripción del sistema actual	173
10.4.1	<i>La 6ta Línea de Bombeo (6LB)</i>	173
10.4.2	<i>Recalque Melilla</i>	173
10.5	Diseño del nuevo sistema de aducción	174
10.6	Lineamientos conceptuales para el diseño	175
10.7	Análisis de escenarios propuestos	176
10.7.1	<i>Ajustes al modelo hidráulico EPANET</i>	177
10.7.2	<i>Escenario 1 – Diseño para la Demanda Máxima Diaria 2045</i>	178
10.7.3	<i>Escenario 2 – Situación con producción reducida PTAP Arazatí 2045</i>	183
10.7.4	<i>Escenario 3 – Demanda Máxima Diaria de corto plazo, año 2025</i>	189
10.7.5	<i>Escenario 4 – Demanda Media Diaria de corto plazo, año 2025</i>	195
10.8	ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE CONTINGENCIA	201
10.8.1	<i>Contingencias en Línea de Bombeo de Aguas Corrientes</i>	201
10.8.2	<i>Contingencia por falta de energía en recalque Melilla</i>	211
10.9	CONCLUSIONES	217
11	ANEXOS	219
11.1	Nota Comisión Asesora	219
11.2	Características Físicoquímicas e Hidrobiológicas del Río de la Plata	221

11.2.1	<i>Eutrofización y blooms fitoplanctónicos en el Río de la Plata</i> .....	221
11.2.2	<i>Características hidroquímicas del Río de la Plata</i> .....	227
11.2.3	<i>Clorofila a y ocurrencia de floraciones en el Río de la Plata</i> .....	242
11.3	Informes de Sonda de Monitoreo Continuo del IMFIA (CTD).....	254
11.4	Resultados de pruebas de laboratorio en sitio (punto PM01).....	255

### Lista de Tablas, Figuras y Gráficos

Tabla 2-1:	Caudales Cuenca del Río Santa Lucía (Fuente: DNH) .....	18
Tabla 2-2:	Capacidades medias y picos de las principales unidades de producción.....	31
Tabla 2-3:	Producción de Aguas Corrientes al 2016.....	32
Tabla 2-4:	Características de principales aductoras de agua tratada al Sistema Montevideo. ....	36
Tabla 2-5:	Caudales de Líneas de Bombeo en Aguas Corrientes. Verano 2021.....	40
Tabla 3-1:	Proyección demanda de agua potable (AGUASUR) .....	44
Tabla 3-2:	Proyección demanda de agua potable (SEINCO - H&S 2017) .....	45
Tabla 3-3:	Síntesis proyección demanda de agua potable.....	45
Tabla 3-4:	Síntesis proyección consumo de agua bruta en PTAP Aguas Corrientes. ....	46
Tabla 3-5:	Datos censales y proyección de población para las localidades de San José.....	47
Tabla 3-6:	Demanda estimada para las localidades de San José. ....	48
Tabla 4-1:	Valores estadísticos de la concentración del material particulado en suspensión (mg/L) .....	56
Tabla 4-2:	Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua determinados en el PM01. .	63
Tabla 4-3:	Estándares de referencia para los parámetros fisicoquímicos. ....	65
Tabla 4-4:	Resultados fisicoquímicos y biológicos en agua en el punto PM01 a 3 m de profundidad.....	69
Tabla 4-5:	Resultados de parámetros de laboratorio de muestras del IMFIA para el CTD. ....	80
Tabla 5-1:	Valores de caudales del Río Paraná y Río Uruguay correspondientes a flujos altos, medios y bajos. (Tomado de Fossati et al 2008) .....	95
Tabla 5-2:	Valores de caudales del Río Paraná y Río Uruguay correspondientes al período 1999-2007.....	96
Tabla 5-3:	Escenarios simulados período 1993-2020.....	97
Tabla 5-4:	Resumen de resultados de la simulación extendida. P1: Cufre, P2: Pavón, P6: Arazatí.....	102
Tabla 5-5:	Duración de los 72 eventos ocurridos en Arazatí (28 años de simulación).....	104
Tabla 5-6:	resultados de la nueva calibración .....	114
Tabla 5-7:	Estimación de caudal del río Paraná en Rosario para los mínimos registrados en las dos ventanas de bajantes.....	121
Tabla 5-8:	Estimación de caudal del río Uruguay en Concordia para los mínimos registrados en las dos ventanas de bajantes.....	122
Tabla 5-9:	Frecuencia de ocurrencia anual de aguas bajas (caudales de estiaje) en el río Paraná (Fuente: INA 2002) .....	124

Tabla 5-10: Frecuencia de ocurrencia anual de caudales de estiaje (aguas bajas) en el río Uruguay (Fuente: INA 2002).....	125
Tabla 5-11 Períodos de aguas bajas inferiores al umbral de 11.000 m <sup>3</sup> /s para el río Paraná en período 1971-2001 (Fuente: INA 2002). ....	126
Tabla 6-1: Caudal de consumo diario de agua tratada para cada mes al año 2045. ...	132
Tabla 6-2: Caudal de consumo diario de agua bruta para cada mes al año 2045. ....	133
Tabla 6-3: Caudal de consumo máximo de agua tratada para años 2035 y 2045. ....	133
Tabla 6-4: Datos de entrada – Análisis de demanda. ....	134
Tabla 6-5: Resultados Análisis de demanda. ....	135
Tabla 6-6: Demanda de agua tratada y número de fallas tipo 1 por año. ....	135
Tabla 6-7: Datos de entrada – Análisis de demanda. ....	136
Tabla 6-8: Resultados Análisis de demanda. ....	136
Tabla 6-9: Caudales correspondientes al balance de masa. ....	138
Tabla 7-1: Principales componentes de Alternativa N°1.....	143
Tabla 7-2: Principales componentes de Alternativa N°2 toma en Cufre y caudal de producción de 229.000m <sup>3</sup> /d.....	144
Tabla 7-3: Principales componentes de variante toma en Arazatí y caudal de producción de 267.000m <sup>3</sup> /d.....	145
Tabla 7-4: Descripción de alternativas para estimación de costos.....	145
Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí (Fuente: OSE). ..	151
Tabla 8-2: Comparación de la eficiencia de eliminación de algas. Casos de Flotación y Sedimentación, con cloruro férrico y sulfato de aluminio como coagulantes.....	155
Tabla 8-3: Análisis comparativo de remoción de toxinas para distintos procesos físico-químicos.....	160
Tabla 8-4: Análisis comparativo de remoción de toxinas para distintos procesos oxidativos.....	160
Tabla 8-5: Principales Objetivos de Calidad .....	161
Tabla 9-1: Resultados tabulado de la aplicación del modelo de Vollenweider al Polder. ....	166
Tabla 11-1: Estaciones de monitoreo ambiental de DINAMA en el Río de la Plata.....	228
Tabla 11-2: Estadística descriptiva de datos de conductividad (μS/cm).....	233
Tabla 11-3: Estadística descriptiva de datos de OD (mg/L).....	233
Tabla 11-4: Estadística descriptiva de datos de pH.....	236
Figura 2-1: Cuenca y Subcuencas del Santa Lucía .....	17
Figura 2-2: Principales cursos y presas de la cuenca de Aguas Corrientes .....	19
Figura 2-3: Obra de toma N°4.....	20
Figura 2-4: Recalque en presa de aguas corrientes.....	22
Figura 2-5: Planta General Planta Aguas Corrientes. ....	23
Figura 2-6: Izquierda: Canal de mezcla con cambio de pendiente para sedimentadores horizontales. Derecha: contactores de CAP. ....	24
Figura 2-7: Floccodcantadores de alta tasa. ....	25
Figura 2-8: Izquierda: Filtros de manto único. Derecha: Filtros bicapa. ....	26
Figura 2-9: Sistema de cloración: Ton containers en uso (izquierda) y Cloradores (derecha).....	26

Figura 2-10: Sistema de cloración: Sistema change over (izquierda) y Evaporadores (derecha).....	27
Figura 2-11: Sistema de cloración: Sala de Cloradores (izquierda) y Eyectores de Intercloración (derecha). .....	27
Figura 2-12: Instalaciones de monitoreo On-Line en laboratorio de Aguas Corrientes	28
Figura 2-13: Sistema de dosificación de dióxido de cloro. Izquierda: equipos de generación, Derecha: silos de acopio de ácido sulfúrico. ....	29
Figura 2-14: Sistema de acopio y dosificación de ácido sulfúrico. ....	29
Figura 2-15: Sistema de dosificación de CAP, preparación de la suspensión. ....	30
Figura 2-16: Sistema de dosificación de CAP: bombas peristálticas de dosificación. ....	31
Figura 2-17: Contactor de Ozono, corte.....	33
Figura 2-18: Imágenes de Salas de Bombas. ....	35
Figura 2-19: Booster de bombas KSB. ....	36
Figura 2-20: Aductoras principales de la Red de Distribución del Sistema Metropolitano .....	39
Figura 3-1: Volúmenes producidos y facturados, y proyección de demanda (PDAPM)	43
Figura 3-2: Localidades de San José que posiblemente serán abastecidas por el proyecto. ....	47
Figura 4-1: Ambientes presentes en el Río de la Plata y su Frente Marítimo .....	50
Figura 4-2: Distribución media de densidad del frente de turbidez .....	51
Figura 4-3: Distribución media de densidad del frente de turbidez .....	52
Figura 4-4: Indicador de nutrientes para Latinoamérica y el Caribe modelado entre 2000 y 2050 .....	53
Figura 4-5: Conductividad media ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y desvío estándar por estación de muestreo . ....	54
Figura 4-6: Estadísticos descriptivos de OD ( $\text{mg}/\text{L}$ ). ....	55
Figura 4-7: Variabilidad espacial y temporal del material particulado en suspensión ( $\text{mg}/\text{L}$ ). ....	57
Figura 4-8: Medición continua de turbidez (NTU) y solidos suspendidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ) en el Río de la Plata. ....	58
Figura 4-9: Imagen satelital con el Frente de Máxima Turbidez. ....	59
Figura 4-10: Registros históricos de floraciones entre Colonia y San José. ....	60
Figura 4-11: Área de estudio y resultados del monitoreo de floraciones de Kruk et al. (2015). ....	61
Figura 4-12: Estación del muestreo del monitoreo puntual y ubicación del CTD. ....	62
Figura 4-13 Niveles de alerta para cianobacteria en agua para suministro.....	67
Figura 4-14 Niveles de alerta para cianobacterias en agua recreacionales.....	68
Figura 4-15 Cianobacteria <i>Aphanothece</i> sp. presente en PM01 en diciembre de 2021.	71
Figura 4-16 Perfiles verticales de OD, pH, temperatura y conductividad en el punto PM01 .....	72
Figura 4-17 Serie de datos de profundidad (m) .....	73
Figura 4-18 Serie de datos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	74
Figura 4-19 Serie de datos de salinidad (psu) .....	75
Figura 4-20 Serie de datos de turbidez (NTU) .....	76
Figura 4-21 Serie de datos de CDOM (ppb).....	77
Figura 4-22 Serie de datos de fluorescencia de clorofila a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ).....	78

Figura 4-23 Serie de datos de fluorescencia de ficocianina (ppb) .....	79
Figura 5-1: Contorno del dominio de cálculo utilizado en la modelación en la primera etapa del estudio. ....	83
Figura 5-2: Malla en elementos finitos utilizada en la modelación. ....	84
Figura 5-3: Vista regional de la malla en elementos finitos utilizada en la modelación. ....	85
Figura 5-4: Detalle de la malla en elementos finitos en la zona de Arazatí. ....	85
Figura 5-5: Batimetría en la zona de Arazatí. ....	86
Figura 5-6: Grilla de vientos desde la que se interpola a la malla en elementos finitos. ....	88
Figura 5-7: Caudales fluviales totales durante Marzo de 2004. ....	90
Figura 5-8: Velocidad y dirección de viento durante Marzo de 2004. ....	90
Figura 5-9: Comparación de niveles medidos y obtenidos con el modelo en las estaciones mareográficas de Montevideo, Colonia y Buenos Aires, durante Marzo de 2004. ....	91
Figura 5-10: Salinidad en Arazatí. Resultados modelos (línea), valores medidos OSE (puntos), Marzo de 2004. ....	91
Figura 5-11: Caudales fluviales totales durante Abril de 2004. ....	92
Figura 5-12: Velocidad y dirección de viento durante Abril de 2004. ....	92
Figura 5-13: Velocidad y dirección de viento durante Abril de 2004. ....	93
Figura 5-14: Salinidad en Arazatí. Resultados modelos (línea), valores medidos OSE (puntos), Abril de 2004. ....	93
Figura 5-15: Ubicación de los puntos de monitoreo de salinidad. ....	94
Figura 5-16: Serie temporal eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). ....	98
Figura 5-17: Curva de frecuencia de salinidad en Arazatí (28 años) ....	99
Figura 5-18: Salinidad-Duración de los eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). ....	99
Figura 5-19: Serie temporal salinidad en Cufre (28 años de simulación). ....	100
Figura 5-20: Curva de frecuencia de salinidad en Cufre (28 años de simulación). ....	100
Figura 5-21: Salinidad-Duración de los eventos de salinidad en Cufre (28 años de simulación). ....	101
Figura 5-22: Curva de frecuencia de duración de los eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). ....	102
Figura 5-23: Curva de frecuencia de duración de los eventos de salinidad en Cufre (28 años de simulación). ....	103
Figura 5-24: Variación de la salinidad en Arazatí año 2015. ....	105
Figura 5-25: Variación temporal intensidad de viento año 2015. ....	105
Figura 5-26: Variación temporal de la dirección del viento año 2015. ....	106
Figura 5-27: Variación de la salinidad en Arazatí año 2015 (Nivel año 2004, caudal año 2004). ....	107
Figura 5-28: Variación de la salinidad en Arazatí año 2015 (Nivel año 2004, caudal año 2001). ....	107
Figura 5-29: Variación de la salinidad en Arazatí año 2015 (Nivel año 2004, caudal año 2007). ....	108
Figura 5-30: Curva de densidad de probabilidades GEV para la duración de los eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). ....	109
Figura 5-31: Curva de Periodo de Retorno Tr (años) para la duración de los eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). ....	110

Figura 5-32: Curva de densidad de probabilidades GEV para los intervalos de tiempo entre eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación).....	110
Figura 5-33: Curva de Periodo de Retorno Tr (años) de mínimos para el intervalo de tiempo entre eventos de salinidad en Arazatí (28 años de simulación). .....	111
Figura 5-34: nueva frontera y malla de cálculo (se muestra el borde del modelo anterior). .....	112
Figura 5-35: Resultado de la calibración julio-diciembre 2021 .....	113
Figura 5-37: Serie de salinidad del agua a 0,50 m del lecho (1 PSU = ppm). Las líneas verticales indican las visitas de mantenimiento.....	117
Figura 5-38: Cuenca del Plata y sus Centrales Hidroeléctricas de más de 100 MW de Potencia (Fuente: Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata – CIC).....	118
Figura 5-39: Historial de Alturas Hidrométricas en la Ciudad de Rosario (río Paraná). Período Abril 2021 a Abril 2022 (Fuente: Prefectura Naval Argentina).....	119
Figura 5-40: Historial de Alturas Hidrométricas en el Puerto de Concordia (río Uruguay). Período Abril 2021 a Abril 2022 (Fuente: CARU).....	119
Figura 5-41: Curva de Aforo del Río Paraná en Rosario (Fuente: Antico et al, 2018). .	121
Figura 5-42: Caudales diarios registrados en río Paraná en 2021 (Fuente: Elaboración Ph.D. Ismael Piedracueva). .....	121
Figura 5-43: Niveles mínimos anuales en Puerto de Rosario (Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario).....	123
Figura 5-44: Niveles mínimos anuales en Puerto de Rosario (Fuente: DNH).....	125
Figura 5-45 Duración de bajantes asociados a distintas recurrencias (Gerbec, M. S., & Borús, 2016).....	127
Figura 6-1: Estacionalidad de demanda de consumo al año 2045.....	132
Figura 6-2: Evolución del volumen de reserva de agua dulce.....	139
Figura 6-3: Evolución de volumen de reserva de agua dulce hasta llenado. ....	140
Figura 6-4: Evolución del volumen de reserva de agua dulce en la serie de 28 años. .	140
Figura 7-1: Esquema general alternativa.....	148
Figura 7-2: Perfil altimétrico de la solución (cotas referidas al cero oficial).....	149
Figura 8-1: Comparación de la eficiencia de flotación de la eliminación de algas con tres coagulantes diferentes .....	155
Figura 8-2: Eliminación de algas en flotación, sedimentación y filtración .....	156
Figura 8-3: Diagrama de bloques de tren Inter-ozonización + biofiltración. ....	162
Figura 9-1: Gráfico del modelo de Vollenweider 1980 (Chapra 1997).....	165
Figura 9-2: Resultado gráfico del modelo de Vollenweider aplicado al Polder. ....	167
Figura 11-1: Floraciones en la costa uruguaya en verano de 2019.....	222
Figura 11-2: Mapa con sitios georreferenciados donde se han detectado cianobacterias (1980-2014) .....	223
Figura 11-3: Mapa con sitios georreferenciados donde se han detectado microcistinas (1997 – 2014).....	225
Figura 11-4: Aplicación web de banderas sanitarias .....	226
Figura 11-5: Cantidad de banderas sanitarias colocadas en la temporada estival 2019-2020 .....	226
Figura 11-6: Distribución horizontal de temperatura superficial en el Río de la Plata	227

Figura 11-7: Ubicación de las estaciones de monitoreo ambiental de DINAMA en Colonia .....	228
Figura 11-8: Ubicación de las estaciones de monitoreo ambiental de DINAMA en San José .....	229
Figura 11-9: Distribución horizontal de salinidad superficial en el Río de la Plata .....	231
Figura 11-10: Fotografía de la costa del Río de la Plata frente a Juan Lacaze (Colonia) .....	237
Figura 11-11: Imagen satelital de Río de la Plata (01/05/2021).....	237
Figura 11-12: Material particulado en suspensión en el Río de la Plata .....	238
Figura 11-13: Ubicación del SMATCH en Torre Oyarvide.....	239
Figura 11-14: Mediciones continuas de turbidez en el Río de la Plata .....	239
Figura 11-15: Valores medios de turbidez en el Río de la Plata.....	240
Figura 11-16: Cargas (toneladas/día) de contaminantes y nutrientes aportadas al Río de la Plata .....	241
Figura 11-17: Datos de PT para el Río de la Plata (mg/L) .....	242
Figura 11-18: Datos de NT para el Río de la Plata (mg/L).....	242
Figura 11-19: Clorofila a en el Río de la Plata (2002-2010) .....	244
Figura 11-20: Imágenes MODIS (aqua/terra) de clorofila a en el Río de la Plata y su Frente Marítimo .....	245
Figura 11-21: Seguimiento de blooms cianobacterianos en Juan Lacaze .....	248
Figura 11-22: Seguimiento de blooms cianobacterianos en Cufré .....	250
Figura 11-23: Mapa de las playas de la Red de Monitoreo.....	251
Figura 11-24: Ocurrencia de floraciones entre 2017 y 2020.....	252
Gráfico 11-1: Variación de la temperatura superficial del agua en la costa de Colonia .....	229
Gráfico 11-2: Variación de la temperatura superficial del agua en la costa de San José .....	230
Gráfico 11-3: Variación de la Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la costa de Colonia .....	232
Gráfico 11-4: Variación de la Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la costa de San José .....	232
Gráfico 11-5: Concentración de OD (mg/L) en la costa de Colonia.....	234
Gráfico 11-6: Concentración de OD (mg/L) en la costa de San José .....	235
Gráfico 11-7: pH en la costa de Colonia .....	235
Gráfico 11-8: pH en la costa de San José.....	236

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto presentar a la Administración de Obras Sanitaria del Estado (OSE), la documentación que conforma el Estudio de Factibilidad para el Proyecto de Ampliación y Mejora en la capacidad de Abastecimiento de Agua Potable al área Metropolitana de Montevideo, de acuerdo con los términos de la RD N°195/21 y en el marco de la Propuesta de Iniciativa Privada presentada por el Consorcio integrado por SACEEM SA, BERKES SA, CIEMSA y FAST Ltda. a estos efectos.

De acuerdo con lo solicitado en el apartado 2) de la mencionada RD, fue encomendada la realización de los Estudios de Factibilidad para dicho Proyecto, enunciando un listado no taxativo de tareas a ser tenidas en cuenta para su desarrollo.

La documentación que comprende el mencionado Estudio de Factibilidad está compuesta por los siguientes elementos:

### Volumen 1:

- Estudios básicos y de concepción del proyecto.

### Volumen 2:

- Memoria Descriptiva, de Cálculo, Especificaciones Técnicas y Láminas de diseño a nivel de Anteproyecto.

### Volumen 3:

- Análisis Ambiental.
- Presupuesto de Obra.
- Análisis Económico Financiero.
- Análisis Socioeconómico.

El presente Volumen 1 contiene los siguientes capítulos, alineados con el propósito general del Proyecto:

- En el **Capítulo 2** se describe el sistema de captación, tratamiento y aducción de agua potable, a partir de la fuente de agua bruta del río Santa Lucía y sus reservas, la Planta de Tratamiento de Aguas Corrientes y Estación de Bombeo de Alta y tuberías de aducción al Sistema Metropolitano de Montevideo. Como objetivo específico del mismo, se describe y analiza la capacidad integrada de producción y aducción del sistema actualmente en operación.
- En el **Capítulo 3** se presenta un análisis de la demanda de agua tratada y correspondiente demanda de agua bruta para el Sistema Metropolitano de Montevideo y Localidades de San José, proyectadas con horizonte 2045 con base a revisión de estudios antecedentes recientes realizados por la Administración y validados en esta instancia.
- En el **Capítulo 4** se describe la fuente de agua bruta complementaria propuesta a utilizar, esto es, el Río de la Plata en adyacencias de Pto. Arazatí hasta Bocas del Arroyo Cufre, con especial consideración a su caracterización fisicoquímica e

hidrobiológica, presentando los primeros resultados de los análisis de campo realizados que constituyen la línea de base.

- En el **Capítulo 5** se presenta el Estudio de Salinidad de las aguas del Río de la Plata en la zona de captación con modelación proyectada a los efectos de prever eventos de salinidad en frecuencia, duración e intensidad, con los cuales dimensionar la reserva de agua dulce que permita una operación continua de la nueva Planta.
- En el **Capítulo 6**, se desarrolla un análisis de cobertura oferta-demanda con definición de la capacidad óptima de producción requerida para el nuevo sistema productor desde la nueva fuente Río de la Plata, a los efectos de la prevención de fallas por insuficiencia hídrica en el sistema integrado Aguas Corrientes – Nueva Planta Río de la Plata.
- En el **Capítulo 7** se presenta un resumen del análisis de las distintas alternativas identificadas para la captación, tratamiento y aducción desde el Río de la Plata, consideradas para el presente Estudio de Factibilidad, con selección y descripción de la alternativa seleccionada.
- En el **Capítulo 8**, se presenta una memoria de concepción de la Nueva Planta de Tratamiento a partir de las condiciones de calidad esperadas del agua bruta y la calidad de agua tratada requerida.
- En el **Capítulo 9**, se presenta un análisis de las condiciones de eutroficación a las que estará expuesta la reserva de agua dulce.
- En el **Capítulo 10** se presenta un análisis de las intervenciones necesarias para la integración del bombeo de agua potable de la nueva planta potabilizadora del Río de la Plata en su punto de conexión en la integración con el recalque de Melilla, con el sistema existente de aducción y distribución al área metropolitana de Montevideo.

El presente Estudio de Factibilidad considera los siguientes Documentos Antecedentes:

- Informe de Avance N°1 (Mayo 2021). Incluyó los siguientes estudios básicos: descripción del sistema de producción y distribución de agua potable del sistema metropolitano, proyección de demanda, análisis de cobertura oferta-demanda y definición de capacidad de nueva planta potabilizadora, estudio de calidad de agua bruta en zona de captación, estudio de salinidad en la zona de captación, análisis y propuestas de obras de toma y reserva de agua dulce, análisis preliminar para concepción de tratamiento en nueva planta potabilizadora, y análisis preliminar de instalaciones de aducción de agua tratada al sistema metropolitano.

- Complemento N°1 al Informe de Avance N°1 (Julio 2021). Incluyó: Análisis de cobertura oferta-demanda actualizado y definición de capacidad, identificación de alternativas y análisis de costos.

A los efectos de generar un documento final autocontenido, alguno de los estudios antecedentes relevantes realizados, son nuevamente incorporados en este documento.

Por otra parte, cabe destacar que con fecha 12 de agosto de 2021 la Comisión de Seguimiento del Proyecto se expidió en relación a los antecedentes antes listados, pronunciándose en relación: al caudal de producción de la nueva planta potabilizadora, capacidad de la obra de toma, definición de análisis a incluir en el estudio de factibilidad, entre otros puntos. De esta forma, el desarrollo de la fase final de los estudios, a partir de la alternativa seleccionada, partieron de la conformidad previa de la Administración fijando las condiciones funcionales indicadas.

Se adjunta dicha nota en el Anexo 11.1.

En conclusión, este volumen 1, integra en forma autocontenida y resumida todos los Estudios Básicos y de Concepción, realizados a los efectos de fundamentar, justificar y dimensionar debidamente la mejor solución técnico-económico-funcional, destinada a resolver la problemática de insuficiencia de capacidad y vulnerabilidad de las actuales instalaciones disponibles, en el horizonte de Proyecto a 2045.

En volúmenes 2 y 3 siguientes, se procede al desarrollo técnico de ingeniería a nivel de anteproyecto, su valoración económica, el análisis económico financiero para su implantación, y un análisis ambiental asociado a la implantación del Proyecto.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA METROPOLITANO DE MONTEVIDEO

### 2.1 Alcance y objetivo del capítulo

El alcance del presente capítulo consiste en la descripción de las características principales del sistema de producción y distribución de agua potable del área metropolitana de Montevideo, actualmente en operación y sus respectivas capacidades de producción y transporte según componente. Incluye la descripción de su fuente de agua bruta, sus principales reservas, la planta potabilizadora de Aguas Corrientes y su sistema de aducción de agua potable.

Como objetivo particular del análisis, se procura entonces determinar la máxima capacidad de producción y transporte de agua potable del sistema existente, considerando incluso algunas acciones de rehabilitación y mejoras requeridas a fin de optimizar la calidad del agua tratada y tomando como referencia los estudios antecedentes específicos realizados en los últimos años según se indica.

### 2.2 Introducción

El denominado **Sistema Metropolitano de Montevideo** comprende las instalaciones de reserva y captación de agua bruta en el Río Santa Lucía, de Tratamiento en Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes, de Bombeo y Aducción de Agua Tratada y la Red de Distribución de agua potable que abastece a las ciudades de Montevideo, Canelones, Ciudad de la Costa, La Paz, Las Piedras, Progreso y villas aledañas (en adelante Sistema Metropolitano de Montevideo).

La población abastecida por estas instalaciones es de aproximadamente 1:850.000 habitantes (490.000 conexiones de agua), lo que representa aproximadamente el 50% de toda la población servida del Uruguay con servicio de agua potable.

La fuente actual de agua bruta es el río Santa Lucía, objeto de tratamiento en la Usina Potabilizadora de Aguas Corrientes, con obras de regulación parcial a través de los embalses de Paso Severino y en menor medida los de Arroyo Canelón Grande y la propia presa en la sección de Aguas Corrientes.

Se realiza a continuación una descripción de las condiciones físicas básicas del río Santa Lucía y su cuenca; la Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes y las instalaciones de bombeo de agua tratada y aducción al Sistema Metropolitano.

### 2.3 Fuente de agua bruta: Río Santa Lucía y obras de regulación y reserva

#### 2.3.1 Cuenca del Río Santa Lucía

La Cuenca del río Santa Lucía cuenta con una superficie de cuenca en su sección final de descarga en el Río de la Plata de 13.433 km<sup>2</sup>, de los cuales 2.279 km<sup>2</sup> (17%) corresponden



Tabla 2-1: Caudales Cuenca del Río Santa Lucía (Fuente: DNH).

<b>Río Santa Lucía - Estación 23.0 San Ramón</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	47,62	55,11
MAX (m <sup>3</sup> /s)	318,53	272,97
MIN (m <sup>3</sup> /s)	0,77	1,19
<b>Río Santa Lucía Ch. - Est. 53.1 Florida - Puente R.5</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	22,09	22,54
MAX (m <sup>3</sup> /s)	185,32	148,22
MIN (m <sup>3</sup> /s)	0,05	0,03
<b>Río Santa Lucía - Est. 59.1 Paso Pache</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	60,23	69,29
MAX (m <sup>3</sup> /s)	437,46	371,9
MIN (m <sup>3</sup> /s)	0,86	1,64
<b>Río Santa Lucía - Est. 117.0 Paso Roldán</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	17,59	20,59
MAX (m <sup>3</sup> /s)	153,91	149,63
MIN (m <sup>3</sup> /s)	0,13	0,12
<b>Arroyo Casupá - Est. 119.0 Paso de los Troncos</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	7,01	6,72
MAX (m <sup>3</sup> /s)	36,79	27,96
MIN (m <sup>3</sup> /s)	0,07	0,09
<b>Río Santa Lucía - Estación 133.0 Ruta 11</b>		
	<b>1980 -2004</b>	<b>1996 -2005</b>
PROM (m <sup>3</sup> /s)	102,36	109,34
MAX (m <sup>3</sup> /s)	711,15	675,38
MIN (m <sup>3</sup> /s)	1,2	4,29

### 2.3.2 Reservas de agua bruta en Cuenca del Río Santa Lucía

A los efectos de salvar el déficit de agua bruta ante eventos de estiajes observados en función de la demanda de Planta, se dispone de tres reservas de agua bruta situadas en tributarios de la Cuenca del Río Santa Lucía (Figura 2-2):

- Un embalse de reserva artificial, construido en el año 1986, ubicado en Paso Severino (Florida), sobre el río Santa Lucía Chico, con un volumen útil de 67:000.000 m<sup>3</sup>, que representa una reserva aproximada equivalente a 110 días de demanda actual sin aporte de lluvias

- Un embalse en el arroyo Canelón Grande, con un volumen de reserva de 10:000.000 m<sup>3</sup>.
- Una pequeña reserva generada en la presa de la Planta con una capacidad de 1:800.000 m<sup>3</sup>



Figura 2-2: Principales cursos y presas de la cuenca de Aguas Corrientes

## 2.4 Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes

### 2.4.1 Descripción y capacidad de instalaciones existentes

#### 2.4.1.1 Captación y bombeo de agua bruta

La captación de agua bruta se realiza directamente en aguas del Río Santa Lucía, en sector contiguo aguas arriba de la presa, factor que permite asegurar condiciones mínimas de nivel, evitar intrusión salina, sin perjuicio de una pequeña reserva de regulación.

Mediante tomas en el río y túneles, se conduce el agua bruta a las salas de las bombas llamadas de “baja” para su transporte a las áreas de tratamiento.

Se cuenta con cuatro captaciones (tomas) sobre el Río Santa Lucía:

- La **toma N°1** data del año 1871, consiste en un túnel de gravedad de sección 1.066 m x 1.37 m que conduce el agua bruta hacia la antigua Usina de Vapor,

para bombearla luego hacia el sector denominado “Planta Norte”. Fue rehabilitada en 1994 luego de décadas de inactividad.

- La **toma N°2** se construyó en la década de 1930, consiste en un túnel de 1200 mm de diámetro que suministra agua bruta hacia la Sala Diesel. Se bombea hacia el sector “Planta Sur”.
- La **toma N°3** se construyó en la década de 1960, y consiste en un túnel de 1800 mm de diámetro con desarenador, que suministra agua bruta a las bombas de la Sala Eléctrica, con posibilidad de bombeo hacia el sector denominado “Planta Norte”.
- La **toma N°4** se construyó en 2019, cuenta con dos tuberías DN 1500 mm de captación, desarenador, rejas de desbaste y sistema de bombeo. Con una capacidad actual máxima de 20.000 m<sup>3</sup>/h dotada de 4 bombas sumergibles FLYGT de instalación en seco y ampliable a 25.000 m<sup>3</sup>/h a través de la instalación de una quinta bomba de igual capacidad. Desde esta obra se pueden alimentar tanto la Planta Sur como la Planta Norte a través de las siguientes tuberías de impulsión de agua bruta:
  - Línea de impulsión Ø1500 mm y nuevo canal de llegada y mezcla rápida para unidades de clarificación de Planta Sur.
  - Línea de impulsión en DN Ø1200 mm para la interconexión de las tuberías de impulsión de bombas Flygt en sala de vapor (**toma N°1**) que abastece Planta Norte.



Figura 2-3: Obra de toma N°4.

Las mencionadas Salas de Bombeo de agua bruta denominadas Diesel, Eléctrica y Vapor, están así denominadas únicamente atendiendo al tipo de motores inicialmente instalados en ellas.

Actualmente se opera principalmente de la siguiente manera:

- Desde la **toma N°3** y el túnel de 1800 mm se conduce el agua bruta a la Sala Eléctrica, donde se encuentran instaladas 10 bombas marca KSB (centrífugas de eje horizontal, caudal 1700 m<sup>3</sup>/h cada una), elevando hacia Planta Norte.
- Desde la **toma N°4**, y mediante las cuatro bombas instaladas, se conduce agua bruta hacia canal de mezcla rápida de Planta Sur.

Como respaldo existen las configuraciones adicionales:

- Desde la toma N°1 y el túnel de gravedad se posibilita el conducir el agua bruta a la Sala Vapor, donde están instalados 3 equipos sumergibles marca Flygt (bombas centrífugas de eje vertical, una de caudal 5760 m<sup>3</sup>/h y las dos restantes de 3200 m<sup>3</sup>/h cada una), a través de lo cual se puede alimentar Planta Norte.
- Desde la toma N°2 y el túnel de 1200 mm se conduce el agua bruta a la Sala Diesel, donde se encuentran instalados 3 bombas marca Ebara (centrífugas de eje vertical con carcasa partida, caudal 3666 m<sup>3</sup>/h cada una), desde donde se puede alimentar con juego de válvulas tanto Planta Norte como Planta Sur.

Existen interconexiones entre los túneles y tuberías de impulsión de baja, las cuales permiten flexibilizar las operativas de bombeo de agua bruta. Normalmente los túneles de 1200 y 1800 mm han operado interconectados, salvo situaciones de intervención como inspecciones o limpiezas.

Existe también un sistema de bombeo, compuesto por dos (2) bombas sumergibles de tipo propeller de eje axial con sendas tuberías de DN 600 mm más una (1) de respaldo en taller, para el trasvase desde aguas abajo de la presa.

El mismo ha sido adaptado últimamente con el objeto de sifonar la tubería de descarga, disminuyendo así la carga de trabajo del sistema de bombeo, posibilitando su trabajo en niveles más bajos de succión. La capacidad aproximada de bombeo de baja es de unos 330.000 m<sup>3</sup>/d.



**Figura 2-4: Recalque en presa de aguas corrientes**

#### *2.4.1.2 Contactores, Unidades de clarificación y filtración*

Yendo a los componentes principales de tratamiento de agua, se destacan las siguientes unidades principales de procesos de tratamiento (adsorción, clarificación y filtración):

- Adsorción mediante carbón activado en polvo (CAP).
- Sedimentadores horizontales.
- Filtros de camada única (monocapa).
- Clarificadores de alta tasa.
- Filtros bicapa de autolavado.

En la Figura 2-5, se presenta una planta general de la Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes identificando las principales instalaciones asociadas a los procesos de adsorción, clarificación y filtración.



Figura 2-5: Planta General Planta Aguas Corrientes.

A continuación se describen dichas unidades:

#### 2.4.1.3 Sedimentadores Horizontales

El sistema de tratamiento en cuestión se compone de las siguientes instalaciones:

- **Adsorción:** recientemente se ha concluido la construcción de dos reactores de contacto para la dosificación de carbón activado en polvo (CAP) para su uso eventual ante episodios de olor y sabor. La unidad se encuentra configurada por dos recintos en paralelo (c/u alimentado por una tubería DN 1500 mm) de volumen unitario aproximado  $6500 \text{ m}^3$ , separados en una primera etapa dimensionada para un tiempo de contacto máximo de 9 min (futuro reactor de ozono) y una segunda etapa para un tiempo de contacto máximo de 22 min (contactor CAP).
- **Mezcla rápida:** Mediante nuevo canal con cambio de pendiente para generación de resalto hidráulico, donde se dosifican productos químicos asociados a coagulación en condiciones de mezcla rápida. Desde esta unidad, el agua es conducida hacia los floculadores.

- **Floculadores:** Estas unidades se componen de dos floculadores de 7 celdas c/u con floculación mecánica (con motores de velocidad variable) e hidráulica, de chicanas verticales.
- **Decantadores:** se trata de 8 sedimentadores convencionales de flujo horizontal, con 3 sectores, con las siguientes dimensiones por sector: dos decantadores de área 34 m x 74 m; los otros dos de 29 m x 72 m, altura útil aproximada de 3,70 m y 4 sedimentadores (ala sur) de 34 m x 70 m.

La capacidad total de clarificación de este sector se estima en **24.000 m<sup>3</sup>/h**, siendo limitantes tanto el tiempo de retención en floculación (aprox. 18,7 min al caudal indicado) y la tasa media de sedimentación de aprox. 32,6 m/d. Esta circunstancia se agrava en ocasión de limpieza de las unidades por pérdida significativa de capacidad (volumen de floculación y/o área de sedimentación).



Figura 2-6: Izquierda: Canal de mezcla con cambio de pendiente para sedimentadores horizontales. Derecha: contactores de CAP.

#### 2.4.1.4 Filtros de manto único (monocapa)

El sistema de filtración en cuestión está compuesto por un módulo integral que comprende las siguientes unidades:

- **Filtros:** Consiste en una batería construida en la década del 60, formada por 20 filtros rápidos verticales descendentes, de tasa constante, con manto de arena, 19 con falso fondo del tipo Wheeler y uno con boquillas de PVC. Cada filtro a su vez consta de dos celdas simétricas, cada una de ellas con un área aproximada de 100 m<sup>2</sup>. El sistema de lavado es con agua a contracorriente a través de los falsos fondos, con un complemento de lavado superficial con agua con brazos tipo Palmer. El control de funcionamiento es automático, por señal de nivel del canal de agua decantada y caudal máximo por filtro, con una capacidad máxima aproximada de **25.000 m<sup>3</sup>/h**. La tasa media de filtración al caudal antes indicado de esta batería es de 7,2 m/h, si bien opera normalmente a tasas del orden de 7 m/h. Dicha capacidad está básicamente condicionada por la hidráulica del manto filtrante (arena TE 0,45 a 0,55 mm) y por tanto susceptible de mejora con un redimensionado del mismo.

- **Depósito de regulación y contacto:** La Planta cuenta con dos depósitos de agua filtrada con una capacidad total de 35.000 m<sup>3</sup> donde se realiza la desinfección final del agua proveniente de Planta de Filtros Monocapa (también se efectúa la eventual corrección de pH). Desde una cámara de salida de estos depósitos succionan las denominadas bombas de “alta”.

#### 2.4.1.5 Floccodecantadores de alta tasa

Como parte de las instalaciones de clarificación de reciente incorporación se dispone de:

- **Clarificación:** Son 4 clarificadores de alta tasa, con una capacidad promedio total de **12.000 m<sup>3</sup>/h** y pico de **15.000 m<sup>3</sup>/h**, precedidos de floculación mecánica e hidráulica de chicanas verticales. La mezcla rápida se realiza en un canal que cuenta con estrechamiento de sección y cambio de pendiente de fondo, a los efectos de generar el resalto hidráulico donde se aplican los coagulantes.
- Canal de aducción de agua clarificada hacia la batería de Filtros de manto único.



Figura 2-7: Floccodecantadores de alta tasa.

#### 2.4.1.6 Filtros bicapa

El nuevo conjunto de filtración está integrado por:

- **Filtración:** Mediante una nueva batería (construida en el año 2009) de 8 filtros de tasa declinante escalonada, de autolavado, con manto de arena y antracita y falsos fondos tipo Leopold, con una capacidad normal de **10.000 m<sup>3</sup>/h**, y pico de **15.000 m<sup>3</sup>/h**.
- **Depósito de regulación y contacto:** El agua filtrada proveniente de la nueva batería es conducida a dos tanques tabicados yuxtapuestos que proporcionan el tiempo de contacto necesario para la desinfección (30 min) y permiten efectuar corrección de pH. Posteriormente el agua es conducida por gravedad hacia la cámara de salida de los depósitos de agua filtrada.

- El canal de ingreso de agua clarificada se realiza desde sedimentadores rectangulares.

La capacidad total actual de las instalaciones de tratamiento de agua, alineada con conclusiones de estudios recientes, se ubica en aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>/d (correspondientes a una producción efectiva de agua tratada 730.000 m<sup>3</sup>/d considerando una deducción de 8-9% por consumos de planta en lavado de filtros y retiro de lodos, entre otros), limitada fundamentalmente por la capacidad de las unidades de sedimentación convencionales en ocasión de la extracción discontinua de lodos.



Figura 2-8: Izquierda: Filtros de manto único. Derecha: Filtros bicapa.

#### 2.4.1.7 Otras Instalaciones

##### Sistema de Desinfección

Los procesos de anteriores, se complementan con capacidades de desinfección mediante cloro gas, con respaldo mediante hipoclorito de sodio para una autonomía de 12 horas de funcionamiento.



Figura 2-9: Sistema de cloración: Ton containers en uso (izquierda) y Cloradores (derecha).

El sistema de cloración, el cloro es extraído de forma líquida desde cilindros de almacenamiento de capacidad 907 Kg (Ton Container). Cuenta con dos (2) baterías compuestas de dos (2) cilindros cada una. Una de las baterías se encuentra en operación, y la segunda de respaldo. El cambio entre las baterías de cilindros se realiza de forma automática, mediante un sistema denominado “change over”.

El cambio de estado de cloro líquido a gaseoso, se realizará mediante el uso de evaporadores de capacidad **190 Kg/h (10.000 lb/día)**. El sistema cuenta con dos (2) evaporadores, siendo uno de ellos operativo y el otro de reserva.



Figura 2-10: Sistema de cloración: Sistema change over (izquierda) y Evaporadores (derecha).

Dentro del edificio de cloración, en sala de cloradores, se encuentran instalados siete (7) cloradores de los cuales seis (6) se encuentran operativos, y el restante en respaldo.



Figura 2-11: Sistema de cloración: Sala de Cloradores (izquierda) y Eyectores de Intercloración (derecha).

Últimamente se ha incorporado el respaldo para la dosificación de hipoclorito de sodio en intercloración, restando la construcción de los respectivos depósitos de acopio.

### Instalaciones de Monitoreo On-Line

Actualmente la planta cuenta con una batería de equipos de monitoreo en línea de agua tratada, en etapa de calificación de la instalación, capaz de determinar los siguientes parámetros: conductividad, pH, COD, turbiedad, manganeso, aluminio y amonio.



**Figura 2-12: Instalaciones de monitoreo On-Line en laboratorio de Aguas Corrientes**

A futuro se implementará un sistema similar para el monitoreo del agua bruta y en los distintos puntos del proceso de potabilización.

### Oxidación con Dióxido de Cloro

En el año 2015 se puso en funcionamiento el sistema patentado de preparación y aplicación de dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) de la marca comercial registrada Purate®. El sistema genera  $\text{ClO}_2$  a partir de: ácido sulfúrico al 98% de concentración y producto Purate® (solución de peróxido de hidrogeno y clorato de sodio).

Se dispone de dos equipos de generación, cada uno una capacidad de producción y aplicación de 32 kg/h, lo que se traduce para el caudal de la planta en una dosis máxima aplicable de 1 mg/l.

El sistema se compone del siguiente equipamiento:

- Dos (2) silos de acopio de ácido sulfúrico al 98% de volumen unitario 15 m<sup>3</sup>.
- Cuatro (4) silos de acopio de producto Purate® de volumen unitario 15 m<sup>3</sup>.
- Dos (2) paneles generadores, incluyendo eyector de mezcla y bombas dosificadoras del productos insumo (ácido y solución de purate).
- Cuatro (4) bombas proveedoras de agua, dos (2) para cada sistema de caudal unitario 16 m<sup>3</sup>/h.

La aplicación del producto se puede realizar tanto en la obra de toma (preoxidación) como a la salida de las unidades de clarificación (interoxidación).



Figura 2-13: Sistema de dosificación de dióxido de cloro. Izquierda: equipos de generación, Derecha: silos de acopio de ácido sulfúrico.

### Acondicionamiento con Ácido Sulfúrico

Se ha instalado recientemente un sistema de acopio y dosificación de ácido sulfúrico para conseguir un agua coagulada en un rango de pH de 5 – 6, con consecuente reducción de la dosificación de sulfato de aluminio, con el objetivo de maximizar la reducción de materia orgánica y minimizar la formación de Trihalometanos en el proceso de producción de agua potable. Este proceso se conoce como coagulación acentuada.

El sistema dosifica normalmente unos 10 ppm, pudiendo alcanzar un máximo de 30 ppm. Esta dosificación varía en función de la alcalinidad y pH del agua bruta.



Figura 2-14: Sistema de acopio y dosificación de ácido sulfúrico.

### Adsorción por Carbón Activado en Polvo (CAP)

El sistema de adsorción consiste en la preparación y dosificación de suspensión de CAP, siendo el producto utilizado hasta ahora para tal fin carbón activado de origen vegetal en bags de 450 kg.

Las instalaciones de dosificación fueron construidas mediante el reaprovechamiento de las unidades antiguas de filtración, tanto para el acopio del material (galerías de filtros) como para la preparación y dosificación (unidades de filtración).

La suspensión se prepara en cuatro (4) de las antiguas unidades de filtración. Para ello se efectúa la descarga de los bags mediante un pórtico con puente grúa y la agitación se realiza mediante la inyección de aire a través del falso fondo de las unidades de filtración.

Cada unidad cuenta con un volumen aproximado de 85 m<sup>3</sup> preparándose la suspensión a una concentración de entre 9 a 10%, para lo cual se vierten entre 17 y 18 bolsas por preparación.



**Figura 2-15: Sistema de dosificación de CAP, preparación de la suspensión.**

La dosificación de la suspensión se realiza mediante cinco (5) bombas de tipo peristálticas de 7500 l/h de capacidad unitaria, contando el sistema con 4 líneas de dosificación (una para punto de captación existente y una cuarta prevista para la próxima toma). En forma alternativa, es posible la aplicación de CAP en contactores de Planta Sur, en el canal de entrada a Planta Norte y en floculadores de ambos sistemas.



Figura 2-16: Sistema de dosificación de CAP: bombas peristálticas de dosificación.

#### 2.4.2 Capacidad de Tratamiento Actual

A continuación, se presenta a modo de resumen las capacidades medias y máximas de producción actual, de las principales unidades de potabilización de Aguas Corrientes.

Tabla 2-2: Capacidades medias y picos de las principales unidades de producción.

Unidad	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /d)
Sedimentadores horizontales	20.000	24.000	440.000 <sup>1</sup>
Flocodecantadores de alta tasa	12.000	15.000	360.000
Filtros de manto único	-	25.000	600.000
Filtros bicapa	10.000	15.000	360.000

En definitiva, la capacidad potencial de tratamiento máxima es de aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>/d, que determinan un valor efectivo de agua tratada disponible (descontando los consumos propios de purga de sedimentadores y agua de lavado de filtros) de aproximadamente 730.000 m<sup>3</sup>/d.

De la Tabla 2-2 surge también que el 35 % del caudal total de agua bruta es clarificado en los flocodecantadores de alta tasa, y el restante 65 % es clarificado en sedimentadores horizontales convencionales.

En el caso de los filtros el 38 % del agua decantada es procesada por la batería de filtros bicapa, mientras que el 62 % restante es procesado en la batería de filtros de manto único.

La

<sup>1</sup> Atendiendo circunstancias de mantenimiento y limpieza de lodo en unidades.

Tabla 2-3 presenta el consumo de agua bruta de la planta potabilizadora de Aguas Corrientes y la correspondiente producción de agua potable de la misma al año 2016. La diferencia entre ambos valores está dada por los consumos propios de la Planta, debidos fundamentalmente al lavado de filtros y generación de lodos de clarificación.

**Tabla 2-3: Producción de Aguas Corrientes al 2016.**

Caudal/Año	Caudal agua bruta	Caudal agua tratada
<b>Promedio (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>669.349</b>	<b>610.076</b>
<b>Máximo diario (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>778.460</b>	<b>684.483</b>
<b>Máximo diario (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>32.436</b>	<b>28.520</b>

#### 2.4.3 Análisis de capacidad de tratamiento proyectada

Se ha considerado conveniente revisar los consumos de agua bruta y producción de agua tratada de las actuales instalaciones, para el caso de implantar acciones de rehabilitación y mejora, a los efectos del control de materia orgánica disuelta precursora de subproductos de desinfección, de metabolitos de olor y sabor y de cianotoxinas.

A estos efectos, se han tomado como antecedente, las conclusiones del Estudio realizado en Consultoría Hazen-Seinco en 2017-2018. En particular, del Informe N°3 del “Estudio de recomendación de la Alternativa más conveniente para Asegurar el Abastecimiento de agua potable para el Sistema Metropolitano de Montevideo”, se listan a continuación las acciones recomendadas a nivel de planta potabilizadora para implementar procesos de interozonización y biofiltración.

#### **Ozono en posición de inter-oxidación:**

Mediante la utilización del ozono en posición de inter-oxidación es posible oxidar metabolitos generadores de olor y sabor (GSM y MIB), cianotoxinas y materia orgánica natural disuelta adicional (precursora de DBP), así como hierro y manganeso.

Las unidades de contacto de ozono se diseñan con los siguientes parámetros particulares:

- Tiempo de contacto: 12 min
- Tiempo de reacción: 2 min
- Tiempo de desozonización: 4 min
- Factor de baffle: 0,65
- Velocidad máxima en tabiques ascensionales: 0,80 m/s

La unidad de contacto se constituye de 3 equipos en paralelo de 3 etapas de contacto, una de reacción y una última de desozonización, de geometría prismática con una profundidad útil de 6,0 m, ancho interno total de 32,5 m y largo interno total de 60,0 m aproximadamente



Figura 2-17: Contactor de Ozono, corte.

Para la dosis considerada conveniente de 7 mg/l y una eficiencia de transferencia del 95% es requerida una capacidad de generación máxima a fin de período de 5.600 kg/d (12.300 ppd). Dicha capacidad se alcanza mediante la instalación de 4+1 equipos de 3.500 ppd, para un total máximo de 14.000 ppd.

### Bio-filtración en baterías actuales de filtros rehabilitadas:

El proceso de ozonización genera productos altamente biodegradables, los cuales serán retenidos en el proceso de biofiltración. Se consideran entonces las acciones de intervención y rehabilitación de las unidades de filtración de batería norte, antes indicadas, sumadas a las requeridas para su conversión en biofiltros según se detalla más adelante.

En el caso del diseño de biofiltración en filtros GAC (BAC) los parámetros de diseño serán los siguientes:

- EBCT: 10 min
- Tasa de filtración: 10,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h (se alcanza una tasa aproximada de 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h para cumplir con el requisito de EBCT).

El manto filtrante de las unidades existentes rehabilitadas cumplirá lo siguiente:

- Tamaño efectivo de GAC/espesor de lecho: 1,00 mm / 75 cm
- Tamaño efectivo de arena/espesor de lecho: 0,50 mm / 25 cm
- Relación L/d = 1250

El manto filtrante de las unidades nuevas cumplirá lo siguiente:

- Tamaño efectivo de GAC/espesor de lecho: 1,00 mm / 100 cm
- Tamaño efectivo de arena/espesor de lecho: 0,50 mm / 25 cm
- Relación L/d = 1500

Bajo estas pautas es factible operar ambas baterías de filtración existentes luego de rehabilitadas, a tasas de aplicación superficial de aproximadamente 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h, lo que permite alcanzar una capacidad de tratamiento máxima de 25.900 m<sup>3</sup>/h (621.600 m<sup>3</sup>/d de proceso de agua bruta).

Con la ejecución de una nueva batería de filtros GAC de 20 unidades de 4,25 m de ancho x 10,00 m de largo para alcanzar una capacidad de producción adicional de 5.700 m<sup>3</sup>/h (138.000 m<sup>3</sup>/d de proceso de agua bruta) es factible alcanzar una producción total integrada de 759,600 m<sup>3</sup>/d (demanda de agua bruta).

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Q total 2045	d	759,000	m <sup>3</sup> /d	
	c	31,625	m <sup>3</sup> /h	
<b>A - Filtros Monocapa</b>				
Caudal procesado	d	<b>20,616</b>		
Producción relativa al total	c	65%		
Área filtrante Filtros Monocapa	d	3,117	m <sup>2</sup>	
Tasa de filtración	c	6.6	m/h	
Profundidad del manto	d	1.00	m	
EBCT	c	9.1	min	
<b>B – Filtros Bicapa</b>				
Caudal procesado	d	<b>5,316</b>	m <sup>3</sup> /h	
Producción relativa al total	c	17%		
Área filtrante Filtros Bicapa	d	801	m <sup>2</sup>	
Tasa de filtración	c	6.6	m/h	
Profundidad del manto	d	1.00	m	
EBCT	c	9.0	min	
<b>C – Ampliación de batería de biofiltros</b>				
Caudal procesado	d	<b>5,693</b>	m <sup>3</sup> /h	
Producción relativa al total	c	18%		
Área filtrante Nuevos Biofiltros	d	850	m <sup>2</sup>	
Tasa de filtración	c	6.7	m/h	
Profundidad del manto	d	1.20	m	
EBCT	c	10.8	min	

De esta forma será posible entonces filtrar (biofiltración) en *Filtros Monocapa modificados*, aproximadamente **20.600 m<sup>3</sup>/h**, caudal que sumado a los **5.300 m<sup>3</sup>/h** de la batería de *Filtros Bicapa Modificados* y a **5.700 m<sup>3</sup>/h** de la nueva batería de biofiltración, permitirán alcanzar una capacidad total máxima de proceso de **759.000 m<sup>3</sup>/h** (equivalentes a 690.000 m<sup>3</sup>/d de producción de agua potable efectiva).

#### 2.4.4 Capacidad de producción actual y proyectada: resumen y conclusiones.

A modo de síntesis, la capacidad máxima de la Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes se encontrará limitada en función de los distintos escenarios configurados por las intervenciones que sea necesario llevar a cabo:

- Condiciones de tratamiento actuales: se ubica en aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>/d (corresponde a una producción neta de agua tratada 730.000 m<sup>3</sup>/d)

considerando 8-9% de consumos propios), limitada por la capacidad de tratamiento de las unidades de sedimentación convencionales en ocasión de tereas extracción de lodos.

- Condiciones de tratamiento ampliadas mediante incorporación de etapas de interozonización y biofiltración: la capacidad de producción de agua tratada se encontrará en un principio limitada por la etapa de biofiltración a partir de baterías de filtros existentes (bicapa y monocapa). En efecto, esa capacidad de tratamiento según lo expuesto alcanza los 25.900 m<sup>3</sup>/h (621.600 m<sup>3</sup>/d), que determinan una producción efectiva de aprox. 560.000 m<sup>3</sup>/d. De ampliarse las unidades de biofiltración en 850 m<sup>2</sup> (aprox. 25% del área de filtros monocapa), se alcanzaría una capacidad máxima de proceso de 759.000 m<sup>3</sup>/d, que corresponde a producción máxima efectiva de agua potable de 690.000 m<sup>3</sup>/d.

## 2.5 Instalaciones de Bombeo de Agua Tratada y Aducción al Sistema Metropolitano

### 1.1.1. Bombeo de Agua Tratada

Las bombas de alta que conducen el agua potable al Sistema Montevideo se encuentran instaladas en las Sala Eléctrica y Diesel según el siguiente detalle:

- Sala Diesel cuenta con **3 bombas Ebara** (centrífugas de eje vertical con carcaza partida con motores Toshiba) cada una con caudal 3.300 m<sup>3</sup>/h a una altura de elevación de 145 m, y **3 bombas Flowserve** (centrífugas de eje horizontal con carcaza partida con motores ABB), cada una con caudal 3.636 m<sup>3</sup>/h a una altura de 152 m.
- Sala Eléctrica cuenta con **10 bombas KSB** (centrífugas de eje horizontal con motores Siemens), cada una con caudal 1.800 m<sup>3</sup>/h a una altura de elevación de 132 m. Se han cambiado los impulsores a algunos equipos a fin de obtener mayores caudales ante el incremento de presión que experimentó el sistema a partir de 2006.



Figura 2-18: Imágenes de Salas de Bombas.

Actualmente se han instalado dos (2) bombas Grundfos verticales en serie sirviendo a dos (2) de las bombas KSB instaladas, para reducir el salto de carga necesario, y así en época estival poder contar con capacidad de respaldo. Por cada bomba KSB al que se agrega el booster en línea se puede dejar en reserva otra bomba KSB con lo que se ganarían dos bombas KSB de respaldo.



**Figura 2-19: Booster de bombas KSB.**

Este respaldo se encuentra actualmente en fase de puesta en operación.

La capacidad instalada de bombeo de alta se ve condicionada por la capacidad de las tuberías aductoras a la ciudad y la configuración del sistema, la cual es variable, pero a modo preliminar en la tabla siguiente, se indican las principales aductoras que salen de la Usina y las capacidades de cada una de ellas:

**Tabla 2-4: Características de principales aductoras de agua tratada al Sistema Montevideo.**

	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Presión (mca)</b>
<b>1ª Línea de Bombeo</b>	610	Fundición gris	500	115
<b>4ª Línea de Bombeo</b>	1520	Hormigón	8.500 / 12.000 (*)	132/120
<b>5ª Línea de Bombeo</b>	1500	Fundición dúctil K9	8.000 /11.000 (**)	124/155
<b>6ª línea de Bombeo</b>	1200	Fundición dúctil K7	6.500/10.000 (***)	138/160

(\*) Caudales sin y con recalque de la 4LB.

(\*\*) Caudal medio y pico de verano.

(\*\*\*) Caudal promedio actual y caudal de diseño.

En función de las capacidades de bombeo y aducción indicadas, la condición actual de aducción de agua tratada al sistema está acotada a aproximadamente 680.000 – 700.000 m<sup>3</sup>/d, capacidad que ha sido alcanzada en los últimos años en días de demanda máxima y en condiciones de operación límite sin respaldo.

En consecuencia, y siendo que la capacidad hidráulica de las líneas de aducción es suficiente se considera a los efectos del presente análisis una capacidad máxima futura de aducción de 690.000 m<sup>3</sup>/d, tomando como hipótesis la adecuación del sistema de bombeo mediante las modificaciones que sean necesarias para la operación adecuada y sostenida del sistema a dicha capacidad.

### 2.5.1 Aducción al Sistema Metropolitano.

El sistema de aducción consta de tres líneas principales o líneas de bombeo: la 4<sup>a</sup> LB, la 5<sup>a</sup> LB y la 6<sup>a</sup> LB. Estas líneas son alimentadas por bombeo desde la Planta de Aguas Corrientes (AACC), y son parcialmente bombeadas al llegar a Montevideo: la 4ta. Línea se recalca durante parte del día, la 5<sup>a</sup> Línea se rebombee parcialmente (parte menor del caudal transportado) en Cuchilla Pereira al igual que la 6<sup>a</sup> línea en el recalque de Melilla (principalmente la troncal al Cerro).

La 1era. Línea, de fundición gris de 610 mm de diámetro, data de 1871 (**cumplió 150 años durante el año 2021**) y abastece las localidades de Las Piedras, Progreso y Pando, Toledo y Suárez, desde la estación de rebombeo del km 29. Ese rebombeo también se abastece desde la 5<sup>a</sup> LB, desde La Paz por la recientemente instalada Troncal Perú de 600 mm de diámetro.

La 2<sup>a</sup> Línea de Bombeo se encuentra fuera de servicio desde hace varios años, y la 3<sup>a</sup> Línea de Bombeo recientemente se ha dejado fuera de servicio, siendo sustituida por la 6<sup>a</sup> Línea de Bombeo.

La 4<sup>a</sup> línea de bombeo es de hormigón pre-comprimido, construida en el año 1962, de 1520 mm de diámetro entre Aguas Corrientes y el Recalque de la 4<sup>a</sup> línea. Desde allí, a través de la denominada 1era. derivación, del mismo material y diámetro 1200 mm, abastece a los Tanques ubicados en la parte superior del Cerrito de la Victoria, con una capacidad de almacenamiento de 65.000 m<sup>3</sup>. La 2da. derivación del mismo material y diámetro conforma el principal abastecimiento de la zona este de la ciudad.

En Cuchilla Pereira está la mayor reserva de agua potable, con una capacidad total de 109.000 m<sup>3</sup>, que alimenta parte de la red del norte de Montevideo a través de 4 líneas “de gravedad” (3 de ellas con rebombeo).

La 5ta. línea de bombeo es de fundición dúctil, de 1500 mm de diámetro y fue construida en los años 1995 y 1996. Su recorrido es a partir de la Planta de Aguas Corrientes hasta Cuchilla Pereira. La 5ta. línea tiene dos derivaciones:

1. La primera derivación (en DN 1000 mm) abastece la Zona Este de la ciudad de Montevideo y la Troncal Interbalnearia, desde la cual se abastece la Costa de Oro, pudiendo incluso llegar a abastecer el Sistema Atlántida. Dentro del Proyecto Sexta Línea se construyó una derivación en Ruta 8 – Cap. Juan A. Artigas (DN400 mm) y otra derivación en la Ruta N.º 84 para reforzar el abastecimiento de Suárez y Pando (DN 600 / 400mm).
2. La segunda derivación (en DN 900 mm) está conectada a la segunda derivación de la 4ta. línea de bombeo, abasteciendo el sector de Cno. Maldonado y Av. 8 de Octubre.

La 6ª Línea de bombeo es de fundición dúctil de 1200 mm de diámetro y fue construida en los años 2008 y 2009. Su recorrido es a partir de la Planta de Aguas Corrientes hasta el Recalque de Melilla con dos derivaciones principales:

1. La primera derivación de diámetro 900mm hasta los tanques del Cerrito.
2. La segunda derivación que abastece la Zona Oeste, tiene un diámetro de 900 y 800mm hasta el nuevo tanque del Cerro (capacidad de reserva 5.000 m<sup>3</sup>).

La 6ª Línea sustituyó a la anterior 3er Línea y además constituye un respaldo de las otras líneas del sistema de aducción.

Existe también la denominada Tubería de Emergencia, de 700mm de diámetro en fundición dúctil, alimentada desde el Recalque de Melilla, abastece la red “de alta” de Montevideo originalmente vinculada a los tanques ubicados en la parte superior del Cerrito de la Victoria, es actualmente una línea que abastece numerosos sectores de la red de distribución.

En la Figura 2-20 se muestra un esquema general de las principales líneas de bombeo de la Red de Distribución del Sistema Metropolitano:

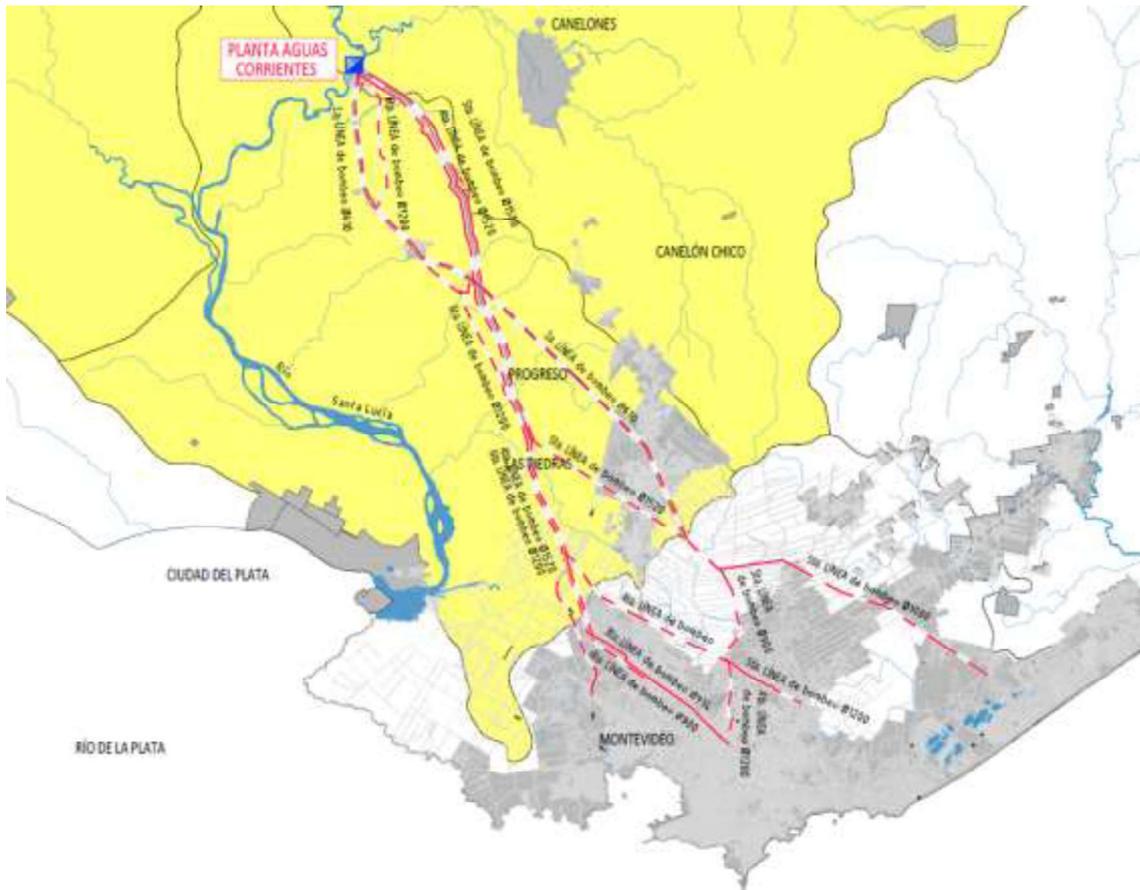


Figura 2-20: Aductoras principales de la Red de Distribución del Sistema Metropolitano

### 2.5.2 Análisis del potencial de capacidad de aducción

El sistema de aducción a Montevideo desde la Planta de Agua Corrientes consta de 4 líneas de bombeo que en su conjunto alcanzan una capacidad máxima actual del orden de 690.000 m<sup>3</sup>/día en el mes de enero de 2021.

Desde las líneas de aducción se cubre la demanda máxima horaria de amplios sectores de la red como ser el área de servicio de la 5LB (excepción tanques de Cuchilla Pereira y cisterna recalque Km29) y de la 6LB (excepción tanque del Cerro). Es por ello que la capacidad máxima de estas líneas se produce en las horas de mayor consumo y es un valor que no es extrapolable a una capacidad durante las 24 horas del día.

Asimismo, la distribución geográfica de la demanda incide en la capacidad real de transporte de las líneas de bombeo, así como la operación de los recalques de 4ª LB y 6ª LB, de la reserva de Cuchilla Pereira y en menor medida también del recalque de Km29 en Las Piedras.

La capacidad de las líneas de salida de AACC es la siguiente:

- La 4ª LB se utiliza en el límite de la presión que se considera segura para su operación. Con el Recalque 4LB al Cerrito encendido el caudal de operación es

de 12.000 m<sup>3</sup>/h con una presión de salida de 120mca. En el escenario de Recalque 4LB apagado, se alcanzan los tanques del Cerrito con 8.500 m<sup>3</sup>/h con 132 mca de presión en la salida de AACC.

- La 5LB también se utiliza en el límite de su presión de diseño en AACC durante gran parte del día (150 a 155mca); dependiendo de la demanda en la red el caudal elevado varía entre 10 y 11.000 m<sup>3</sup>/h.
- El caudal en al 6LB también varía según la demanda en la red, con valores de entre 7.000 y 7.500 m<sup>3</sup>/h y presiones en AACC de 155 a 160mca (presión máxima de diseño). En caso de utilización plena del recalque de Melilla la capacidad de la 6LB alcanza los 9.000 m<sup>3</sup>/h más 400 m<sup>3</sup>/h entregados a la 1LB en Campo Méndez.
- El aporte de la 1LB es marginal, del orden de los 400 m<sup>3</sup>/h.

Un resumen de los aportes diarios de cada línea, saliendo de Aguas Corrientes es el siguiente:

Línea	Caudal diario (m <sup>3</sup> /h)	Caudal medio (m <sup>3</sup> /h)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /h)
1LB	8.400	350	400
4LB	242.400	10.100	12.500
5LB	264.000	11.000	11.500
6LB	174.000	7.250	7.500
TOTAL	688.800	28.700	31.700

**Tabla 2-5: Caudales de Líneas de Bombeo en Aguas Corrientes. Verano 2021**

Algunas consideraciones de la situación actual:

- En las condiciones actuales del sistema, en los días de mayor consumo la capacidad de bombeo instalada en AACC es utilizada prácticamente al máximo logrando alcanzar un valor diario de hasta 690.000 m<sup>3</sup>/día.
- Las alternativas para aumentar la capacidad de aducción responden la posibilidad de bajar la piezométrica en la llegada a Montevideo ya que las presiones en el cabezal de bombeo de AACC no tiene mucho margen para ser aumentadas. Una posibilidad sería la instalación de un recalque sobre la 5LB en Cuchilla Pereira; se estima que con las 3 bombas Flowserve se puede alcanzar un caudal de 13.150 m<sup>3</sup>/h elevados a los tanques de Cuchilla Pereira<sup>2</sup>. Sería una capacidad adicional del orden de 2 a 3.000 m<sup>3</sup>/h.
- Se prevé que el aumento de demanda del sistema se produzca principalmente en la zona este por lo que es prioritario orientar la mejoras al aumento de capacidad de aducción en esa dirección. Un conjunto de obras de mejora que prevé ejecutar la Administración en el corto plazo atiende a dicho objetivo; principalmente pasar demandas de la 5LB a la 4LB (ampliación del recalque de la

<sup>2</sup> IMFIA – Informe Protección Antiarriete 6ta Línea de Bombeo de OSE. Abril 2009.

Unión) y a la 6LB (Canelones) e instalación de recalques en Camino del Andaluz y Ruta 8.

- La construcción de una segunda impulsión del Recalque 4LB a los tanques del Cerrito, aumentará la capacidad de entregar agua a dichos tanques en caso de que se operen en forma simultánea con la línea actual.

**Aún con la implantación de algunas mejoras en andamamiento que pueden traducirse en un aumento de la capacidad de aducción de Aguas Corrientes, es razonable estimar que los 690.000 m<sup>3</sup>/d es una razonable estimación de la capacidad máxima segura del sistema de aducción.**