

# 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°5 (Revisión 00):  
OBRAS DE PRIMERA ETAPA  
160.000 m<sup>3</sup>/día**



**SAN JOSÉ/MONTEVIDEO – URUGUAY  
NOVIEMBRE 2022**

CONSORCIO AGUAS DE MONTEVIDEO



**Berkes**

**CIEMSA**

**Fast**

**seinco**

**CS Ingenieros**

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	Alcance de las obras de Primera Etapa – 160.000 m <sup>3</sup> /día .....	13
1.2	Alcance de las obras de Segunda Etapa – 229.000 m <sup>3</sup> /día .....	16
2	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	17
2.1	Obra de Captación .....	17
2.1.1	<i>Caudal de diseño.....</i>	<i>17</i>
2.1.2	<i>Información antecedente.....</i>	<i>17</i>
2.1.3	<i>Tipología de obra de captación .....</i>	<i>18</i>
2.2	Sistema de Elevación de agua bruta (EBAB + AAB) .....	20
2.2.1	<i>Características generales.....</i>	<i>20</i>
2.2.2	<i>Lógica de operación en condiciones normales.....</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>Dimensionado de equipos de bombeo y línea de impulsión .....</i>	<i>21</i>
2.2.4	<i>Sistema de generación de dióxido de cloro.....</i>	<i>23</i>
2.2.5	<i>Sistema de protección frente a transitorios hidráulicos .....</i>	<i>23</i>
2.3	Reserva de agua bruta – Pólder .....	24
2.3.1	<i>Generalidades.....</i>	<i>24</i>
2.3.2	<i>Requerimientos de capacidad .....</i>	<i>24</i>
2.3.3	<i>Lógica de operación prevista.....</i>	<i>24</i>
2.3.4	<i>Pólder o Reserva de Agua Bruta .....</i>	<i>25</i>
2.3.5	<i>Estación de Bombeo recalque al Pólder.....</i>	<i>25</i>
2.3.6	<i>Tubería de impulsión al Pólder .....</i>	<i>26</i>
2.3.7	<i>Tubería de Pólder a PTAP.....</i>	<i>26</i>
2.4	Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).....	27
2.4.1	<i>Generalidades.....</i>	<i>28</i>
2.4.2	<i>Calidad del Agua Bruta en el área de Proyecto.....</i>	<i>28</i>
2.4.3	<i>Normas de Calidad.....</i>	<i>29</i>
2.4.4	<i>Secuencia de procesos de tratamiento requeridos.....</i>	<i>29</i>
2.4.5	<i>Unidades de proceso proyectadas.....</i>	<i>31</i>
2.4.6	<i>Cámara de carga y mezcla rápida .....</i>	<i>32</i>
2.4.7	<i>Unidades de floccodecantación .....</i>	<i>33</i>
2.4.8	<i>Sistema de Inter-ozonización.....</i>	<i>38</i>
2.4.9	<i>Batería de filtro biológicos .....</i>	<i>42</i>

2.4.10	<i>Sistema de desinfección</i>	44
2.4.11	<i>Dosificación de productos químicos</i>	46
2.4.12	<i>Tanque de contacto de desinfección</i>	49
2.4.13	<i>Depósitos de agua filtrada (reserva de agua potable)</i>	50
2.4.14	<i>Red de Desagües</i>	50
2.5	<i>Estación de bombeo de agua tratada (EBAT)</i>	52
2.5.1	<i>Múltiple de succión e impulsión</i>	52
2.5.2	<i>Medición y control</i>	53
2.5.3	<i>Elementos accesorios</i>	53
2.6	<i>Sistema de tratamiento de lodos</i>	53
2.6.1	<i>Generación</i>	53
2.6.2	<i>Tratamiento de Lodos de Alta Concentración</i>	55
2.6.3	<i>Tratamiento de Lodos de Baja Concentración</i>	56
2.6.4	<i>Deshidratación de Lodos</i>	57
2.6.5	<i>Disposición final de lodos deshidratados (monorrelleno)</i>	58
2.7	<i>Aductora de agua potable (AAP)</i>	60
2.7.1	<i>Generalidades</i>	60
2.7.2	<i>Dimensionado básico de la nueva aductora y EBAT</i>	61
2.7.3	<i>Descripción del trazado</i>	62
2.7.4	<i>Cruce del río Santa Lucía</i>	63
2.7.5	<i>Criterios de diseño e instalación</i>	65
2.7.6	<i>Protección contra la corrosión</i>	70
2.7.7	<i>Elementos de hormigón armado: cámaras y anclajes</i>	71
2.7.8	<i>Protección contra el golpe de ariete</i>	71
2.8	<i>Integración de la nueva fuente al sistema Metropolitano</i>	73
2.8.1	<i>Tubería de Conexión Melilla – Cuchilla Pereira</i>	73
2.8.2	<i>Ampliación del recalque de Melilla</i>	74
2.8.3	<i>Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla</i>	75
2.8.4	<i>Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla</i>	75
2.8.5	<i>Mejoras propuestas para escenarios de contingencia</i>	75
2.8.6	<i>Sistema de Recloración</i>	76
3	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SUMINISTROS PRINCIPALES</b>	78
4	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	79



4.1 Alcance general de los trabajos de Operación y Mantenimiento ..... 79

4.2 Pautas generales para la Operación ..... 80

4.3 Manual de Operación del Sistema..... 81

4.4 Operación de las instalaciones de captación y aducción de agua bruta ..... 81

    4.4.1 *Objetivo de la Operación de la Captación de agua bruta* ..... 81

    4.4.2 *Actividades de operación habituales* ..... 82

    4.4.3 *Actividades de operación extraordinarias* ..... 82

4.5 Operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) ..... 83

    4.5.1 *Objetivo de la Operación de la PTAP* ..... 83

    4.5.2 *Áreas de Operación en la PTAP* ..... 83

    4.5.3 *Organización de las actividades de Operación*..... 84

4.6 Operación de las aductoras de agua bruta y tratada y Recalque Melilla ..... 84

4.7 Alcance general de los trabajos de Mantenimiento..... 84

    4.7.1 *Objetivo* ..... 84

    4.7.2 *Definiciones* ..... 84

    4.7.3 *Responsabilidad General del Contratista*..... 85

    4.7.4 *Plan de Mantenimiento*..... 86

    4.7.5 *Gestión del stock de repuestos* ..... 90

5 COSTOS ESTIMADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX) ..... 91

    5.1 Introducción ..... 91

    5.2 Costos Energéticos..... 91

    5.3 Costos de Productos Químicos ..... 92

    5.4 Otros costos de Operación ..... 93

    5.5 Costos de Mantenimiento..... 93

    5.6 Resumen de costos de operación y mantenimiento ..... 94

6 PRESUPUESTO DE OBRA ..... 95

7 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO ..... 100

    7.1 Antecedentes..... 100

    7.2 Estructuración del Negocio ..... 100

    7.3 Consideraciones Jurídicas sobre la modelación propuesta del negocio ..... 101

        7.3.1 *Leasing Operativo* ..... 101

        7.3.2 *Concesión de Obra Pública* ..... 102

    7.4 Descripción de Supuestos de las Proyecciones Financieras Realizadas ..... 103

7.4.1	<i>Parámetros temporales</i>	103
7.4.2	<i>Parámetros Macroeconómicos</i>	104
7.4.3	<i>Parámetros contables y fiscales</i>	104
7.4.4	<i>Costos de inversión</i>	106
7.4.5	<i>Costos Pre-Operativos</i>	106
7.4.6	<i>Costos de operación y mantenimiento</i>	106
7.4.7	<i>Ingresos</i>	107
7.4.8	<i>Financiamiento</i>	107
7.4.9	<i>Resultados del análisis económico financiero</i>	107
7.5	<i>Flujos de Caja proyectados</i>	109
8	<b>ANEXOS</b>	111
8.1	<b>ANEXO 1 – DISEÑOS GRÁFICOS</b>	111
8.2	<b>ANEXO 2 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS PRINCIPALES</b>	118
A.	<b>TUBERÍAS PARA CONDUCCIONES PRINCIPALES</b>	119
A.1.	<i>Alcance</i>	119
A.2.	<i>Información técnica y referencias</i>	119
A.3.	<i>Características generales del suministro</i>	119
A.3.1.	<i>Materiales admisibles para caños y piezas especiales</i>	119
A.4.	<i>Requisitos de aceptación del suministro propuesto</i>	119
A.4.1.	<i>Cumplimiento de normas</i>	119
A.4.2.	<i>Certificación</i>	120
A.4.3.	<i>Memoria de cálculo</i>	120
A.4.4.	<i>Integridad del suministro</i>	120
A.5.	<i>Tubería de Fundición Dúctil</i>	121
A.5.1.	<i>Generalidades</i>	121
A.5.2.	<i>Normativa vigente y manuales de referencia</i>	121
A.5.3.	<i>Memoria de cálculo</i>	121
A.5.4.	<i>Caños</i>	122
A.5.5.	<i>Características</i>	122
A.5.6.	<i>Juntas</i>	122
A.5.7.	<i>Ensayos en fábrica</i>	123
A.5.8.	<i>Piezas especiales</i>	123
A.5.9.	<i>Protección anticorrosiva</i>	124

A.6. Tubería de Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) ..... 126

    A.6.1. *Generalidades*..... 126

    A.6.2. *Normativa y manuales de referencia*..... 126

    A.6.3. *Diseño de los caños y piezas especiales a suministrar*..... 127

    A.6.4. *Memoria de cálculo* ..... 129

    A.6.5. *Fabricación de los caños y piezas especiales a suministrar* ..... 130

    A.6.6. *Inspección en fábrica* ..... 130

    A.6.7. *Ensayos*..... 131

A.7. Tubería de Acero..... 131

    A.7.1. *Generalidades*..... 131

    A.7.2. *Normativa y manuales de referencia*..... 132

    A.7.3. *Memoria de Cálculo* ..... 132

    A.7.4. *Caños*..... 133

    A.7.5. *Juntas* ..... 134

    A.7.6. *Piezas especiales*..... 134

    A.7.7. *Identificación* ..... 134

    A.7.8. *Ensayos de recepción* ..... 135

    A.7.9. *Conexiones*..... 135

    A.7.10. *Protección anticorrosiva*..... 135

A.8. Válvulas, piezas de montaje y reparación, elementos para desagües y conexiones..... 141

    A.8.1. *Generalidades*..... 141

    A.8.2. *Normativa vigente* ..... 142

    A.8.3. *Características generales* ..... 142

    A.8.4. *Ensayos de las válvulas* ..... 142

    A.8.5. *Verificaciones*..... 142

    A.8.6. *Válvulas Mariposa* ..... 143

    A.8.7. *Válvulas de compuerta*..... 144

    A.8.8. *Válvulas de aire* ..... 144

    A.8.9. *Válvulas de retención en sistemas antiariente (Tanques Unidireccionales)*  
145

    A.8.10. *Juntas de desmontaje autoportantes*..... 145

    A.8.11. *Elementos para desagües*..... 146

    A.8.12. *Elementos para la conexión de válvulas de aire* ..... 146

A.8.13.	Elementos para la conexión y anclaje de válvulas.....	146
B.	SUMINISTROS PARA EBAB/PTAP/EBAT .....	147
B.1.	Equipos electromecánicos.....	147
B.1.1.	Generalidades.....	147
B.1.2.	Bombas Principales.....	147
B.1.3.	Bombas Secundarias.....	160
B.1.4.	Bombas Dosificadora de producto químico (sulfato de aluminio) .....	168
B.1.5.	Bombas Dosificadora de producto químico (alcalinizante) .....	169
B.1.6.	Bombas Dosificadora de producto químico (polímero de espesado) .....	170
B.1.7.	Bombas Dosificadora de producto químico (polímero de proceso).....	173
B.1.9.	Generador de Dióxido de Cloro.....	174
B.1.10.	Floculadores Mecánicos .....	176
B.1.11.	Soplantes para lavado de filtros .....	179
B.1.12.	Agitadores Mecánicos .....	181
B.1.13.	Espesador mecánico de lodos .....	185
B.1.14.	Centrifugas de deshidratación de lodo.....	186
B.1.15.	Tornillos transportadores .....	187
B.1.16.	Equipos de preparación de polímero.....	192
B.1.17.	Barredor de lodos .....	193
B.2.	Sistema de Ozonización .....	194
B.2.1.	Introducción.....	194
B.2.2.	Generalidades.....	195
B.2.3.	Proyecto Ejecutivo.....	196
B.2.4.	Equipos de Generación de Oxígeno .....	197
B.2.5.	Equipos de Generación de Ozono .....	198
B.2.6.	Sistema de Enfriamiento .....	198
B.2.7.	Equipo de destrucción de Ozono .....	199
B.2.8.	Tuberías, difusores y accesorios .....	199
B.2.9.	Tablero General .....	200
B.2.10.	Materiales.....	201
B.2.11.	Sistema de Control .....	202
B.2.12.	Ensayos de fábrica.....	203
B.3.	Sistema de Desinfección (cloro gas) .....	203

B.3.1.	<i>Introducción.....</i>	203
B.3.2.	<i>Generalidades.....</i>	204
B.3.3.	<i>Cilindros en operación.....</i>	205
B.3.4.	<i>Evaporadores.....</i>	206
B.3.5.	<i>Cloradores .....</i>	207
B.3.6.	<i>Eyectores .....</i>	208
B.3.7.	<i>Tuberías y equipos complementarios .....</i>	208
B.3.8.	<i>Equipamiento específico a considerar .....</i>	210
B.4.	<i>Instrumentos .....</i>	212
B.4.1.	<i>Sensor de pH.....</i>	212
B.4.2.	<i>Sensor de conductividad eléctrica .....</i>	212
B.4.3.	<i>Sensor de nivel radar.....</i>	213
B.4.4.	<i>Medición de nivel discreto.....</i>	214
B.4.5.	<i>Medición de nivel hidrostático .....</i>	214
B.4.6.	<i>Analizador de Turbiedad .....</i>	214
B.4.7.	<i>Analizador de Cloro.....</i>	215
B.4.8.	<i>Analizador de Ozono.....</i>	216
B.4.9.	<i>Analizador de dióxido de cloro .....</i>	216
B.4.10.	<i>Caudalímetros Electromagnéticos .....</i>	217
B.4.11.	<i>Caudalímetro de Aire (Lavado de Filtros).....</i>	219
B.4.12.	<i>Sensor de carpeta de lodos.....</i>	221
B.4.13.	<i>Sensor de Presión .....</i>	222
B.5.	<i>Otros materiales o equipos .....</i>	222
B.5.1.	<i>Módulos de Sedimentación Laminar .....</i>	222
B.5.2.	<i>Manto filtrante .....</i>	224
B.5.3.	<i>Falso fondo en filtros.....</i>	225
B.5.4.	<i>Depósitos de almacenamiento de Sulfato de Aluminio .....</i>	225
B.5.5.	<i>Depósitos de almacenamiento de Soda Cáustica.....</i>	226
B.5.6.	<i>Puentes Grúa .....</i>	227
B.5.7.	<i>Polipastos .....</i>	231
B.6.	<i>Dispositivos de protección antiariete .....</i>	232
B.6.1.	<i>Tanques hidroneumáticos en: EBAB .....</i>	233
B.6.2.	<i>Tanques hidroneumáticos de recalque a Pólder .....</i>	233

B.6.3. *Tanques hidroneumáticos en: EBAT* ..... 234

C. INSTALACIONES ELÉCTRICAS ..... 235

C.1. Tableros eléctricos ..... 235

    C.1.1. *Centros de distribución de potencia* ..... 235

    C.1.2. *Tablero de iluminación y servicios* ..... 240

    C.1.3. *Tableros de control* ..... 243

C.2. Dispositivos de maniobra y protección ..... 245

    C.2.1. *Interruptores de Ejecución Abierta* ..... 245

    C.2.2. *Interruptores Caja Moldeada* ..... 246

C.3. Banco de condensadores ..... 247

C.4. Celdas de 31.5 kV ..... 248

    C.4.1. *Especificaciones técnicas* ..... 248

    C.4.2. *Instalación* ..... 249

    C.4.3. *Utilización* ..... 249

C.5. Transformadores ..... 250

    C.5.1. *Especificaciones técnicas* ..... 250

    C.5.2. *Utilización* ..... 251

C.6. Celdas de 6.4 kV ..... 252

    C.6.1. *Especificaciones técnicas* ..... 252

    C.6.2. *Instalación* ..... 253

    C.6.3. *Utilización* ..... 253

C.7. Variadores de frecuencia de media tensión ..... 256

    C.7.1. *Introducción* ..... 256

    C.7.2. *Aspectos generales* ..... 256

    C.7.3. *Estándares* ..... 257

    C.7.4. *Descripciones Generales VFD* ..... 258

    C.7.5. *Performance del VFD* ..... 260

    C.7.6. *Tecnologías preferidas de VFD* ..... 261

    C.7.7. *Unidad de Control del VFD* ..... 261

    C.7.8. *Protección y gestión de fallas del VFD* ..... 262

    C.7.9. *Control del VFD* ..... 263

    C.7.10. *Sistema de Refrigeración* ..... 265

    C.7.11. *Gabinete* ..... 265

C.7.12.	<i>Digitalización</i> .....	265
C.7.13.	<i>Mantenimiento predictivo</i> .....	265
C.7.14.	<i>Documentación</i> .....	266
C.7.15.	<i>Ensayos</i> .....	266
C.7.16.	<i>Repuestos</i> .....	266
C.7.17.	<i>Embalaje</i> .....	267
D.	INSTALACIONES DE CONTROL DE PROCESOS .....	267
D.1.	Especificaciones Sistema de control .....	267
D.1.1.	<i>Señales de campo</i> .....	267
D.1.2.	<i>Red de comunicaciones</i> .....	267
D.1.3.	<i>Almacenamiento de datos históricos</i> .....	267
D.1.4.	<i>Estaciones de trabajo y paneles locales</i> .....	268
D.1.5.	<i>Alarmas</i> .....	268
D.1.6.	<i>Operaciones de emergencia</i> .....	268
D.1.7.	<i>Visualización</i> .....	268
D.1.8.	<i>Comunicaciones entre plantas EBAB y PTAP</i> .....	268
D.2.	Instrumentos de medición .....	268
D.2.1.	<i>Obra de toma</i> .....	268
D.2.2.	<i>Línea de potabilización</i> .....	269
D.2.3.	<i>Asociado a Pólder</i> .....	270
D.2.4.	<i>Línea de tratamiento de lodos</i> .....	270

**Lista de Tablas y Figuras**

Tabla 2-1:	Niveles RDLP (metros referidos al cero Wharton) .....	18
Tabla 2-2:	Parámetros hidráulicos obra de toma (tuberías).....	18
Tabla 2-3:	Determinación de nivel mínimo de agua en estructura de bombeo .....	20
Tabla 2-4:	Determinación de la carga hidráulica de la EBAB con 2 y 3 bombas en operación.....	22
Tabla 2-5:	Parámetros de diseño hidráulico de la impulsión al Pólder .....	26
Tabla 2-6:	Parámetros de diseño hidráulico de la impulsión al Pólder .....	27
Tabla 2-7:	Calidad de agua bruta en el área de Proyecto .....	28
Tabla 2-8:	Características y parámetros principales de floculadores .....	35
Tabla 2-9:	Características y parámetros principales de los sedimentadores laminares	37
Tabla 2-10:	Características y parámetros principales de los contactores de ozono. ....	41
Tabla 2-11:	Características y parámetros principales de las unidades de filtración .....	42
Tabla 2-12:	Requerimientos necesarios del sistema de desinfección con cloro gas.....	45

Tabla 2-13: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de coagulante..... 47

Tabla 2-14: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de floculante..... 48

Tabla 2-15: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de alcalinizante..... 48

Tabla 2-16: Generación de lodo y necesidades de superficie para disposición final ..... 59

Tabla 2-17: Localización y características de los TU. .... 71

Tabla 2-18: Localización y dimensiones de los TU..... 72

Tabla 5-1: Costos Operativos de Energía Eléctrica ..... 91

Tabla 5-2: Consumo específico de Energía Eléctrica en PTAP..... 92

Tabla 5-3: Costos Operativos de Productos Químicos (costo anual) ..... 93

Tabla 5-4: Costos Operativos de Productos Químicos (costos específico) ..... 93

Tabla 5-5: Costos de Mantenimiento ..... 94

Tabla 5-6: Resumen de costos de operación y mantenimiento..... 94

Tabla 6-1: Presupuesto de Obra Básico ..... 96

Tabla 6-2: Presupuesto de Obra Básico aumentado 5%..... 97

Tabla 6-3: Presupuesto de Obra Variante Fundición Dúctil..... 98

Tabla 6-4: Presupuesto de Obra Variante Fundición Dúctil aumentado 5% ..... 99

Tabla 7-1: Resultados del análisis económico financiero ..... 108

Tabla 7-2: Resultado sobre base a precios constantes..... 108

Figura 1-1: Esquema general de intervenciones del proyecto Arazatí – Primera Etapa 160.000 m3/día..... 15

Figura 2-1: Esquema general de procesos de tratamiento ..... 30

Figura 2-2: Esquema general de sedimentadores laminares ..... 36

Figura 2-3: Esquema general de generación de Ozono. .... 39

Figura 2-4 Verificación hidráulica Cañada del Juncal..... 51

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto presentar a la Administración de Obras Sanitaria del Estado (OSE), el Volumen N°5 del Estudio de Factibilidad, en relación a la Propuesta de Iniciativa Privada presentada por el Consorcio integrado por SACEEM SA, BERKES SA, CIEMSA y FAST Ltda., para el Proyecto de Ampliación y Mejora en la capacidad de abastecimiento de agua potable al área Metropolitana de Montevideo.

Este Volumen N°5 constituye un documento complementario a los presentados en abril de 2022 (Volúmenes 1 a 3 y Carpeta de Planos y la actualización del Volumen 4). En esta instancia, se presentan las obras de ejecución en primera etapa, que son parte de la solución integral propuesta para una producción efectiva de 160.000 m<sup>3</sup>/d de agua potable.

El Proyecto Arazatí integral se ha previsto para una capacidad de 229.000 m<sup>3</sup>/día y en el presente Contrato se procederá a la construcción de una Primera Etapa con una capacidad de producción neta de 160.000 m<sup>3</sup>/día de agua elevada al sistema de aducción y distribución. La concepción del Proyecto considera la futura ampliación del mismo, e inclusive algunos elementos, como la toma de agua bruta, ya se prevé construir con una capacidad igual a la capacidad final del Proyecto.

En efecto, se ha procedido a desglosar el Proyecto en dos etapas, de las cuales se construirá una Primera Etapa dejando prevista la ampliación a la capacidad total del Proyecto para una Segunda Etapa.

Atendiendo estas consideraciones, este documento presenta los siguientes capítulos, alineados con el propósito general del Proyecto:

- Capítulo 2: se presenta la memoria descriptiva de los distintos subproyectos que constituyen la solución a ser ejecutados en primera etapa.
- Capítulo 3: en conjunto con el ANEXO 4 - contempla las especificaciones técnicas de equipos y materiales del proyecto a ejecutar en primera etapa.
- Capítulo 4: incluye una breve descripción de las actividades correspondientes a la operación y mantenimiento del proyecto de instalaciones de primera etapa.
- Capítulo 5: se presentan los costos estimados de Operación y Mantenimiento de las instalaciones a ejecutar en primera etapa.
- Capítulo 6: se presenta el Presupuesto de Obras de primera etapa.
- Capítulo 7: incluye el análisis económico financiero aplicado a la primera etapa de obras.
- Anexo 2: es el conjunto de planos del Proyecto de Factibilidad (Anteproyecto de las obras) que se entrega en formato digital.

A este volumen le acompaña una carpeta de planos con anteproyecto de las Obras de Primera Etapa – 160.000 m<sup>3</sup>/día.

Se ordena la entrega de los diseños referidos por subproyectos de acuerdo con los siguientes índices:

- Planos Generales del Proyecto: 000
- Obra de Captación e Impulsión de Agua Bruta: 100
- Obras del Pólder: 200
- Planta Potabilizadora Río de la Plata: 300
- Tubería Aductora de Agua Potable: 400
- Disposición Final de Lodos en Monorrelleno: 500

### 1.1 Alcance de las obras de Primera Etapa – 160.000 m<sup>3</sup>/día

La Primera Etapa de obras del Proyecto incluye las siguientes componentes:

- I. Proyectar, construir y mantener una captación de agua bruta en el Río de la Plata, con una capacidad de captación de 300.000 m<sup>3</sup>/d, según la traza definida en el Anteproyecto: coordenadas de inicio y final del inmisario (ver plano H-101).
- II. Proyectar, construir y mantener una Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB) con una capacidad de elevación de primera etapa de 218.400 m<sup>3</sup>/d, ampliable en el futuro a 300.000 m<sup>3</sup>/d, dentro de los límites del predio definido en el Anteproyecto (ver plano G-111);
- III. Proyectar, construir y mantener la tubería de aducción de agua bruta hasta la PTAP, con una capacidad de conducción de 218.400 m<sup>3</sup>/d incluyendo la protección contra transitorios hidráulicos. Esta componente se prevé ampliar en el futuro mediante la instalación de una segunda tubería aductora de agua bruta. Se deberá respetar el trazado definido en el Anteproyecto, ver planos H-151 a H-157;
- IV. Proyectar, construir y mantener una reserva de agua o Pólder con un volumen útil de 4,0 Hm<sup>3</sup>, que incluye vertedero de excedencias, tubería de alimentación desde obra de recalque, tubería de salida para conducción hacia PTAP, ver planos H-201 a 203. Todos estos elementos se deberán ampliar en el futuro cuando se lleve la capacidad del Sistema a su capacidad final;
- V. Proyectar, construir y mantener una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) que contenga los siguientes procesos: coagulación, floculación, sedimentación lamelar, interozonización, filtración biológica, desinfección y tanque de contacto; tratamiento y deshidratación de lodos, estación de bombeo de agua tratada (EBAT); capacidad de producción de 160.000 m<sup>3</sup>/d, ampliable en el futuro a 229.000 m<sup>3</sup>/d con

la construcción de obras y suministros complementarios. Esta PTAP se construirá dentro de los límites del predio definido en el Anteproyecto, ver planos H-301 a H-381;

- VI. Proyectar, construir y mantener el monorrelleno para disposición final de lodos generados en la PTAP incluido el acondicionamiento del predio; la capacidad del monorrelleno será el adecuado para el volumen de lodos que se prevé generar; la disposición final se realizará en el predio definido en el Anteproyecto;
- VII. Proyectar, construir y mantener la tubería de aducción de agua potable hasta el Recalque Melilla (RM), con una capacidad de conducción de 160.000 m<sup>3</sup>/día, incluyendo la protección contra transitorios hidráulicos. La capacidad de esta aductora será ampliable en el futuro a 229.000 m<sup>3</sup>/día mediante un recalque intermedio. Se deberá respetar el trazado definido en el Anteproyecto, ver planos H-401 a H-454;
- VIII. Proyectar, construir y mantener las adecuaciones previstas en el Recalque de Melilla: construcción de un segundo tanque de 3.150 m<sup>3</sup> (gemelo al existente), la ampliación de la capacidad de bombeo mediante la instalación de tres bombas y sus respectivas interconexiones, aumento de la carga eléctrica de la instalación, ver planos H-490 y H-491;
- IX. Proyectar, construir y mantener la troncal de conducción desde el Recalque Melilla hasta los tanques de Cuchilla Pereira según el trazado, material y diámetro definido en el Anteproyecto, ver planos H-460 a H-466;
- X. Realizar la instalación eléctrica y de control necesarias para la Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB), la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y la ampliación del Recalque Melilla (RM), ver planos L-111 a 113; L – 301 a 309 y L – 401 a 406. Incluye las instalaciones eléctricas necesarias en el Monorrelleno de disposición de lodos, tanques unidireccionales y chimenea de equilibrio.

En la figura siguiente se muestra el alcance de las obras de Primera Etapa.

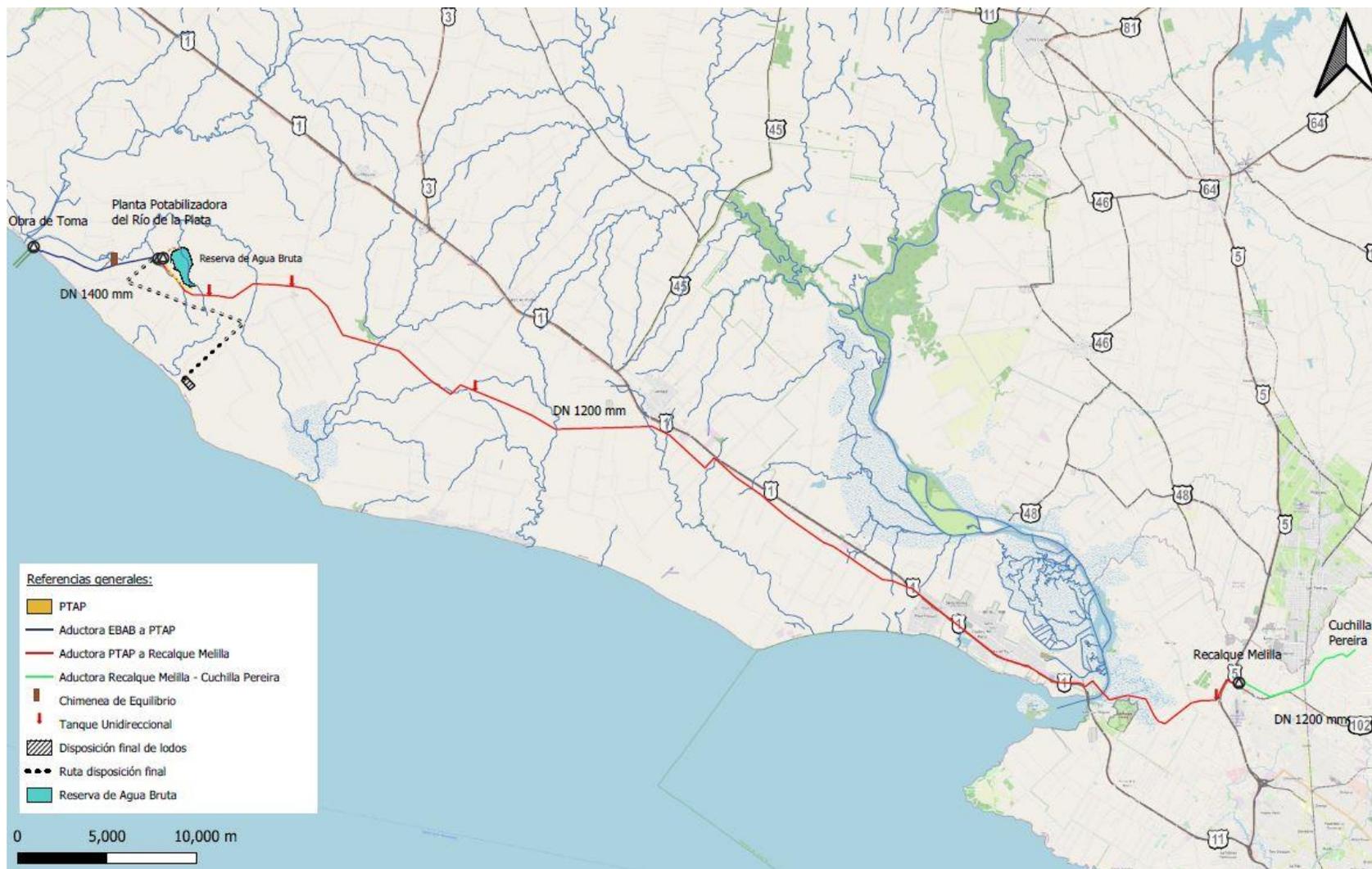


Figura 1-1: Esquema general de intervenciones del proyecto Arazatí – Primera Etapa 160.000 m<sup>3</sup>/día.

## 1.2 Alcance de las obras de Segunda Etapa – 229.000 m<sup>3</sup>/día

En una futura Segunda Etapa se prevé que son necesarias las siguientes obras o componentes para llevar la capacidad del sistema a la final del proyecto, es decir 229.000 m<sup>3</sup>/día:

- Ampliación de la capacidad de la EBAB (cambio de rotores de las mismas bombas prevista en Primera Etapa).
- Segunda aductora de agua bruta (AAB) DN1200mm.
- Ampliación del Pólder al volumen previsto de 9,7 Hm<sup>3</sup>; aumento de capacidad de bombeo al Pólder y del retorno a la PTAP.
- Ampliación de la PTAP: crecimiento de 12 a 18 módulos de clarificación y filtración (instalación de un tercer tren de tratamiento); ampliación de capacidad de instalaciones auxiliares (productos químicos, otros).
- Ampliación de la capacidad de la EBAT (agregado de equipos de bombeo).
- Recalque intermedio en línea sobre la aductora de agua potable (AAP). Capacidad: 229.000 m<sup>3</sup>/día, Altura de bombeo: 105 mca.

## 2 MEMORIA DESCRIPTIVA

Se describen a continuación las componentes de obra incluidas en la Primera Etapa – 160.000 m<sup>3</sup>/día.

### 2.1 Obra de Captación

**Esta componente se construirá en Primera Etapa para la capacidad final de Proyecto.**

#### 2.1.1 Caudal de diseño

La obra de captación tendrá una capacidad de diseño de 300.000 m<sup>3</sup>/d, considerando el nivel mínimo en el Río de la Plata (-1,13 m referido a la escala Wharton).

#### 2.1.2 Información antecedente

##### 2.1.2.1 *Trabajos de campo*

Para la evaluación de la obra de captación, fueron realizados los siguientes trabajos de campo:

- **Batimetría.** Se realizaron dos batimetrías en el área de estudio, denominándose batimetría oeste y este, de acuerdo a su posición respecto a Montevideo. Fecha de realización: Julio/2021.
  - o *Batimetría Oeste.* Parte en la costa de coordenadas (X: 500.238 m; Y: 6.175.702 m), con una longitud de aproximadamente 2.800 m, ancho de 300 m. La batimetría alcanzó una cota de fondo de -6,30 mWh.
  - o *Batimetría Este.* Parte en la costa de coordenadas (X: 501.743 m; Y: 6.174.219 m), con una longitud de aproximadamente 2.700 m, ancho de 800 m. La batimetría alcanzó una cota de fondo de -6,00 mWh.
- **Ensayos tipo Jet Probe.** Sobre trazas definidas sobre las batimetrías realizadas, se realizaron ensayos de tipo penetración de lanza, con un total de 41 puntos. Fecha de realización: 17/09/2021.
- **Sondeo a nivel de costa.** Se realiza un sondeo para obtener la caracterización geotécnica del subsuelo, sobre coordenadas (X: 500.234 m, Y: 6.175.699 m). El sondeo alcanza una profundidad de 10,40m respecto al terreno natural. Fecha de realización: 12/10/2021.

##### 2.1.2.2 *Niveles en Río de la Plata*

Como referencia de niveles del RDLP, se ha obtenido información de proyectos realizados en Punta del Tigre, y conjuntamente se ha solicitado a DINAGUA las curvas de frecuencia de niveles mínimos y máximos para las zonas de: Bocas del Cufré y Juan Lacaze. La estación Bocas de Cufré solamente funcionó unos años en la década del 50 y no generó información significativa por dificultades de mantenimiento.

Referencia	Nivel Mínimo	Nivel Máximo
Punta del Tigre	-0,71	3,80
Juan Lacaze	-1,13	4,17

Tabla 2-1: Niveles RDLP (metros referidos al cero Wharton)

El diseño de la obra de captación considera los niveles determinados para Juan Lacaze. En particular, el nivel mínimo en el RDLP es necesario para determinar el nivel mínimo de agua en la estructura de bombeo, de forma de garantizar la correcta operación de los equipos de bombeo.

### 2.1.3 Tipología de obra de captación

La obra de toma estará compuesta por:

- Tuberías dentro del RDLP. Serán 2 tuberías de PEAD, PE 100, SDR 21. Tendrán una longitud aproximada de 1600 m. La instalación de la misma será de acuerdo a las láminas presentadas.
- Puntos de ingreso. Mediante filtros de tipo Johnson. Se consideran un total de 16 filtros, con dimensiones aproximadas: diámetro de 0,84 m y largo útil de 1,78m.

#### 2.1.3.1 Tuberías dentro de RDLP

El diseño considera un caudal de 300.000 m<sup>3</sup>/d (3.472 l/s). Se ha considerado la instalación de: **dos** tuberías en paralelo en: **PEAD, PE 100, SDR 21**. La longitud de la captación es determinada de forma de alcanzar un nivel de lecho suficiente que permita la correcta operación de los filtros de ingreso de agua (sumergencia, y separación a lecho).

Los principales parámetros hidráulicos se corresponden a:

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal diseño	300.000	m <sup>3</sup> /d
DN	1.600	mm
DI	1.447,6	mm
Nº tubos	2	Unidades
Q/tubería	1.736	l/s
Velocidad	1,05	m/s
Pérdida de carga unitaria (J)	0,57	m/km

Tabla 2-2: Parámetros hidráulicos obra de toma (tuberías)

La instalación de estas tuberías debe considerar una pendiente mínima ascendente en sentido del flujo de: 0,25 %.

2.1.3.2 Estructura de ingreso

Se ha considerado como mejor opción para los puntos de captación, filtros de forma cilíndrica del tipo Johnson. Este tipo de filtros, en forma de T, cuenta en su interior con un sistema que garantiza captación uniforme de agua en su extensión, y pueden ser construidos en una aleación de cupro níquel (Z-Alloy), que evita el crecimiento del mejillón dorado sobre el mismo.

Los criterios de diseño considerados son:

- Velocidad máxima en ingreso: 0,15 m/s. Velocidad de diseño para evitar ingreso de peces a la estructura, y atiende a la exigencia de protección ambiental de la agencia EPA de los Estados Unidos en su estándar 316. El dimensionado de los filtros se realiza considerando esta velocidad máxima para una condición de obstrucción del 35 %.
- Pasaje entre barras: 10 mm.
- Espesor de barras: 4 mm.

Tipo y cantidad de filtros requeridos:

- Diámetro de filtro: 838 mm.
- Largo total de filtro: 2.591 mm.
- Cantidad: **16 unidades** (8 unidades por línea).

En la siguiente tabla se resumen los principales resultados obtenidos para determinar el nivel mínimo de agua dentro de la estructura de bombeo. Este nivel es crítico, ya que es el que debe garantizar condiciones de cebado de los equipos de bombeo, sumergencia adecuada y verificación del NPSH disponible de la instalación.

Parámetro	Valor	Unidad
Nivel mínimo RDLP	-1,13	mWh
Caudal diseño	3472,2	l/s
N° tuberías toma	2	-
Caudal / tubería de toma	1736,1	l/s
DN tubería de toma PE100 SDR21	1600	mm
DI tubería de toma PE100 SDR21	1447,6	mm
Velocidad	1,05	m/s
Longitud geométrica	1600	m
Pérdida carga parcial distribuida	0,91	m
Gradiente hidráulico J	0,57	m/km
Pérdida carga en salida de tubería	0,06	m

Parámetro	Valor	Unidad
<i>dH en conexiones de los filtros</i>		
N° de filtros/tubo	8	unidades
Caudal por filtro	781	m3/h
DN tubería de toma PE100 SDR21	600	mm
Velocidad	0,94	m/s
Longitud geométrica	2	m
Pérdida de carga por piezas especiales y distribuida	0,106	m
dH filtros	0,20	m
dH captación	1,28	m
Nivel mínimo PB	<b>-2,41</b>	<b>mWh</b>
Nivel mínimo PB	<b>-3,32</b>	<b>m Of</b>

**Tabla 2-3: Determinación de nivel mínimo de agua en estructura de bombeo**

El nivel mínimo considerado dentro de la estructura de bombeo, es -2,50 mWh (-3,41 m Oficial). Conjuntamente este valor es de relevancia en la instalación de la tubería de captación, ya que la clave de la misma deberá estar por debajo del mismo.

## 2.2 Sistema de Elevación de agua bruta (EBAB + AAB)

Esta componente, compuesta por la estación de bombeo de agua bruta (EBAB) y su correspondiente aductora (AAB), se construirá previendo la capacidad final del Proyecto, pero equipándola para una Primera Etapa con capacidad de 218.400 m3/día (160.000 m3/día para PTAP más recarga de la reserva de agua bruta o Pólder).

### 2.2.1 Características generales

La estación de bombeo erogará el volumen de agua necesario directamente a la planta potabilizadora. Los componentes principales de la estación son:

- **Caminería de acceso.** Se deberá considerar la ejecución de caminería de acceso a la EBAB. La misma debe permitir el tránsito de vehículos pesados, y tendrá una extensión de aproximadamente: 2.3 km.
- **Cámara de llegada.** Se trata de una cámara con válvulas que permiten aislar las tuberías que ingresan desde el RDLP (inmisarios). El manejo adecuado de las válvulas, así como la previsión de una tubería de retrolavado, permitirán realizar tareas de mantenimiento periódicas a los inmisarios.
- **Pozo húmedo.** Compartimentado en dos partes, alojando cada uno la succión de dos equipos de bombeo.
- **Pozo seco.** Aloja los equipos de bombeo, así como válvulas de cierre y retención. El motor de cada equipo de bombeo se encuentra alojado a un nivel por encima del máximo registrado en el RDLP.

- **Sistema de protección anti ariete.** Dentro del predio se considera la instalación de tanques hidroneumáticos para protección frente a transitorios hidráulicos.
- **Zona de químicos para generación de dióxido de cloro.** Elemento considerado para aplicación durante etapas de retrolavado de inmisarios, así como aplicación al ingreso del pozo húmedo. Objetivo: combate a mejillón dorado.
- **Sala eléctrica.** Zona del predio destinada a alojar el equipamiento eléctrico de la estación.
- **Sala de operadores.** Zona prevista para operadores, incluyendo vestuario y sanitario.

### 2.2.2 Lógica de operación en condiciones normales

Se considera la instalación de variadores de frecuencia en la totalidad de los equipos de bombeo. La lógica de operación tendrá como consigna el caudal requerido en la Planta Potabilizadora.

Todos los equipos operarán a una misma frecuencia. El automatismo debe considerar el enlace entre las mediciones en el caudalímetro instalado en la tubería de impulsión y la frecuencia de operación de los equipos de bombeo.

### 2.2.3 Dimensionado de equipos de bombeo y línea de impulsión

En Primera Etapa de obras se instalarán equipos de bombeo con capacidad de erogar un caudal mínimo de 218.400 m<sup>3</sup>/d, previendo la ampliación en la capacidad de los equipos de bombeo para alcanzar el caudal de diseño de 300.000 m<sup>3</sup>/d (Segunda Etapa).

Se trata de una estación de bombeo con bombas de tipo centrífuga, radialmente partida, de eje vertical e instalación en seco. De forma de alcanzar un caudal de 218.400 m<sup>3</sup>/d, se considera para el diseño de la estación de bombeo un total de cuatro (4) equipos de bombeo de idénticas características, en un esquema de operación: 3 + 1 (3 equipos en operación y 1 equipo de respaldo).

Las bombas a instalar deben garantizar que con dos equipos en paralelo sea alcanzado un caudal mínimo de 168.000 m<sup>3</sup>/d, y con tres equipos en paralelo sea alcanzado un caudal mínimo de 218.400 m<sup>3</sup>/d.

Para la Primera Etapa de Obras se considera una línea de impulsión de DN1400mm. La longitud geométrica de esta tubería aductora de agua bruta (AAB) es de aproximadamente 8.000 m entre el pozo de bombeo y la nueva planta potabilizadora.

En todos los casos de diseño, se debe considerar el nivel mínimo en el Río de la Plata y la cota de descarga en la PTAP. Las cargas presentadas son determinadas para las condiciones de anteproyecto, y deberán ser verificadas en etapa de proyecto

ejecutivo. De acuerdo a las condiciones de la instalación de anteproyecto, el sistema de bombeo a diseñar debe garantizar:

- Equipos operativos: dos (2)
  - Caudal de operación: 168.000 m<sup>3</sup>/d.
  - Altura manométrica: 34,4 mca (a verificar en proyecto ejecutivo de acuerdo a los niveles de implantación).
  
- Equipos operativos: tres (3)
  - Caudal de operación: 218.400 m<sup>3</sup>/d.
  - Altura manométrica: 38,9 mca (a verificar en proyecto ejecutivo de acuerdo a los niveles de implantación).

En la siguiente tabla se resume la determinación de la carga hidráulica del sistema, para las dos condiciones de caudal indicadas y considerando nivel mínimo en el Río de la Plata.

Resumen de pérdidas de carga	2 Bombas	3 Bombas	Unidad
Caudal de diseño	168.000	218.400	m <sup>3</sup> /d
Tubería de succión unitaria	0,43	0,32	mca
Tubería de impulsión unitaria	0,80	0,60	mca
Múltiple común de impulsión	0,12	0,17	mca
Tubería de impulsión (incluye piezas especiales)	6,83	11,42	mca
H_geométrica máxima (cota descarga en PP: +23,60m)	26,19	26,42	mca
H de diseño	<b>34,36</b>	<b>38,93</b>	mca

**Tabla 2-4: Determinación de la carga hidráulica de la EBAB con 2 y 3 bombas en operación**

A efectos de evaluación de la solución, se ha mantenido contacto con proveedores de equipos de bombeo, resultando en la preselección de equipos de bombeo con las siguientes características:

- Punto 1 de operación:
  - Caudal: 973 l/s;
  - Altura manométrica: 35 mca.
  - Rendimiento mayor o igual a 85% (+/- 2%)
- Punto 2 de operación:
  - Caudal: 843 l/s;
  - Altura manométrica: 40,0 mca.
  - Rendimiento mayor o igual a 82% (+/- 2%)
- NPSH\_requerido: menor a 7 mca.

Para la Segunda Etapa de Obras se prevé la construcción de una segunda aductora de agua bruta (AAB) y el cambio de los rotores de los cuatro equipos de bombeo para alcanzar un capacidad máxima de bombeo de 1.157 l/s por cada bomba.

#### 2.2.4 Sistema de generación de dióxido de cloro

Se ha considerado un equipo de generación de dióxido de cloro a partir de la tecnología Purate. El diseño considera aplicación de dosis máxima de 1,0 mg/l, y dosis media de 0,3 mg/l. Para los caudales de diseño, los principales componentes del sistema son:

- Predio para alojar equipamiento y tanques de acopio de productos químicos.
- Generador de dióxido de cloro, capacidad 12,7 kg/h. Se deben suministrar dos equipos. Uno estará en operación, y otro de respaldo. Se considera adecuado, tener el equipo de respaldo en un sitio adecuado de la estación de bombeo, o en sitio que la Administración considere adecuado.
- Tanque de acopio Purate: 5.000 litros (material: PRFV). Ubicado dentro de una batea con volumen acorde.
- Tanque de acopio Ácido Sulfúrico al 78%: 5.000 litros (material: PRFV). Ubicado dentro de una batea con volumen acorde.
- Bombas para presurización de eyector. 2 Bombas de tipo centrífuga.
- Sistema para filtración de agua bruta. 3 filtros de anillas (200 micras), auto limpiantes.
- Bomba para lavado a contra corriente de filtros de anillas.
- Bomba de transferencia de Purate.
- Bomba de transferencia de Ácido Sulfúrico.
- Tablero eléctrico y de control.

#### 2.2.5 Sistema de protección frente a transitorios hidráulicos

Se ha realizado una modelación del fenómeno de transitorios hidráulicos para el apagado repentino de los equipos de bombeo de la EBAB. De forma de proteger de forma adecuada la instalación, son requeridos:

- Tanques hidroneumáticos con capacidad unitaria de **50 m<sup>3</sup>**; son **5 unidades** que se deben instalar en Primera Etapa (dejando prevista la instalación de una sexta unidad adicional en la futura Segunda Etapa). Serán de tipo vertical y de membrana. Serán instalados dentro del predio de la EBAB.
- Chimenea de equilibrio en progresiva +4.900 m. La misma tendrá diámetro mínimo de 10m y cota de solera +31,0 m. La interconexión de la misma con la tubería de impulsión será realizada en DN 1600 mm, contando a la salida con una válvula del mismo diámetro de tipo mariposa, junta de desmontaje auto portante y anclajes necesarios. El mismo se construirá en hormigón armado de acuerdo al Proyecto Ejecutivo.

## 2.3 Reserva de agua bruta – Pólder

Esta componente, con una capacidad de 4,0 Hm<sup>3</sup> para la Primera Etapa.

### 2.3.1 Generalidades

El proyecto considera la ejecución de una estructura de reserva de agua bruta a ser utilizada en los casos de incremento de salinidad en el Río de la Plata. Se debe proyectar y ejecutar:

- Presa de tierra para conformar un embalse de agua o pólder, incluye vertedero de excedencias.
- Estación de bombeo (recalque de agua bruta), a ser instalado en la cabecera de la PTAP.
- Tubería de impulsión a partir de la PTAP con descarga en la cabecera del embalse; se deberá construir con una tubería de DN700mm o mayor y clase de presión PN10.
- Tubería de conducción entre el Pólder y la PTAP funcionará a gravedad forzada; se deberá construir con una tubería de DN 1400mm o mayor y clase de presión PN10.

En el plano H-201 se muestra el diseño a nivel de Anteproyecto de estas instalaciones, cuyo diseño deberá ser ajustado en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

### 2.3.2 Requerimientos de capacidad

La reserva de agua bruta o Pólder a construir y sus instalaciones accesorias deberán cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

- El punto de cierre del Pólder estará aproximadamente sobre las siguientes coordenadas de acuerdo a WGS 84, UTM 21S: X: 508.364m, Y: 6.175.657m.
- Volumen útil mínimo de almacenamiento requerido: 4,0 Hm<sup>3</sup>.
- Caudal de diseño de la tubería de impulsión desde Recalque a Pólder: 50.400 m<sup>3</sup>/d.
- Caudal de diseño de la tubería entre Pólder y la PTAP: 168.000 m<sup>3</sup>/d.

### 2.3.3 Lógica de operación prevista

La lógica de operación prevista considera:

1. **Situación normal.** Recirculación normal de un 30% del volumen diario. El recalque elevará un caudal equivalente al 30% del caudal proveniente de la

- EBAB. Se regulará el ingreso desde el pólder a la PTAP, a un caudal igual al erogado en el pólder.
2. **Situación de recuperación del pólder.** Se erogará desde la EBAB hacia la PTAP un caudal de 218.400 m<sup>3</sup>/d, de los que 50.400 m<sup>3</sup>/d serán reconducidos por el recalque hacia el pólder.
  3. **Situación de alimentación exclusiva desde pólder.** Se interrumpirá el suministro de agua desde la EBAB, regulando el caudal de ingreso a la PTAP proviniendo exclusivamente desde el pólder.

#### 2.3.4 Pólder o Reserva de Agua Bruta

Se prevé la construcción de una reserva de agua bruta con una capacidad útil de 4,0 Hm<sup>3</sup>. Para su conformación se prevé la construcción de un dique perimetral cuya cota de coronamiento es +32,20m, su longitud 4.000m y su altura máxima 10,3m. El volumen geométrico del terraplén se estima en 305.000 m<sup>3</sup>. El nivel máximo de agua se ubica en la cota +30,20m.

Para el diseño y construcción del Pólder se debe considerar:

- Núcleo impermeable de material arcilloso limoso compactado.
- Enrocado o protección del dique contra el oleaje (fetch de casi 2.500m).
- Coronamiento transitable con vehículo todoterreno liviano para inspección.
- Instalación de filtro granular con geotextil o dren para protección del pie de talud aguas abajo
- Vertedero de excedencias excavado en tierra; 50m de ancho y un volumen de excavación estimado en 7.000 m<sup>3</sup>.

#### 2.3.5 Estación de Bombeo recalque al Pólder

La estación de bombeo de agua bruta hacia el pólder se instalará contigua a la cámara de carga de agua bruta. El caudal de diseño de la estación es de 50.400 m<sup>3</sup>/d para la Primera Etapa de obras.

Constará de dos bombas en operación y una de reserva (2+1), las cuales serán todas idénticas entre sí. La bomba de reserva estará instalada en paralelo en estado stand-by (instalada y pronta para utilizar en cualquier momento).

En la etapa de Anteproyecto se han definido las características de estas bombas, que corresponde al escenario de diseño con dos bombas operando en paralelo:

- Caudal Q = 300 l/s.
- Altura total H = 20 mca.
- Rendimiento mínimo del conjunto motor-bomba = 75 % (+/- 2%).

- NPSH requerido = menor que 8,0 m.

Cada equipo contará con variador de frecuencia. Serán bombas del tipo centrífuga de eje horizontal y carcasa y voluta partida con succión y descarga en línea.

Las uniones de la bomba serán bridas tipo ISO 7005, PN10.

### 2.3.6 Tubería de impulsión al Pólder

La tubería de impulsión desde la PTAP hasta el Pólder debe ser construida con las mismas especificaciones técnicas previstas para el para la aductora de agua bruta (AAB).

Para esta tubería se deberá respetar el trazado general indicado en los planos de anteproyecto, siendo estrictamente necesario que la descarga se produzca en la cola del embalse para generar cierta recirculación del agua dentro del mismo.

En el punto de descarga se debe considerar la construcción de un revestimiento de protección frente a erosión.

Se prevé la instalación de una tubería de DN700mm, de una longitud de 2.600m. Los principales parámetros de diseño del sistema de impulsión son los siguientes:

Parámetro hidráulico	Valor	Unidad
Caudal de diseño	50.400	m <sup>3</sup> /d
Pérdida de carga en tubería de succión unitaria – DN500mm	0,16	mca
Pérdida de carga en tubería de impulsión unitaria – DN400mm	0,95	mca
Pérdida de carga en múltiple común de impulsión – DN700mm	0,08	mca
Pérdida de carga en tubería de impulsión (incluye piezas especiales) – DN700mm	7,12	mca
H geométrica máxima (cota descarga en Pólder: +30,0m)	6,50	mca
H total de diseño	14,81	mca
Pérdida de carga unitaria en tubería de impulsión (J)	2,74	m/km
Velocidad en la tubería de impulsión	1,52	m/s

**Tabla 2-5: Parámetros de diseño hidráulico de la impulsión al Pólder**

### 2.3.7 Tubería de Pólder a PTAP

La tubería de conducción desde el Pólder a la PTAP debe ser construida con las mismas especificaciones técnicas previstas para el para la aductora de agua bruta (AAB).

Se deberá diseñar una obra de toma que contemple: un mecanismo (válvula o compuerta) que permita el cierre de la captación y una derivación que permita el vaciado del embalse.

Se deberá en lo posible respetar el trazado indicado en planos de anteproyecto, con la captación en la parte más baja del embalse.

Se prevé la instalación de una tubería de DN1.400mm, de una longitud de 1.300m. Los principales parámetros de diseño del sistema de impulsión son los siguientes:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Caudal de diseño	1.852	L/s
	160.000	m3/día
<b>Tubería de conducción Pólder-PTAP</b>		
Diámetro nominal	1.400	mm
Diámetro externo	1.462	mm
Espesor	22	mm
Diámetro de la tubería	1.417	mm
Velocidad	1,17	m/s
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>		
Longitud de la tubería	1.300	m
Coefficiente de H-W	120	
Pérdida de carga unitaria (J)	0,87	m/km
Perdida de carga distribuida	<b>1,13</b>	m
<b>Pérdida de carga localizada:</b>		
Perdida de carga localizada	<b>0,52</b>	m
Pérdida de carga caudalímetro	<b>0,30</b>	m
Pérdida de carga total en tubería	<b>1,95</b>	m
Nivel mínimo de operación	26,00	m
Nivel máximo en la PTAP	23,50	m
Carga disponible	<b>2,50</b>	m
Margen disponible (carga disponible - pérdida de carga)	<b>0,55</b>	m

Tabla 2-6: Parámetros de diseño hidráulico de la impulsión al Pólder

#### 2.4 Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Esta componente, se construirá para una Primera Etapa con capacidad de producción 160.000 m3/día, dejando previstas las ampliaciones requeridas para alcanzar con la Segunda Etapa la capacidad definitiva de 229.000 m3/día.

2.4.1 Generalidades

La Planta estará integrada básicamente por las distintas unidades de tratamiento de agua: mezcla rápida, floculadores, sedimentadores, interoxidación, filtros biológicos, cámara de contacto para la desinfección y depósitos de reserva. Contará también con sistema recuperación, espesado, deshidratación de lodos, con recirculación de clarificados a cabecera de proceso.

La PTAP será diseñada para una capacidad total de 229.000 m3/h; en esta primera etapa se construirán solamente las instalaciones requeridas para una capacidad de 160.000 m3/d dejando previsto el crecimiento futuro a su capacidad total.

2.4.2 Calidad del Agua Bruta en el área de Proyecto

A fin de caracterizar la calidad del agua bruta en la zona del Proyecto, se presenta a continuación un análisis estadístico de valores determinados para los principales parámetros de calidad de agua bruta del Río de la Plata, correspondientes a la serie disponible de información proporcionada por OSE de análisis realizados a partir de muestras tomadas en la zona de Arazatí en el período Mayo 2003 – Abril 2005:

Parámetro	Mínimo	Máximo	Mediana	Percentil 95%
Color verdadero (U Pt-Co)	8,1	280,0	63	149,9
Conductividad (uS/cm)	25	6366	215	1266
pH	7,0	8,6	7,7	8,1
Turbiedad (NTU)	16,0	242,0	39,0	123,2
Alcalinidad Total (mgCaCO3/L)	30,0	164,0	54,0	118,0
Fitoplancton + Zooplancton (cel/mL)	0	3996	11	688
Cloruros (mgCl-/L)	3,4	1829,0	21,0	316,0

Tabla 2-7: Calidad de agua bruta en el área de Proyecto

Como información relevante sobre calidad de agua bruta en función de su condicionamiento para la selección de las tecnologías de tratamiento más apropiadas, se destacan los siguientes rangos de valores para los parámetros turbiedad y conteo de fitoplancton:

- Se observan valores de mediana de turbiedad relativamente bajos, en el entorno de 40 NTU, con episodios eventuales de mayor turbiedad con máximos que pueden alcanzar los 300 NTU.
- Ocurrencia de episodios de floraciones algales con valores máximos registrados en la zona de captación de 4.000 cel/mL, no obstante se registran episodios extraordinarios distribuidos en zona costera oeste del Río de la Plata con conteos de más de 100.000 cel/mL.

#### 2.4.3 Normas de Calidad

A los efectos de asegurar niveles objetivos de calidad de agua, los Organismos Públicos responsables en cada país de la Higiene y Salud Pública (extensible a calidad de medio ambiente, etc.), disponen Normas de calidad y métodos de control. Existen asimismo organizaciones supranacionales, caso de la Organización Mundial de la Salud, que han dictados normas de calidad, asumidas por muchos países.

En Uruguay, se cuenta con la siguiente normativa relativa a la calidad del agua potable:

- Norma Interna de Calidad de Agua Potable de OSE (en vigencia desde 21 de Noviembre de 2012).
- Norma UNIT 833:2008 (impresión corregida a 2010).
- Decreto 375/011 del Ministerio de Salud Pública (modificación del Reglamento Bromatológico Nacional establecido en Decreto 315/94).

Debe considerarse además el carácter dinámico de las normas, en el entendido que la evolución del conocimiento en dolencias de origen hídrico y el avance tecnológico en el campo del tratamiento del agua, permiten alcanzar mejores niveles de calidad de agua para consumo, con mayores niveles de seguridad sanitaria a costos de eficiencia.

En los capítulos siguientes se exponen aspectos fundamentales a contemplar en la infraestructura de la PTAP para el cumplimiento integral de los parámetros de calidad exigibles.

#### 2.4.4 Secuencia de procesos de tratamiento requeridos

A partir de las consideraciones expuestas en el apartado anterior, y considerando las características del agua bruta, es que se exige la siguiente secuencia de procesos para la nueva planta potabilizadora:

- Coagulación optimizada (“enhanced coagulation”): resultante de aplicar coagulantes, preferentemente de tipo férrico o de aluminio. Esta etapa se procesaría en el canal de mezcla rápida Parshall de condiciones de turbulencia apropiadas.

- Floculación mecánica/hidráulica: para un tiempo de retención hidráulico mínimo de 30 minutos, con agitadores mecánicos en primera instancia seguido de un proceso hidráulico, y con gradiente de velocidad variable cubriendo un rango en el entorno de 40 a 80 1/s.
- Clarificación por decantación con Lamellas: sedimentación acelerada con placas lamella, con separación de clarificada y lodo (decantado) en un proceso eficiente que reduce la superficie requerida en aproximadamente 1/3 en relación a un proceso convencional de sedimentación. El líquido clarificado continuará al proceso de interozonización/filtración, con una reducción significativa del contenido de materia orgánica disuelta y una remoción superior al 90 % del material particulado.
- Ozono en posición de interoxidación: Oxidación de cianobacterias y cianotoxinas (intra y extracelulares), metabolitos generadores de olor y sabor (GSM y MIB) y Fe/Mn.
- Biofiltración (en manto de arena y antracita): las unidades de filtración pueden ser operados y diseñados para el desarrollo de un biofilm que puede desempeñar las funciones de filtración, adsorción y biodegradación. En este proceso se dará la degradación de los compuestos reducidos en la etapa anterior de interoxidación.
- Desinfección química con cloro gas: como proceso final adecuado para la eliminación de patógenos y la incorporación de residuos preventivos de calidad bacteriológica en la red de distribución.
- Recirculación del desagüe de lavado de filtros a la cabeza del proceso: previo espesado en unidades DAF.
- Tratamiento de lodos concentrados removidos de las unidades de clarificación. La disposición final se realizará en terreno externo a la PTAP.

A continuación, se presenta un diagrama básico de bloques del proceso de potabilización a implementar:

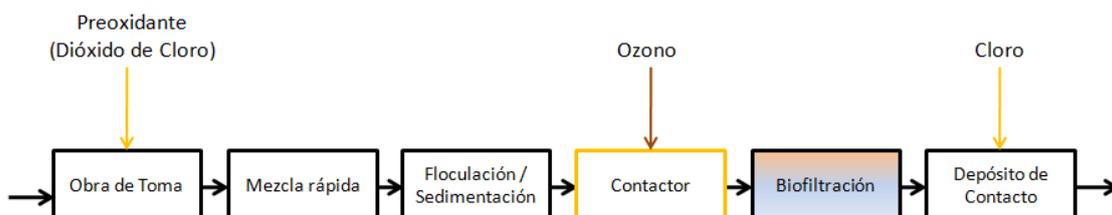


Figura 2-1: Esquema general de procesos de tratamiento

#### 2.4.5 Unidades de proceso proyectadas

Desde la tubería aductora de agua bruta se ingresa a la cámara de carga. Como indican los planos, esta cámara desembocará en un canal de entrada al canal Parshall.

Posterior al canal Parshall el canal desembocará en una cámara repartidora de caudales, que mediante vertederos optimizará el reparto de caudales para cada uno de los dos (2) trenes de tratamiento que estarán conformados por:

- Cámaras de floculación mecánica.
- Floculador hidráulico Alabama.
- Sedimentadores de alta tasa.
- Cámaras de contacto de ozono.
- Filtros biológicos.

A continuación, se previó una cámara de contacto donde se aplicará el agua superclorada para la desinfección, para luego pasar a dos depósitos de agua filtrada oficiando como tanques de almacenamiento, finalmente conectándose con la estación de bombeo de agua tratada (EBAT).

Otro aspecto tenido en cuenta en el tratamiento de los lodos generados en el proceso de potabilización. Para ello se dispone por un lado de una línea de barros de sedimentadores, compuesta por espesadores mecánicos rotativos, y por otro lado un espesador por Flotación por Aire Disuelto (DAF) para para el efluente de lavado de filtros, la mezcla de los lodos espesados es finalmente deshidratada en centrifugas decanters.

El proceso de tratamiento incluye el agregado de productos químicos mediante inyección en tuberías, agregado en canal o directamente en las unidades de tratamiento.

Como ya se mencionó, el Contratista deberá realizar el proyecto ejecutivo de todo el sistema de almacenado, preparación y dosificación de productos químicos. Se deberá incluir los elementos de seguridad de personal y de contención para la protección ambiental frente a posibles derrames y/o escapes.

Los productos químicos que se ha considerado y para los que se requieren las instalaciones correspondientes son:

En el agua bruta:

- Soda cáustica en solución (solución de hidróxido de sodio) (pre alcalinizante).
- Sulfato de aluminio o PAC en solución (coagulante). En el período de puesta en operación se valorará qué producto es el más conveniente.

- Polielectrolito (ayudante de floculación).

En el agua clarificada:

- Ozono (oxidante).

En el agua filtrada:

- Cloro (desinfectante).
- Soda cáustica en solución (corrección de pH).

#### 2.4.6 Cámara de carga y mezcla rápida

La aductora de agua bruta proveniente de la Obra de Toma descargará a la entrada a la PTAP en la cámara de carga de manera sumergida a los efectos de transformar la energía dinámica en carga.

La cámara de carga se debe dimensionar para trabajar con un tiempo de retención hidráulico de 40 segundos para el caudal de diseño.

Siguen a continuación las dimensiones de la misma:

- Ancho: 5,00 m
- Largo: 5,00 m
- Altura útil: 8,20 m
- Altura total: 8,70 m

La cámara de carga deberá contar con todos los elementos para la interconexión de las tuberías de succión de la estación de recalque hacia el pólder (3 tuberías DN 500 mm con pasamuro y válvulas de cierre) y tubería de aporte de agua bruta desde el pólder con cámara caudalímetro y válvula de cierre.

La mezcla rápida se realizará en un Canal Parshall normalizado, seleccionado para un caudal igual al caudal de diseño.

En este punto se deberá realizar la medición del caudal de agua bruta y la mezcla rápida de productos químicos (coagulación), el que contará con las siguientes características:

- Ancho de garganta (W) = 10 pies = 3,05 m
- Ancho de canal: 5,35 m
- Caudal máximo: 5.600 L/s
- Caudal mínimo: 200 L/s
- Ancho de canal aguas arriba: 5,00 m

- Tirante de agua arriba de resalto: 0,69 m
- Velocidad de aproximación: 1,45 m/s
- Gradiente hidráulico en el resalto:  $> 750 \text{ 1/s}$
- Tiempo de retención hidráulico: 2 seg.

El canal Parshall contará con un dispositivo de medición tipo radar continuo del tirante de agua arriba del resalto. Siendo que la descarga abajo del resalto será libre, la medida del tirante de agua arriba del resalto será suficiente para traducir este valor de manera paramétrica al caudal de agua bruta de entrada a la PTAP.

En el resalto será incorporada de forma sucesiva: (1) pre alcalinizante, (2) coagulante, (3) polímero como coadyuvante de la coagulación/floculación y posteriormente en carácter opcional (4) solución de agua superclorada (pre-cloración).

El sistema de dosificación de productos químicos contará con las siguientes instalaciones complementarias para la dosificación de los productos asociados a la coagulación:

- Canal en acero Inoxidable/PRFV con vertederos triangulares de distribución de coagulante y polímero (en resalto de canal Parshall y opcionalmente aguas debajo de este).
- Puntos de aplicación de solución de agua superclorada aguas abajo de los vertederos de repartición.

A la salida del canal Parshall y en el extremo del canal de entrada, el flujo de agua coagulada accede al sector de distribución de agua coagulada a las unidades de clarificación. Para esta distribución se contará con dos (2) vertederos de repartición de caudal, cada uno de 3,50 m de longitud de vertedero, descargando libre sobre las cajas receptoras de conexión. Cada vertedero servirá a un (1) módulo de flocodecantación de nueve (9) unidades cada uno.

Las cajas receptoras de conexión y los canales de distribución de agua coagulada se conectan mediante tuberías de fundición dúctil DN 1400 mm.

#### 2.4.7 Unidades de flocodecantación

Cada unidad de flocodecantación está diseñada para tratar un caudal nominal de 155 L/s y comprende dos etapas en serie: 1) Floculación y 2) Decantación con placas Lamella.

A su vez las unidades Floculación se componen de 2 celdas de floculación mecánica seguida de 1 celda de floculación hidráulica en serie.

A continuación, se indican las principales características de cada unidad de clarificación.

Floculadores:

Los canales de distribución de agua coagulada tendrán un ancho variable de 3,00 m a 1,00 m y una profundidad útil de 1,60 m.

El agua coagulada ingresa a la primera cámara de floculación mecánica a través de entradas sumergidas de 600 mm x 600 mm con compuertas murales provistas de actuadores.

La planta es compuesta por doce (12) floculadores mecánicos en paralelo, cada uno compuesto por dos (2) celdas en serie, de sección rectangular de Largo = 5,30 m x Ancho = 4,40 m x Profundidad útil = 4,00 m y Profundidad total = 4,70 m.

Cada celda de floculación contará con un agitador mecánico con las siguientes características:

- Disposición vertical con moto-reductor con cojinete de suspensión superior fijado en la losa de tránsito.
- Dimensionado para transmitir un gradiente de velocidad variable, a través de la variación de velocidad de rotación del equipo. Con esa finalidad el conjunto moto-reductor dispone de un variador de frecuencia con capacidad de modificar la velocidad de rotación entre 20 a 60 rpm.
- Transferencia de potencia es hecha a través de un eje con paletas inclinadas de geometría apropiada para inducir un flujo axial en la masa de agua, constituyendo un conjunto solidario eje-palas en acero inoxidable AISI 306.
- Permite generar un gradiente de velocidades (G) en el rango de 60 a 80 1/s, para las respectivas velocidades de rotación de 20 a 60 rpm.

Luego de las dos (2) celdas de floculación mecánica en serie, se presenta una última celda de floculación hidráulica configurada por células de floculación tipo Alabama, de 6 compartimentos en series de 0,90 m de ancho y 3,50 m de largo. La floculación de partículas se logra mediante agitación controlada generada por movimientos de flujo vertical continuos guiados por codos inferiores de 90° en Fundición Dúctil DN 700 mm, y durante un tiempo de residencia de aproximadamente 10 minutos a lo largo de las cámaras.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales características de los floculadores:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total	1.852	L/s	

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Número de módulos	2	Unid	
Número de unidades	12	Unid	
Caudal por unidad	155	L/s	
Tiempo de retención hidráulico (TRH)	30	min	En 3 celdas sucesivas
Gradiente de velocidades (G)	80, 60 y 40	1/s	Decreciente
Altura útil	4,00	m	
Ancho	4,40	m	
Largo	5,30	m	
Dimensiones de pasajes entre celdas de floculación mecánica	0,80 m de ancho x 0,80 m de altura	m	

**Tabla 2-8: Características y parámetros principales de floculadores**

El flujo de agua floculada al final del proceso accede finalmente al sector de decantación en la parte central del ducto triple de las unidades de sedimentación.

Sedimentadores laminares:

A los efectos de aumentar la intensidad del proceso de sedimentación en términos de área horizontal, se propone la utilización de módulos de sedimentación tipo Lamella y diseño basado en 2 celdas de decantación en paralelo por unidad, con ductos triples centrales de distribución y colecta en cada celda, conforme al siguiente detalle:

- Ducto central de distribución de agua floculada de sección variable y orificios de salida de flujo calibrado;
- Canal superior de colecta de agua clarificada (recibe las canaletas secundarias de recolección de agua);
- Ducto inferior de extracción hidráulica de lodo de sección variable.

A continuación, se presenta una figura de la tipología de unidad especificada a ejecutar:

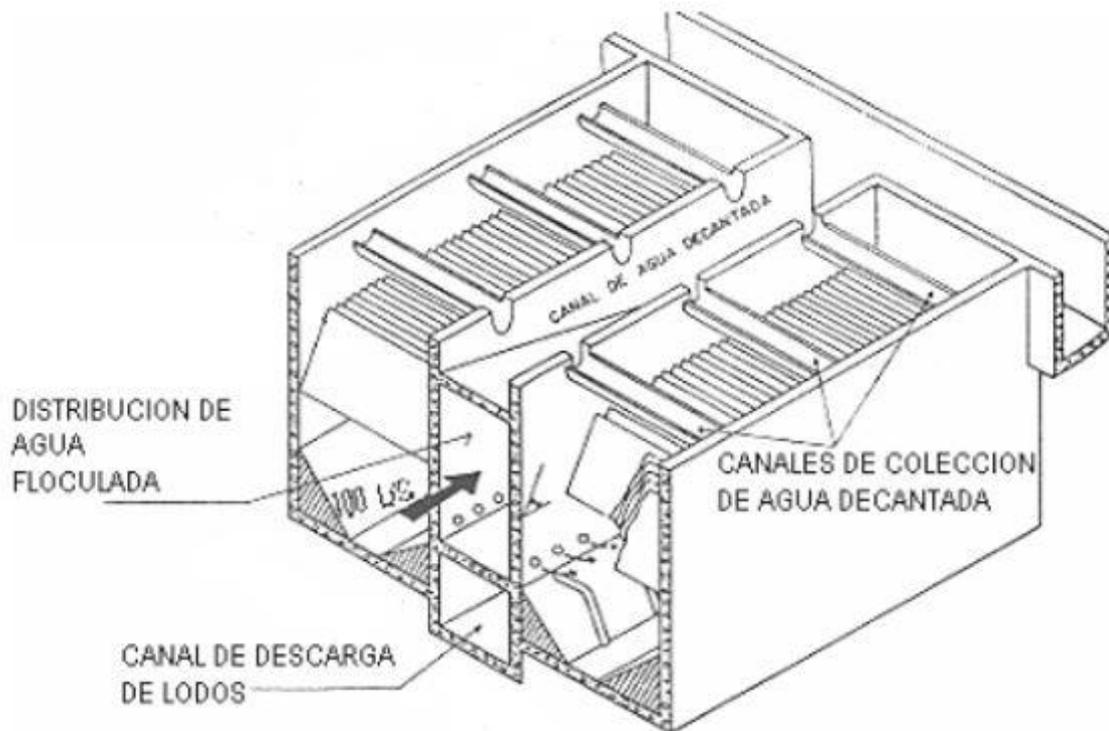


Figura 2-2: Esquema general de sedimentadores laminares

Las doce (12) unidades de sedimentación en paralelo se dimensionan con las siguientes características:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total	1.852	L/s	
Número de módulos	2	Unid	
Número de unidades	12	Unid	6 por cada unidad
Caudal por unidad de Sedimentación	155	L/s	
Número de celdas Lamella en paralelo por unidad	2		
Caudal por celda	77,5	L/s	
Ancho útil de sedimentación de cada celda	2,10	m	
Largo útil de cada celda	25,60	m	
Largo total de cada celda	26,20	m	
Tasa de sedimentación	5,10	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	
Velocidad de sedimentación crítica	1,70	cm/min	<2,8 cm/min (máx recomendado NBR 12216)
Dimensiones del ducto central de agua floculada	1,75/0,85 m de altura x 0,80 m de ancho	m	Altura variable

Orificios entrada de agua floculada	DN 110 mm espaciados 0,45 m		
Gradiente hidráulico en orificios de entrada	22	1/s	
Dimensiones del ducto de recolección de lodo	1,00/1,80 m de altura x 0,80 m de ancho	1/s	Altura variable
Dimensiones del canal superior de agua sedimentada	1,60 m de tirante x 0,80 m de ancho	m	

**Tabla 2-9: Características y parámetros principales de los sedimentadores laminares**

Los módulos de clarificación Lamella estarán conformados por módulos plásticos con las siguientes características aproximadas (sujetas a las características de los modelos propios de cada proveedor que atienda a las especificaciones del presente proyecto):

- Material PVC o Polipropileno con resistencia mecánica y química a las solicitaciones que será que será sometida, en particular a la agresividad del ambiente (radiación UV).
- Capacidad para separar la fracción sedimentable con velocidad crítica de 1,0 m/h.
- Altura útil aproximada de los módulos: 1,00 m.
- Relación L/D (longitud en la trayectoria de flujo/distancia entre placas) de los módulos: 14.
- Estructura soporte y apoyo de los módulos compatible con los requerimientos de la propia instalación y de los esfuerzos máximos a ser sometida: a) peso en condiciones de carga con lodo y unidad vacía, y b) flotación de la estructura sumergida en agua limpia.

La instalación descrita operará entonces a través del ingreso del flujo de agua floculada en cada uno de los doce (12) ductos centrales de sección variable a los efectos de permitir la distribución homogénea a lo largo de las sub celdas de clarificación con módulos Lamella.

El flujo distribuido pasa por los módulos Lamella, operación en la cual la fracción sedimentable es interceptado por el plano inclinado inferior y escurre en el sentido opuesto al flujo, para finalmente caer por gravedad y acumularse en las tolvas inferiores.

El líquido clarificado que pasa los módulos y es recolectado en el nivel superior a través de canaletas secundarias de dimensiones internas de 25 cm de ancho x 25 cm de altura con vertederos dentados (triangulares) de ajuste regulable. De estas canaletas, el agua pasa a los respectivos canales superiores de los ductos triple de 0,80 m de ancho y 1,60 m de tirante. Este flujo finalmente accede al canal principal perimetral (1,50 m de ancho y 1,60 m de tirante) que rodea los módulos para su transferencia a las unidades de ozonización o by-pass de estos y conducción directa a filtración.

La extracción de lodo acumulado en las tolvas longitudinales opera de manera hidráulica, impulsado por el bombeo de bombas centrífugas localizadas en el sector externo. Se contará con una única estación central de 2+1 bombas centrífugas, cada una sirviendo a un (1) módulo de seis (6) unidades de floccodecantación.

Esta extracción de los lodos operará en forma diaria y alternada para cada una de las celdas de clarificación (son 2 celdas por cada una de las 12 unidades, totalizando 24 celdas con extracción diaria secuencial de lodos). A tales efectos cada volqueta longitudinal queda interconectada al ducto inferior de sección rectangular variable, a través de tubos de PVC DN 50 mm separados cada 70 cm a lo largo de la volqueta. El ducto inferior de extracción de lodo se interconecta en su extremo a una tubería en Acero DN 700 mm. Esta interconexión queda controlada a través de una válvula mariposa DN 600 mm on-off con actuador. Finalmente, la tubería externa de acero, a modo de manifold, interconecta la succión de los diferentes colectores de extracción de lodo, con el correspondiente conjunto de elevación para su transferencia al sector de tratamiento de lodos.

Las características particulares del sistema de extracción de lodo son:

- Tubos capilares de extracción de lodo de volquetas: PVC DN 50 mm / 70 cm.
- Ducto rectangular de ancho 0,80 m sección variable 0,80/1,80 m en hormigón a lo largo de las volquetas de fondo con válvula actuadas de control en el extremo.
- Manifold externo para la extracción secuencia y alternada de lodos decantados en acero carbono ASTM 36 PN 10 DN 700 mm con válvulas mariposa actuadas, constituyendo la succión de las bombas de extracción al sector tratamiento de lodos.
- Bombas centrífugas (2 unidades en servicio, 1 para cada unidad de tratamiento, y 1 reserva compartida), con las siguientes características:  $Q = 570 \text{ L/s}$  x  $H = 11,2 \text{ m}$ .
- Tubería de impulsión de lodo sedimentado al tanque de homogeneización en acero al carbono ASTM 36 PN 10 DN 600 mm.
- Los tramos de tubería enterrado serán en fundición dúctil.

#### 2.4.8 Sistema de Inter-ozonización

El sistema de interozonización se compone de los siguientes elementos principales:

- Sistema de suministro de oxígeno gas (GOX).
- Sistema de generación de ozono.
- Contactores de ozono.
- Sistema de destrucción de ozono.

Estos elementos se esquematizan en la siguiente figura:

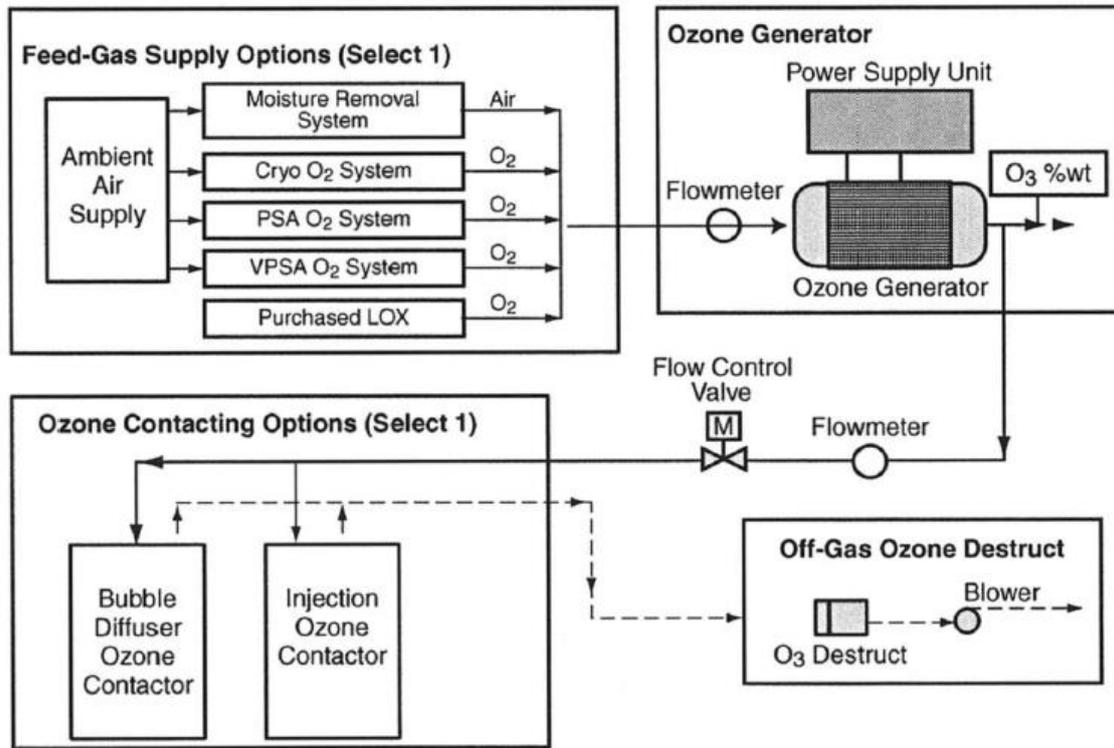


Figura 2-3: Esquema general de generación de Ozono.

Tanto el sistema de suministro GOX como el sistema de generación de ozono se encontrarán instalados en un local ubicado en el espacio intermedio entre los trenes de tratamiento de la planta potabilizadoras. En tanto los contactores como las unidades de destrucción se instalarán a intemperie.

El sistema será dimensionado para producir habitualmente una cantidad de ozono suficiente para dosificar una dosis de 1,50 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 4,5 mg/L. Sin embargo, el sistema deberá posibilitar la dosificación comprendida en todo el rango entre 0,06 y 4,50 mg/L.

El sistema deberá contemplar todas las previsiones necesarias para poder lograr a futuro un incremento del 33% de su capacidad instalada en esta primera etapa, según se detalla en el siguiente resumen:

Primera etapa:

- Caudal de producción de la PTAP: 160.000 m<sup>3</sup>/d.
- Capacidad máxima de producción de ozono: 33,3 kgO<sub>3</sub>/h.
- Dosis máxima de ozono: 4,5 mg/L.

Etapa futura:

- Caudal de producción de la PTAP: 229.000 m<sup>3</sup>/d.
- Capacidad máxima de producción de ozono: 44,4 kgO<sub>3</sub>/h.
- Dosis máxima de ozono: 4,0 mg/L.

Nota: en ambos casos se considera una eficiencia de transferencia de O<sub>3</sub> del 90%.

#### Sistema de Suministro de Oxígeno Gas (GOX)

La tecnología seleccionada para esto es la de PSA, contando con el siguiente equipamiento asociado:

- Compresores de aire.
- Secadoras de Aire.
- Filtros de aire y oxígeno.
- Tanques de acumulación de Aire.
- Tanques de adsorción.
- Tanques de acumulación de Oxígeno.
- Tuberías, válvulas de cierre y regulación, accesorios.
- Tablero de control.

#### Sistema de Generación de Ozono

El sistema de generación de ozono, tal como se explica en el punto anterior, se alimentará de GOX.

Para cubrir la dosis máxima indicada de 4,50 mg/L y considerando una eficiencia de transferencia de Ozono del 90%, el sistema deberá producir un máximo de 33,3 kgO<sub>3</sub>/h (1.800 ppd aproximadamente). Pudiendo regular en el rango de 1 – 100% de su capacidad máxima de producción.

Dado que un 90 – 95% de la energía aplicada es transformada en calor, estas unides requerirán de sistema de enfriamiento por agua.

El gas O<sub>3</sub>/O<sub>2</sub> generado tendrá una concentración de Ozono del 10% peso aproximadamente.

La sala de generación contará con monitores de concentración de O<sub>3</sub> en ambiente, el que proporcionará una alarma en caso de fuga y apagará el sistema en caso de emergencia.

#### Tanque de Contacto

Los tanques de contacto deberán ser completamente cerrados, aislados mediante sellos hidráulicos a la entrada y salida de cada módulo, deberán contar con puntos de vaciado para mantenimiento y limpieza, así como contar puntos de acceso en acero inoxidable.

El tanque debe mantener una ligera presión negativa (5 cm de columna de agua) a los efectos de evitar cualquier pérdida de Ozono gas.

Se separará en cinco (5) celdas o compartimentos, siendo las primeras tres (3) de contacto, la cuarta de reacción y la quinta de deozonización. Se instalarán contra la losa de fondo difusores de gas en las primeras tres (3) cámaras.

La geometría de la unidad fue diseñada contemplando las siguientes consideraciones:

- Parámetros profundidad (D) y longitud en dirección de flujo (L), se encuentren en una relación D:L = 4:1.
- La profundidad útil de agua será de 6,10 m a los efectos de proveer una eficiencia de transferencia mínima del 90 – 95%.
- Se dejará un borde libre de 1,60 m para la acumulación de espumas.
- Geometría de tabiques tales que la velocidad ascensional sea del entorno de 60 a 90 cm/s.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales características del tanque de contacto:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total de producción	1.852	L/s	
Número de unidades	2	Unid	
Número de contactores en paralelo	12	Unid	6 por cada unidad
Ancho de cada contactor	5,30	m	
Profundidad útil	6,10	m	
Largo de cada contactor	8,90	m	Incluye tabiques internos
Tiempo de Contacto	12	min	En 3 cámaras
Tiempo de Reacción	2	min	En 1 cámara
Tiempo de Desozonización	4	min	En 1 cámara

**Tabla 2-10: Características y parámetros principales de los contactores de ozono.**

Cada unidad contará con un canal de by-pass con juego de compuertas, en caso de que sea necesario retirar por completo de funcionamiento las unidades de interozonización.

#### 2.4.9 Bateria de filtro biológicos

La solución propuesta considera una capacidad de filtración de 1.852 L/s, repartida en dos (2) baterías de seis (6) unidades de filtración cada una.

Cada filtro tendrá una sección horizontal de 5,30 m de ancho x 11,60 m de largo, constituyendo un área de filtración unitaria de 61,5 m<sup>2</sup>, y una profundidad total de 5,15 m.

La batería se diseña para trabajar a una tasa de filtración aproximada de 9,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h y con un EBCT de 7,5 minutos. Se espera que los filtros tengan una carrera de filtración no menor a 24 horas.

Las principales características de las unidades de biofiltración se presentan a continuación:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total de producción	1.852	L/s	
Número de baterías de filtración	2	Unid	
Número de filtros	12	Unid	6 por cada batería
Ancho	5,30	m	
Largo	11,60	m	
Granulometría (TE@h)	Arena: 0,5mm@40cm Antracita: 0,9mm@75cm		1,15 m totales de manto filtrante
Área útil unitaria	61,5	m <sup>2</sup>	
Fundo Falso	Tipo Leopold 360		O similar
Tasa superficial	9,1	m/h	
EBCT	7,5	min	
Compuerta de entrada agua clarificada/ozonizada	600 x 600	mm	
Diámetro de salida de agua filtrada	400	mm	
<b>Lavado con agua + aire:</b>			
Caudal máximo de lavado con agua	2.900	m <sup>3</sup> /h	TL = 0,80 m/min
Caudal máximo de lavado con aire	4.500	m <sup>3</sup> /h	TL = 1,20 m/min
Diámetro de entrada de agua lavado	800	mm	
Diámetro de entrada de aire lavado	300	mm	
Diámetro de desagüe de agua de lavado	900	mm	

Tabla 2-11: Características y parámetros principales de las unidades de filtración

Los filtros de ambas baterías operarán en modalidad de tasa variable declinante escalonada, en la medida que las unidades quedarán interconectadas por el propio canal de entrada de agua clarificada, con entradas ahogadas y salidas interconectadas

a través del ducto de agua filtrada. Eso hará que las unidades de filtración operando en paralelo distribuirán el flujo conforme al nivel de pérdida de carga en cada manto.

Los filtros operarán según las siguientes modalidades:

- **Modo filtración:** en el cual el flujo de agua clarificada/ozonizada pasa a través del filtro y opera la remoción de impurezas. Esta operación finaliza, cuando por razones de calidad y/o pérdida de carga y/o duración máxima de carrera, es necesario llevar a cabo el lavado de la unidad.
- **Modo lavado:** en el cual mediante un retroflujo de caudales de agua y/o aire, ocurre un pre-acondicionamiento (separación de las impurezas añadidas a los granos del manto filtrante) y posteriormente el transporte a través de un retroflujo de agua de lavado hasta obtener una condición adecuada de limpieza del filtro que permita reiniciar el ciclo de filtración.

Se propone el lavado de los filtros con agua y aire, lo que permitirá una mejor limpieza del medio filtrante con un menor consumo de agua. Para esto se instalarán falsos fondo tipo Leopold 360 (o similar), lo que asegura la distribución uniforme durante el lavado simultáneo con agua y aire.

El sistema de lavado se dimensiona para las siguientes etapas:

- Etapa de lavado sólo con aire: Duración mínima de 5 min a una tasa de lavado de  $0,6 - 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ .
- Etapa de lavado con agua y aire: Duración mínima de 5 min a igual tasa de lavado con aire y a una tasa de lavado con agua de  $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ .
- Etapa de lavado sólo con agua: duración mínima de 5 min a una tasa de lavado con agua de  $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ .

Para esto se instalarán dos (2) conjuntos dos (1+1) bombas helicoidales de eje vertical tomando directamente del mismo ducto de salida de agua filtrada (fuente libre de cloro) y descargando en el ducto de agua de lavado. Por otra parte, desde el ducto de agua de lavado se conecta mediante una tubería en acero DN 800 mm con el falso fondo de las unidades de biofiltración.

Se instalarán también sopladores para proporcionar el caudal de aire a las tasas adecuada de lavado de los filtros. Estas instalaciones requerirán de los siguientes elementos:

- Sopladores tipo roots (2 unidades en servicio y otra de reserva), con las siguientes características:  $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$  x  $\Delta P = 560 \text{ mbar}$ . Un soplante servirá al módulo 1 y otro al módulo 2, quedando el restante de respaldo para cualquier de los módulos de tratamiento. Con válvula de seguridad, cabina de insonorización y variadores de frecuencia.
- Tubería de distribución principal de aire en AISI 304 DN 300 mm.

- Medidor de caudal de aire para el ajuste del caudal del soplador a través del ajuste de la velocidad de rotación del motor con variadores de frecuencia.

El agua de lavado será recogida a través de dos (2) canales laterales longitudinales (misma longitud que filtros) con ventanas vertedero, la descarga de los canales se realiza mediante una tubería DN 900 mm hacia Tanque Pulmón 3.

El ducto inferior de agua filtrada de cada módulo conducirá mediante sendas tuberías de fundición dúctil DN 1600 mm el agua filtrada hacia la cámara de repartición y de dosificación de cloro, la cual cuenta con un vertedero a cota + 18,75 m asegurando el nivel mínimo de operación de los filtros.

#### 2.4.10 Sistema de desinfección

Las instalaciones proyectadas permiten la dosificación de cloro gas en modo pre (preoxidación) y post cloración (desinfección), bajo las pautas que se indican a continuación.

La aplicación de cloro se realizará mediante agua sobre clorada (3.500 mg/L – de concentración máxima), en los puntos de aplicación indicados.

El sistema propuesto incluye:

- Evaporadores de capacidad 10.000 PPD, 2 unidades operando en un sistema 1+1.
- Válvulas reguladoras de vacío de capacidad 10.000 PPD.
- Cloradores de capacidad 10.000 PPD, 3 unidades. La operación es la siguiente:
- Para cada punto de aplicación (dos), se debe considerar: clorador + eyector + línea de agua sobre clorada para cubrir el caudal total de producción de 1,85 m<sup>3</sup>/s.
- 1 equipo de reserva que permita suplir cualquiera de los equipos indicados.
- Sistema de presurización de eyectores, son 2 equipos de bombeo + 1 de reserva.
- Válvulas, filtros, cámaras de expansión, juntas de desmontaje tipo amonio, tubos flexibles de cobre cadmiado, válvulas tipo yugo entre otros (requeridos para la correcta operación del sistema).

Las dosis de cloro utilizadas a nivel internacional se ubican en un rango amplio comprendido entre: 2 a 8 mg/L. Considerando los equipamientos existentes en el mercado y la capacidad de planta, se ha considerado una dosis máxima de diseño de 6 mg/L.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios.

PPQQ	Cloro gas Cl <sub>2</sub>	
Caudal PTAP	1,85	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	4	mg/L
Dosis máxima	6	mg/L
Consumo medio diario	640	kgCl/d
Consumo máximo horario	40	kgCl/h
Capacidad calculada de los cloradores	2.115	ppd

**Tabla 2-12: Requerimientos necesarios del sistema de desinfección con cloro gas.**

Para la dosis media se consumirán aproximadamente un (1) cilindros por día. Considerando un acopio quincenal, se requiere un total de dieciséis (16) unidades en reserva.

A manera de resumen la intervención considera las siguientes instalaciones:

- Sala cilindros de cloro (ton container):
  - Cilindros en uso (2 + 2) con sistema automático de Switch Over. (instalación)
  - Cilindros en reserva (16 para 15 días de acopio).
  - Línea de cloro líquido (Ac Sch80, 1”).
- Sala de evaporadores (2 x 10.000 ppd):
  - Evaporador proceso principal y respaldo.
- Sistema neutralización escape de gas con capacidad para 1 tonelada (Gas Scrubber) con extracción forzada de aire desde sala de cilindros de cloro y salud de evaporadores.
- Sala cloradores (3 x 10.000 ppd):
  - Clorador precloración.
  - Clorador postcloración (desinfección).
  - Clorador respaldo (compartido).
- Bombas presurización eyectores y tablero de control en EBAT:
  - Bombas centrifugas de agua para eyectores (2+1) Q= 5 L/s, H= 61,5 mca
  - Tubería de impulsión agua cloración a cada eyector (PEAD DN 110 mm).
- Eyectores (2 x 4.000 ppd):
  - Eyector precloración, localizado en canal Parshall de entrada.
  - Eyector postcloración, localizado en cámara de contacto de desinfección con cloro.

2.4.11 Dosificación de productos químicos

Como criterio general para el dimensionado del sistema de dosificación de productos químicos se ha considerado el siguiente:

- Unidades de acopio: dimensionadas para el caudal de primera etapa (160.000 m<sup>3</sup>/d) dejando el espacio necesario para la futura ampliación.
- Equipos de preparación y dosificación: dimensionados para el caudal de etapa futura (229.000 m<sup>3</sup>/d).

Sulfato de Aluminio

En ingreso de agua cruda a la planta, se propone la coagulación mediante dosificación de sulfato de aluminio líquido en condiciones de mezcla rápida (resalto en canal Parshall).

El diseño de las instalaciones de sulfato de aluminio, consideran una dosis media de 50 mg/l con máximo de aplicación de 75 mg/L.

El sistema propuesto incluye:

- Bombas de carga de solución de sulfato de aluminio de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad Q = 30 m<sup>3</sup>/h y H = 15 mca.
- Silos de almacenamiento de sulfato de aluminio en estado líquido, capacidad de reserva 15 días: 200 m<sup>3</sup>. Se considera la instalación de 4 tanques de PRFV con capacidad unitaria de 50 m<sup>3</sup>.
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 1.500 L/h y H = 2 bar.
- Bombas de redilución de solución de sulfato de aluminio de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 13,5 m<sup>3</sup>/h y H = 25 mca.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Sulfato Aluminio (Lq)	
Caudal PTAP	1,85	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	50	mg/L
Dosis diseño	75	mg/L
Densidad	1,33	kg/L
Riqueza	48%	%
Caudal medio	522	L/h
Caudal máximo	783	L/h
Consumo medio en planta	12,5	m <sup>3</sup> /d
Acopio	15	d

PPQQ	Sulfato Aluminio (Lq)	
Volumen de reserva necesario	187,5	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva considerado	200	m <sup>3</sup>

**Tabla 2-13: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de coagulante.**

Las bombas succionan directamente de los silos de sulfato de aluminio, ubicados en el exterior, y bombean hasta el canal Parshall proyectado, punto de dosificación de la planta. En el tramo de la impulsión a la salida de las bombas se realiza una redilución con agua de proceso.

Las bombas dosificadoras dispondrán de variador de velocidad para ajustar flujos con la señal de caudal proveniente de medida de caudal en canal Parshall.

Las bombas de dilución disminuirán la concentración del producto a una concentración aproximada del 5%.

Polímero de Proceso

A continuación de la aplicación del coagulante, se propone disponer de la posibilidad de dosificar un coadyuvante de coagulación o floculación (polímero) de uso continuo o eventual según las circunstancias.

El diseño de las instalaciones de polímero, consideran una dosis máxima de 0,5 mg/L, valor máximo basado en la experiencia del Consultor en decenas de aplicaciones semejantes.

El sistema propuesto es pre industrializado e incluye:

- Sistema de preparación automático de polímero con capacidad de producción de hasta 4.000 L/h a una concentración de 0,20%: una (1) unidad.
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón: 2 unidades (1+1) con capacidad 6.000 L/h.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Polímero de Proceso	
Caudal PTAP	1,85	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	0,1	mg/L
Dosis diseño	0,5	mg/L
Densidad	1	kg/L
Concentración solución	0,20%	%
Caudal medio	340	L/h
Caudal máximo	1700	L/h
Consumo medio en planta	0,7	kg/h
Consumo máximo en planta	3,3	kg/h
Acopio	30	días

PPQQ	Polímero de Proceso	
Volumen de reserva necesario	480	Kg
Número de pallets de 925 kg	1	Unid

Tabla 2-14: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de floculante.

Se propone la ubicación del sistema de preparación dentro del local de Casa Química.

Soda Cáustica

Se la dosificar alcalinizante (soda cáustica) para la corrección de pH en agua filtrada luego de la dosificación de cloro en cámara de contacto.

El diseño de las instalaciones de soda cáustica, consideran una dosis media de 28 mg/l con máximo de aplicación de 50 mg/l.

El sistema propuesto incluye:

- Silos de almacenamiento de soda cáustica líquida, capacidad de reserva 15 días: 150 m<sup>3</sup>. Se considera la instalación de 3 tanques de Acero Carbono con capacidad unitaria de 50 m<sup>3</sup>.
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 1.100 L/h y H = 2 bar.
- Bombas de redilución de solución de soda cáustica de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 7,0 m<sup>3</sup>/h y H = 25 mca.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Soda Cáustica (Lq)	
Caudal PTAP	1,85	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	28	mg/L
Dosis diseño	50	mg/L
Densidad	1,40	kg/L
Riqueza	36%	%
Caudal medio	364	L/h
Caudal máximo	618	L/h
Consumo medio en planta	8,7	m <sup>3</sup> /d
Acopio	15	d
Volumen de reserva necesario	131	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva considerado	150	m <sup>3</sup>

Tabla 2-15: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de alcalinizante.

Las bombas succionan directamente de los tanques de almacenamiento de la solución de soda, ubicados en el exterior (bajo techo) y adyacente al edificio principal de la planta, y bombean hasta la descarga de la cámara de contacto de cloro, en donde se

realiza la aplicación de la solución de soda. En el tramo de la impulsión a la salida de las bombas se realiza una redilución con agua de proceso.

Las bombas dosificadoras dispondrán de variador de velocidad para ajustar flujos con la señal de caudal proveniente de medida de caudal en canal Parshall.

Las bombas de dilución disminuirán la concentración del producto a una concentración aproximada del 5%.

#### 2.4.12 Tanque de contacto de desinfección

Se contará con un tanque a los efectos de proporcionar el tiempo de contacto necesario para el proceso de desinfección ( 35 minutos). La dosificación de solución de agua superclorada se realiza mediante difusores tubulares perforados sumergidos.

Las dimensiones del tanque de contacto serán las siguientes:

- Ancho = 21,40 m,
- Largo = 30,8 m,
- Hútil = 5,85 m,
- Htotal = 7,00 m.

El depósito contará con tabiques horizontales para incrementar el factor de baffle a los efectos de favorecer el flujo tipo pistón (valor de diseño  $T_{10}/TRH = 0,70$ ).

Previo al vertedero de descarga del tanque de contacto se realizará la dosificación de solución de soda cáustica diluida mediante difusores en tubería perforada, para ajuste de pH de manera posterior al proceso de desinfección.

Aguas abajo del vertedero de descarga se cuenta con un vertedero de rebalse y salida en tubería de Fundición Dúctil DN 1800 mm descargando al A° del Juncal.

El depósito contará con los siguientes pases:

- Entradas de agua filtrada en DN 1600 mm (2).
- Salida de agua clorada en DN 1800 mm (cuenta con compuerta de 1800x1800mm para aislar la salida hacia los depósitos) (2).
- Tuberías de vaciado en DN 100 mm (3).
- Tubería de rebose en DN 1800 mm (1).

#### 2.4.13 Depósitos de agua filtrada (reserva de agua potable)

Se proyectaron dos (2) depósitos de agua filtrada en hormigón armado de 5.800 m<sup>3</sup> de capacidad útil unitaria trabajando en paralelo. Este volumen permitirá disponer de un tiempo de reserva total de 1 hora y 45 min.

Las dimensiones de cada depósito serán las siguientes:

- Diámetro = 45,0 m,
- Hútil = 4,00 m,
- Htotal = 5,00 m.

Contará con un tabique central para incrementar el factor de baffle a los efectos de favor el flujo pistón (valor de diseño  $T_{10}/TRH = 0,35$ ). Los depósitos serán techados con losa de hormigón y pilares lo suficientemente espaciados para su sustento.

Los depósitos contarán con los siguientes pases:

- Entrada de agua desinfectada DN 1800 mm.
- Salida con bolsillo hacia elevación a red DN 1800 mm (cuenta con compuerta de 1800x1800mm para aislar la salida de los depósitos).
- Tuberías de ventilación DN 300mm.
- Tubería de vaciado en DN 150 mm.

Las conducciones de entrada y salida a los depósitos se dimensionaron para poder transportar la totalidad del caudal de la planta, a los efectos de poder realizar tareas de limpieza en uno de los depósitos sin interrumpir la operación.

#### 2.4.14 Red de Desagües

La planta potabilizadora contará con una red general de desagües, la que se dirige hacia un pozo de bombeo de recirculación interna, el que a su vez conducirá los líquidos drenados hacia la cabecera de planta. En este punto el líquido será objeto de mezcla, junto con el agua bruta y la recirculación de los clarificados del sistema de tratamiento de lodos.

La red gestionará básicamente los desagües correspondientes a vaciado de unidades, filtrado a desagüe o desbordes en sistema de tratamiento de lodos.

Todos los depósitos del sistema de tratamiento de lodos contarán con rebose para descarga a la red de desagüe en caso de fallas operativas o mecánicas de alguno de los elementos del sistema.

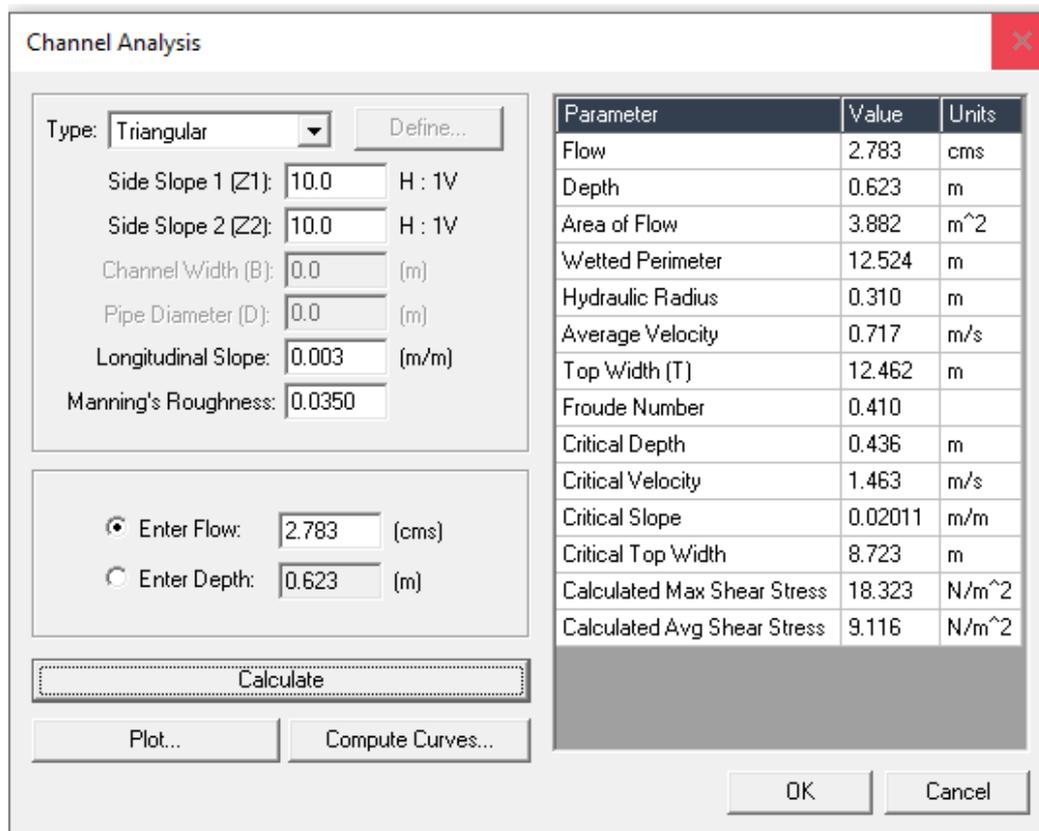
A su vez el TP3 de agua de lavado de filtro contará con un rebose, vaciado de fondo, y posibilidad de bombeo diferido del líquido homogeneizado hacia la red de drenaje interna.

El pozo de bombeo de recirculación contará con 2 + 1R bombas sumergibles para erogar un caudal total de máximo de 320 L/s correspondiente con el filtrado a desagüe y vaciado de unidades de mayor capacidad (sedimentadores). En caso de que esta capacidad sea superada, el pozo de bombeo cuenta con una tubería de alivio en DN 1000 mm descargando a la cañada del Juncal (tributaria del Arroyo del Sauce) adyacente a la planta.

Por otra parte, el depósito de contacto de desinfección contará con un rebose en DN 1000 mm, descargando al mismo curso de agua.

Se ha verificado la capacidad de conducción de la cañada del Juncal, para el caudal máximo de vertido de 2783 L/s correspondiente al desborde del tanque de contacto a producción máxima de la PTAP.

En la siguiente figura se presenta el resultado de los cálculos donde se verifica la capacidad de la sección natural del curso para transportar el caudal máximo con un tirante de agua inferior a 0,61m.



**Figura 2-4 Verificación hidráulica Cañada del Juncal.**

## 2.5 Estación de bombeo de agua tratada (EBAT)

**Esta componente, se construirá para una Primera Etapa con capacidad de producción 160.000 m<sup>3</sup>/día, dejando previstas las ampliaciones requeridas para alcanzar con la Segunda Etapa la capacidad definitiva de 229.000 m<sup>3</sup>/día.**

Prevista con una capacidad de 160.000 m<sup>3</sup>/día, se ha definido una estación de bombeo de agua tratada hacia Montevideo que consta de la instalación de 3+1 bombas iguales con las siguientes características:

- Caudal  $Q = 2.222 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura total  $H = 145 \text{ mca.}$
- Rendimiento mínimo del conjunto motor-bomba = 82 %.
- NPSH requerido = menor que 8,0 m

Estas características fueron definidas a partir del diseño hidráulico básico del sistema de aducción de agua potable y deberá ser ajustado en la fase de Proyecto Ejecutivo.

El tipo de bombas a instalar serán del tipo centrífuga con impulsor de doble succión, carcasa de voluta partida, de una sola etapa, para instalación horizontal y succión e impulsión en línea. Carcasa de hierro nodular, Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Uniones bridadas tipo ISO 7005, PN16. Ejes, impulsores, sistemas de sellado y demás: aptos para agua potable y de bajo mantenimiento (resistencia a abrasión y corrosión).

Tendrán motor eléctrico, alimentado con 50Hz, trifásico, 6,6 kV, P2 estimado: 1.250 kW, eficiencia a plena carga mayor a 95%. Cada equipo contará con variador de frecuencia.

Eventualmente se podrá proponer bombas de otro tipo que cumplan con los requerimientos hidráulicos, rendimiento, materiales y características constructivas definidas en la presente especificación.

### 2.5.1 Múltiple de succión e impulsión

Las bombas serán instaladas en paralelo, en total serán 4 unidades. Las bombas se alimentan desde un tanque o canal de succión que a su vez recibe el agua desde los depósitos de agua filtrada.

Cada bomba tendrá una succión independiente de diámetro 800 mm. La impulsión de cada bomba será de 600 mm y el múltiple de impulsión será de 1.200 mm.

Las tuberías de succión e impulsión serán de hierro dúctil K7 o de acero tipo ASTM-A36 o similar; las uniones bridadas serán de tipo PN16 según norma ISO 7005.

Se colocarán válvulas de retención y de cierre tipo mariposa en la impulsión y válvula de cierre tipo mariposa también en la succión. Las válvulas serán de accionamiento manual.

Se preverán los macizos de anclaje de las bombas según las recomendaciones del proveedor de las mismas. Las tuberías de succión e impulsión tendrán sus propios apoyos y anclajes de manera de asegurar que no se transmitan esfuerzos a las bombas.

En el múltiple de succión se conectarán los tanques de protección contra el golpe de ariete.

### 2.5.2 Medición y control

Está prevista la instalación de un medidor electromagnético a la salida de la EBAT. Dicho medidor será de diámetro DN 900 mm. Asimismo se deberá prever la instalación de sensores de presión en los manifolds de succión e impulsión.

El control del caudal elevado se realizará en función de las necesidades de agua en el sistema Metropolitano y en particular del nivel de agua en el tanque de succión del Recalque de Melilla. Las consignas de operación serán definidas una vez que el sistema integrado con Aguas Corrientes se ponga en operación.

### 2.5.3 Elementos accesorios

La sala de bombeo de agua tratada estará equipada con un puente grúa capaz de movilizar los equipos instalados: motores, válvulas. Estimar una capacidad de elevación de 10.000 kg.

En la sala de bombeo se ubicarán los tableros eléctricos y las instalaciones de control que sean necesarias. Asimismo, se prevé la colocación de un conjunto de bombas para alimentar los eyectores de cloro (no forman parte del sistema de bombeo a Montevideo pero estarán ubicadas en el mismo local).

## 2.6 Sistema de tratamiento de lodos

### 2.6.1 Generación

Atendiendo a las buenas prácticas en la materia y las regulaciones ambientales exigibles, se han proyectado las instalaciones para la adecuada colecta, tratamiento y disposición final de los lodos generados en Planta, bajo la pauta conceptual de eficiencia asociada a la colecta y tratamiento diferencial de los dos siguientes tipos de lodos generados:

- Lodos de baja concentración de sólidos en suspensión (origen lavado de filtros), serán objeto de colecta, regulación y espesado.

- Lodos de alta concentración de sólidos (origen sedimentadores de alta tasa), serán objeto de acondicionamiento químico (polímero) y espesado mecánico.
- Deshidratación mecánica (centrifugación) de los lodos espesados anteriormente para su posterior remisión a rellenos sanitarios apropiados.
- Recirculación a la cabeza del proceso de potabilización de clarificados de los procesos de separación antes mencionados.

Producción media total de lodos:

La producción media de lodos se determina en las siguientes condiciones de mediana:

- Color: 63 unidades de Pt-Co.
- Turbiedad: 39 NTU.
- Dosis media: 40 mg/L.

En estas condiciones, se tiene una **productividad media** de lodo de aproximadamente **74 g de lodo seco/m<sup>3</sup> de agua tratada**. Que para un caudal de producción de la planta potabilizadora 240.000 m<sup>3</sup>/d genera una producción aproximada de 17,8 tonSS/día.

Producción máxima total de lodos:

La producción máxima de lodos se determina en las siguientes condiciones de percentil 95%:

- Color: 150 unidades de Pt-Co (percentil 95%).
- Turbiedad: 123 NTU (percentil 95%).
- Dosis media: 40 mg/L.

En estas condiciones, se tiene una **productividad máxima** de lodo de aproximadamente **114 g de lodo seco / m<sup>3</sup> de agua tratada**. Que para un caudal de producción de la planta potabilizadora 240.000 m<sup>3</sup>/d genera una producción aproximada de 27,4 tonSS/día.

Producción de lodos de diseño en unidades de sedimentación (lodos de alta concentración):

Considerando que el 85% de los sólidos generados en el proceso son retenidos en las unidades de clarificación y que la concentración de purga de estas es de aproximadamente 5 g/L (0,5%), en estas unidades se generará un máximo de 23,3 tonSS/d correspondiente a un caudal aproximado de 4.650 m<sup>3</sup>/d.

Producción de lodos de diseño en unidades de filtración (lodos de baja concentración):

Considerando que el restante 15% de los sólidos generados en el proceso son retenidos en las unidades de filtración y que la concentración del agua de lavado de estas unidades es de aproximadamente 0,5 g/L (0,05%), en estas unidades se generará un máximo de 4,1 tonSS/d correspondiente a un caudal aproximado de 8.300 m<sup>3</sup>/d.

El sistema de tratamiento de lodos se ha diseñado para operar en un régimen de 16 horas al día (2 turnos) de lunes a sábado.

### 2.6.2 Tratamiento de Lodos de Alta Concentración

Las instalaciones destinadas a la colecta, regulación y espesado de los lodos de sedimentación consisten en:

- Manifold de extracción de lodo en FD DN 700 mm con válvulas mariposa actuada de salida conectada al ducto inferior de extracción de lodo.
- Sistema de bombeo para la extracción forzada de los lodos, equipado con tres bombas centrífugas (1 para cada unidad + 1 de respaldo) de características: Q= 570 l/s y H= 11,2 m.
- Tubería de impulsión en FD DN 600 mm, hacia Tanque Pulmón 1 (TP1).
- Tanque Pulmón 1. Consiste en un depósito de V=2.100 m<sup>3</sup> de capacidad útil y dimensiones: Ø = 22,0 m y Altura Útil = 5,50 m, sin cobertura. Estará acondicionado con los siguientes equipamientos:
  - Mixer sumergible con accesorios de izaje y barra guía.
  - Drenaje de fondo.
  - Vertedero de alivio para desborde a red de desagüe.
  - Instrumentación para control continuo de nivel y alarmas por niveles máximo y mínimo.

*Este depósito se dimensiona para recoger el volumen de extracción de lodo asociado a un TRH de 10 hs.*

- Bombas de transferencia a unidades de espesado: 2 bombas (1 de respaldo) centrífugas: Q= 320 m<sup>3</sup>/h, H= 10 mca.
- Tubería de impulsión en FD DN 250 mm, hacia unidades de espesado. La derivación a cada unidad es en FD DN 150 mm.
- Espesadores mecánicos de tambor rotativo (rotary drum thickener). Consiste en cinco unidades en paralelo (1 de reserva) a ser instaladas en planta alta de espesado y deshidratación. Previo al ingreso a la unidad, se adicionará un polímero destinado a optimizar las condiciones de espesado. Las características unitarias del equipo son:

- Caudal unitario: 73 m<sup>3</sup>/h
- Carga de Sólidos unitaria: 365 kg SS/h
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 1
  - Capacidad: 8 kg/h
- Bombas dosificadoras de polímero en solución:
  - Cantidad: 5 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 1.000 L/h.
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.
- Tornillos sin fin de conducción de lodo espesado hacia Tanque Pulmón 2.

### 2.6.3 Tratamiento de Lodos de Baja Concentración

Las instalaciones destinadas a la colecta, regulación y espesado de agua de lavado de filtros, consisten en:

- Colectores de conducción de agua de lavado de filtros desde cada una de las dos baterías de filtración hacia Tanque Pulmón 3 (TP3) de regulación y homogeneización en FD DN 900 mm.

Tanque Pulmón 3. Consiste en un depósito de V=2.100 m<sup>3</sup> de capacidad útil ( ) y dimensiones: Ø = 22,0 m y Altura útil = 5,5 m, sin cobertura. Estará acondicionado con los siguientes equipamientos:

- Mixer sumergible con accesorios de izaje y barra guía.
- Drenaje de fondo.
- Vertedero de alivio para desborde a red de desagüe.
- Instrumentación para control continuo de nivel y alarmas por niveles máximo y mínimo.

*Este depósito se dimensiona para recoger el volumen asociado a 4 - 5 lavado de filtros, equivalente a un TRH de 6 hs.*

- Bombeo de transferencia a unidad de clarificación: 2 bombas (1 de respaldo) sumergibles: Q= 560 m<sup>3</sup>/h, H= 8,5 mca.
- Planta de clarificación tipo DAF que comprende las siguientes instalaciones:
  - Capacidad: 520 m<sup>3</sup>/h.
  - Características:
    - Consiste en 2 módulos de floculación mecánica seguidos de celda de flotación por aire disuelto. Dimensiones: 3,50 m de ancho, 4,50 m de longitud de celda de floculación y 9,70 m de longitud de celda de flotación (incluyendo cámara de mezcla). La altura útil de las unidades es de 4,00 m.

- Cada módulo estará equipado con: barredor superficial de lodo con tornillo de retiro de transporte de lodos hacia TP2; accesorio para entrada de agua saturada y descompresión.
- Sistema de producción de agua saturada con las siguientes características:
  - Bombas de saturación:
    - Número: 3 (1 de reserva)
    - Caudal: 10,6 L/s (15% caudal de planta)
    - Carga: 65 mca.
    - Aptas para succión y mezcla de aire.
  - Accesorios para control de vacío en succión, admisión de aire con control por válvula y medición por rotámetro, tanque de salida para control de aire excedente.
  - Tuberías de transporte a celdas y difusores de descompresión.
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 1
  - Capacidad: 2 kg/h
- Bombas dosificadoras de polímero en solución:
  - Cantidad: 2 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 1.000 L/h.
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.

#### 2.6.4 Deshidratación de Lodos

Esta operación se desarrollará en el predio del monorrelleno, en local a construir y acondicionar con las siguientes instalaciones principales:

- Tanque Pulmón 2 para regulación de lodos espesados de alta y baja concentración, con las siguientes características:
  - Volumen útil: 740 m<sup>3</sup>.
  - Dimensiones: Ø = 15,0 m y Altura Útil = 4,20 m, sin cobertura.
  - Equipamientos: mixer sumergible de agitación e instrumentos de medida de niveles.

*Este depósito se dimensiona para acumular los lodos espesados de alta y baja concentración durante un período máximo de 24 hs.*

- Bombas de transferencia de lodos a centrífugas (relación una bomba por centrífuga):
  - Número: 3 (2 operativas + 1 de respaldo).
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 36 m<sup>3</sup>/h.
  - Rango de concentraciones: 3 a 4 %.

- Unidades de deshidratación centrífugas decanter con las siguientes características:
  - Número: 3 (2 operativas + 1 de respaldo)
  - Caudal máximo unitario: 36 m<sup>3</sup>/h
  - Carga máxima de sólidos total: 1.400 kg SS/h
  - Rango de concentraciones: 3 a 4 %
  
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 2
  - Capacidad: 8 kg/h
  
- Bombas dosificadoras de polímero en solución (relación una bomba por centrífuga):
  - Cantidad: 3 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 6.000 L/h
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.
  
- Elementos complementarios para transferencia y manejo de lodos deshidratados:
  - Tornillos transportador principal.
  - Tornillos de distribución para cada volqueta.
  
- Volquetas de acumulación de lodo deshidratado:
  - Cantidad: 7.
  - Capacidad: 20 m<sup>3</sup>.

La solución supone la transferencia desde los contenedores bajo centrífugas hacia el sitio de destino por relleno mediante camiones con capacidad de izado de contenedores y su vuelco en sitio.

## 2.6.5 Disposición final de lodos deshidratados (monorrelleno)

### 2.6.5.1 *Solución para la disposición final*

La solución planteada para la disposición final de los lodos consiste en la ejecución de un monorelleno.

En este apartado se desarrolla una estimación de la superficie requerida, las premisas de exclusión y de aptitud para la selección de los predios, y en base a estos elementos, se realiza entonces la identificación de predios potenciales para la construcción del monorelleno.

**2.6.5.2 Estimación para la superficie requerida**

Se efectúa a continuación una estimación preliminar de área neta de monorrelleno a los efectos de la estimación de áreas mínimas necesarias útiles a considerar para la preselección de predios.

- A los efectos de la estimación efectivas de las necesidades de área, partimos de la masa media de sólidos secos producidos que se ubica en 17,8 tSS/día para la productividad media de lodos estimada.
- Para las condiciones medias y un contenido de sólidos del 20 %, resulta un volumen medio anual de 30.400 m<sup>3</sup>/año. Valorando además que la concentración media en el relleno se ubicará en el entorno del 35 % en función del proceso de consolidación natural promovido por el drenaje a construir, el volumen medio efectivo a ocupar por año es de aproximadamente 16.400 m<sup>3</sup>/año.
- Se ha prediseñado un relleno tipo en base a celdas con una altura máxima media de 3,00 m, ancho medio de semiceldas de 18 m y longitud de 100 m, caminerías secundarias y drenajes. De esta manera resulta una demanda neta de área de aproximadamente 5.500 m<sup>2</sup>/año (0,55 ha netas/año), 1,1 ha requeridas para cubrir 2 años de operación y de 13,8 ha requeridas para los 25 años de operación (horizonte de proyecto al año 2045).
- Teniendo en cuenta las áreas ocupadas por caminería y zonas de drenaje bajo el prediseño del ítem anterior, el rendimiento efectivo de un sitio se ubica en aproximadamente el 65% (% de área efectivamente ocupada por celdas de monorrelleno respecto del total de área útil apta), lo cual determina un requerimiento bruto de superficie de 1,6 ha para cubrir 2 años de operación y 21 ha para cubrir la demanda del período.

**2.6.5.3 Infraestructura requerida**

Sigue a continuación una tabla indicando las estructuras requeridas para las obras de primera etapa, asociadas a 2 años de operación, y también para el total del período. Ambas estimaciones son realizadas asumiendo una productividad media de lodos y una producción constante de agua potable de 229.000 m<sup>3</sup>/d.

**Tabla 2-16: Generación de lodo y necesidades de superficie para disposición final**

Ítem	Obra de Primera Etapa (2 años)	Total del Período (25 años)
------	--------------------------------	-----------------------------

Volumen generado de lodo al 20% de concentración (m3)	60.700	760.300
Superficie bruta requerida (ha)	1,6	21,0
Número de celdas de 18 m x 100 m a ejecutar (unid)	10	120

Adicionalmente será necesario la construcción de las siguientes instalaciones auxiliares:

- Oficinas: se construirán oficinas y servicios higiénicos para el personal. También se dejará una plaza de estacionamiento de pavimento de tosca compactada para la descarga de suministros y para los vehículos del personal.
- Subestación eléctrica: será necesario la construcción en el predio del monorelleno de una subestación reductora del orden de 1MW.
- Infraestructura vial: además de las calles secundarias que se realizarán sobre los diques de contención de las celdas de monorelleno se realizará un camino principal de 7 m de ancho desde la entrada al predio hasta las calles secundarias de las celdas. Toda la caminería será de tosca compactada de buena calidad con el fin de permitir la operación durante los días de lluvia.
- Galpones y depósitos para guardar maquinaria y herramientas.

## 2.7 Aductora de agua potable (AAP)

**Esta componente, se construirá para una Primera Etapa con capacidad de conducción de 160.000 m<sup>3</sup>/día; en una Segunda Etapa la capacidad definitiva de 229.000 m<sup>3</sup>/día se alcanzará con la instalación de un recalque intermedio.**

### 2.7.1 Generalidades

La tubería de aducción a Montevideo consiste en una tubería de diámetro nominal 1.200mm.

Se considera que la aductora a dimensionar tiene origen en la nueva PTAP ubicada en la zona de Arazatí (dpto. San José) y descarga en el Recalque Melilla del Sistema Metropolitano. La longitud estimada total es de 72,6 km incluyendo el cruce del río Santa Lucía que se prevé realizar con tubería de PEAD, según se detallará.

La capacidad de diseño final de la aductora es de 9.540 m<sup>3</sup>/h, equivalente a 229.000 m<sup>3</sup>/día y en esta primera etapa deberá ser capaz de transportar un caudal de 6.667 m<sup>3</sup>/h, equivalente a 160.000 m<sup>3</sup>/día, sin la instalación de recalque intermedio.

A partir de estos datos básicos se realizó un análisis para definir el diámetro más conveniente para la aducción y la capacidad de bombeo correspondiente en la nueva PTAP.

### 2.7.2 Dimensionado básico de la nueva aductora y EBAT

El diseño del sistema de aducción a Montevideo desde la nueva PTAP Río de la Plata del Proyecto Arazatí, consiste en el dimensionado de los equipos de bombeo necesarios para la estación de bombeo de agua tratada.

El caudal de diseño es de 160.000 m<sup>3</sup>/h para la Primera Etapa

Para la estación de bombeo de agua tratada se considera una configuración de 3+1 bombas; todas las bombas serían de las mismas características

Para la aductora, los datos básicos del diseño son los siguientes:

- Caudal de diseño: 160.000 m<sup>3</sup>/h (6.667 m<sup>3</sup>/h).
- Nivel mínimo de agua en tanque de agua tratada en la PTAP: +10 msnm
- Nivel máximo de agua en el tanque de Recalque Melilla: +50 msnm.
- Longitud de la impulsión: 72.600 m.
- Tubería a instalar: diámetro nominal DN1200 mm con diámetro interior 1.221 mm (HD, K7) y rugosidad k=0,2 mm (para estas condiciones hidráulicas es equivalente a C<sub>H-W</sub> = 135).

En estas condiciones de diseño resulta un valor de J = 1,45 m/km o v = 1,58 m/s. El punto de operación de cada una de las 3 bombas previstas es de Q = 2.222 m<sup>3</sup>/h y H = 145 mca.

#### 2.7.2.1 *Verificación para la Segunda Etapa*

En una futura Segunda Etapa de obras, se aumentará la capacidad de conducción a 229.000 m<sup>3</sup>/día (9.541 m<sup>3</sup>/h), con el aumento de capacidad de bombeo por medio de un recalque intermedio.

Para la aductora, los datos que resultan son los siguientes:

- Caudal de diseño: 229.000 m<sup>3</sup>/h (9.541 m<sup>3</sup>/h).
- Recalque intermedio para una capacidad de 229.000 m<sup>3</sup>/día y una altura de bombeo de 105 mca.
- En la tubería aductora resulta un valor de J = 2,93 m/km o v = 2,26m/s.

### 2.7.3 Descripción del trazado

El trazado de la tubería de aducción a Montevideo presenta tramos con características diferentes que condicionan los métodos constructivos a emplear para la instalación de la misma, a saber:

- a. Tramo inicial: en los primeros 36 km de la tubería, hasta la zona de la ciudad de Libertad, el trazado alterna tramos de campo traviesa con tramos en servidumbre a caminos rurales y tramos en caminos rurales en los que se puede colocar la tubería sin afectar mayormente el pavimento granular existente (unos 8,5 km). En este tramo no se prevén mayores dificultades en la instalación de la tubería salvo un par de cruces de arroyos (se prevén realizar por debajo del cauce) que tampoco se presentan complicados. Un tema que se debe priorizar es la gestión de las servidumbres de los padrones afectados de manera de asegurar a continuidad de la ejecución de las obras.
- b. Tramo en camino rural hasta cruce de Ruta 1: durante una longitud de 13,5 km la tubería se prevé instalar en camino rural que tiene una franja de uso público de 40 m de ancho. En la mayor parte del recorrido este camino está en desuso, lo que facilita en gran forma la instalación de la tubería. En el tramo más cercano a la Ruta 1 presenta pavimento de tosca y ya se encuentra una tubería de 300 mm de diámetro (oleoducto) que transporta gasoil a la planta de UTE de Punta del Tigre.
- c. Tramo en Ciudad del Plata: desde el cruce de Ruta 1 hasta el cruce del río Santa Lucía la tubería atraviesa la zona urbana y suburbana de Ciudad del Plata. Es el tramo más complicado de la traza debido a la presencia de infraestructura urbana e interferencias con otros servicios, en particular con el gasoducto Cruz del Sur en el tramo más cercano al río. La tubería se instalará, casi completamente, en la vía pública. En este tramo se prevé la presencia de napa freática a la profundidad de instalación de la tubería, lo que implica una dificultad constructiva adicional. Este tramo tiene 13,5 km de longitud.
- d. Tramo a Recalque de Melilla: se prevé la instalación de la tubería en servidumbre dentro de padrones particulares, tanto en paralelo a calles y caminos como a campo traviesa. Este tramo de unos 9,0km de longitud incluye el cruce de la Ruta 5. La mitad de este tramo discurre en la zona de bañados del río Santa Lucía lo que implica la presencia de un nivel freático alto para la ejecución de las obras de instalación de la tubería.

Como puntos singulares del trazado se indican:

- Cruce las rutas nacionales 1 y 5: se prevé la instalación dentro de una camisa de protección, tunnel liner o similar a definir por el Contratista durante la etapa de Proyecto Ejecutivo. La obra se realizará por alguna técnica de tuneleado o

trenchless, no con excavación a cielo abierto. Se prevé la colocación llaves de paso al menos del lado aguas arriba de cada cruce.

- Cruce arroyos y cañadas: se realizará por debajo del cauce a una profundidad no menor 1,0m por debajo del mismo. Se realizará una protección de hormigón para evitar la afectación por medios mecánicos en tareas de limpieza del cauce.
- Cruce del río Santa Lucía: por la complejidad del mismo se describe en un capítulo aparte de la presente memoria.
- Interconexión en Recalque Melilla: consta de una interconexión a cada tanque del Recalque Melilla (uno existente y otro a construir en el marco del Proyecto), cada una con la válvula de cierre correspondiente.

#### 2.7.4 Cruce del río Santa Lucía

El cruce del río Santa Lucía es el punto más crítico, a priori, de la construcción de la aductora a Montevideo.

Durante la etapa de Proyecto de Factibilidad se desarrollaron estudios previos para evaluar algunas posibilidades que se descartaron, como ser utilizar el puente de Ruta 1 como soporte para la tubería o la instalación de una nueva estructura tipo puente para instalar la nueva tubería.

La alternativa que resulta viable es la colocación de la tubería en del lecho del río o sobre el mismo con una adecuada protección. Se evaluaron integralmente, es decir en forma conjunta con el resto de la componente del Proyecto, diferentes trazados y puntos de cruce de la nueva tubería, decidiendo que la alternativa elegida es la más conveniente.

Existen otras alternativas de trazado que tendrían como ventaja una menor profundidad en el punto de cruce pero en cambio implican un mayor ancho del río y una mayor extensión de la aductora a ambos lados del cruce.

La traza elegida es la misma que la del Gasoducto Cruz del Sur que instaló su tubería principal de 450 mm de diámetro hace algunos años atrás. Dicha traza se ubica al norte de la Marina Santa Lucía, barrio adyacente al puente de la Ruta 1. Todo este tramo se encuentra dentro del área protegida de los Bañados del Santa Lucía.

Para la traza elegida se dispone de la batimetría y de ensayo de penetración con lanza de agua (jet probe) a partir de los cuales se realizó un anteproyecto de perfil para la opción A. Dicho perfil considera la capacidad de la tubería de PEAD para ser instalada con cierto radio de curvatura mínimo.

No se han identificado en el terreno capas o formaciones que no sean removibles fácilmente, en general se encontró lodo sedimentado y arcilla con caracolillos en lugares más profundos. Por el contrario, se considera que la capacidad de soporte de los materiales presentes en la zona del cruce poseen una baja capacidad portante.

El tramo de aductora que se considera como cruce del río Santa Lucía tiene una longitud total de 792m que se dividen en:

- Subtramo 1: cruce del canal principal o río Santa Lucía propiamente dicho desde el margen derecha del río (dpto. San José). Es un tramo de 306m de longitud con una profundidad máxima del orden de los 13m, dependiendo de la marea.
- Subtramo 2: cruce el área bañadosa/pajonal ubicada entre el río y la pista de regatas, es un área con baja capacidad de soporte (lodosa) que implica la instalación de la tubería mediante el uso de retroexcavadoras de gran porte sobre "esteras". Tiene una extensión de 360 m.
- Subtramo 3: cruce de la pista de regatas, implica el cruce de un canal de 121 m de ancho y una profundidad de 2,0 m. La instalación de la tubería en este tramo se puede realizar construyendo ataguías laterales o mediante dragado con retroexcavadora sobre pontón o similar.

El subtramo 1 es el que presenta mayores dificultades para su ejecución, se entendió que los otros dos tramos no tendrían mayores problemas constructivos. Para la ejecución del cruce del río propiamente dicho se plantean las siguientes alternativas a evaluar:

- Opción A: instalación debajo del cauce del río (1,0m de tapada) con collares de hormigón como lastre, similar a la solución técnica de emisarios o la propia toma de agua bruta del Proyecto. Presenta la dificultad de requerir de un dragado a 15m de profundidad lo que constructivamente es muy complejo o se depende de equipamiento muy costoso de movilizar.
- Opción B: colocación sobre el cauce, sobre geosintético de resistencia a la tracción de 100 t/m, con un enrocado de protección. Esta solución se implementa para el tramo por debajo de 4m de profundidad, mientras que en la parte del cruce de menor profundidad se pasa a la solución enterrada (Opción A). Es una solución de instalación técnicamente viable con la tecnología y equipamiento disponible en el país.
- Opción C: colocación mediante tunelera, pipe jacking o similar. Es una solución para realizar todo el cruce en un solo tramo. Las dimensiones de la tubería y la longitud de la misma son cercanos al límite de estas tecnologías. Eventualmente se colocaría la tubería dentro de una camisa de protección lo que reduce el riesgo de daños posteriores durante su vida útil. Es una opción cuya viabilidad técnica fue confirmada por empresas contratistas extranjeras, especialistas en este tipo de obras y con cuyos presupuestos se estimó el costo de esta componente del Proyecto.
- Opción D: utilización de la tecnología "post-trenching", "self bury" o similares que consisten en la utilización de turbinas de agua para remoción del lodo del cauce y permitir el auto enterramiento de la tubería.

La totalidad del cruce se realizará con doble tubería de PEAD de 1200 mm de diámetro. Esta solución permite que en caso de que una de las tuberías presente algún inconveniente o rotura, se pueda al menos mantener el servicio con una tubería de menor diámetro mientras se repara la otra. Cada una de las dos tuberías de PEAD contará con una válvula de cierre a cada lado del cruce (son cuatro válvulas de cierre tipo mariposa DN1200 mm en total).

La presión de servicio es menor a 10bar por lo que la tubería podría ser SDR17, aunque para mejorar su resistencia mecánica en condiciones de instalación se propone la utilización de tubería PEAD 1200 mm SDR11.

### 2.7.5 Criterios de diseño e instalación

Los principales criterios para la instalación de la tubería se describen a continuación.

#### 2.7.5.1 *Diseño de la zanja para instalación de las tuberías*

El diseño de las zanjas para la instalación de la tubería depende de diferentes variables, principalmente: características de la tubería, tipo de suelo nativo, tipo de material de relleno, grado de compactación en la zona de la tubería, cargas externas, profundidad de instalación, presencia de napa freática, presión interna de trabajo y sobrepresión por transitorios.

El diseño de las zanjas para cada caso en particular se realizará de manera de que la ovalización de la tubería no exceda del 3% de acuerdo a las Normas y Manual de AWWA que corresponde según el material que se utilice.

En la presente etapa de factibilidad se prevé que la tubería se instalará según la zanja tipo 3 definida en la norma ISO 10803 que prevé un relleno ligeramente compactado, con una densidad mínima de 80% Proctor normal para el relleno alrededor de la tubería, el cual comprende desde la cama de la tubería hasta 30 cm por encima de la generatriz del tubo.

El relleno de la zanja se realizará con el material de la excavación. Se considera que serán suelos del tipo D según la norma ISO 10803; suelos finos de mediana a nula plasticidad ( $LL < 50\%$ ), con menos de 25% de materiales gruesos. Según la clasificación ASTM, los suelos CL, ML, ML-CL, CL-CH y ML-MH. Son aptos para el relleno de la excavación. Se prevé la colocación de una cama de material granular (arena sucia) de 10 cm de espesor.

En todos los casos el material de reutilización o aporte (seleccionado o no) directamente en contacto con la tubería deberá estar exento de elementos rocosos o corrosivos.

La tapada o cobertura mínima será 1,20 m, excepto casos puntuales tales como fondo de cunetas o de cauces, tramos cortos para evitar la colocación de válvulas de desagüe y de aire, o situaciones especiales particulares que requieran alguna justificación o protección. Se admitirán tapadas mínimas de 0,80m en zonas rurales sin tráfico vehicular.

Considerando las cargas externas, se calcularon las coberturas de tapada máximas y mínimas aceptables, para evitar ovalización de la tubería mayor que la permitida, tomando en cuenta los diferentes tipos de suelo y de zanja posibles.

#### 2.7.5.2 *Diseño geométrico de planimetría*

El diseño geométrico de la planimetría de las líneas de conducción de hierro dúctil se ha basado en los parámetros básicos que determinan la geometría de la línea, la longitud de cada tubo (6 o 7m) y la deflexión máxima posible de la junta ( $1^\circ$  o  $1,5^\circ$ ).

Tanto el manual del fabricante de la tubería de hierro dúctil, como el Manual AWWA M 41 "Ductile Iron Pipe and Fittings" establecen los lineamientos para realizar curvas de gran radio, sin señalar para ello limitaciones respecto al tipo de suelo o de zanja, entendiéndose que las deflexiones permitidas por cada junta, pueden realizarse en cualquier condición de suelo y zanja aceptado por las normas.

Con el propósito de minimizar los codos y sus correspondientes macizos de anclaje, las líneas se diseñarán de manera tal que, con base en las longitudes de tubería y deflexiones permisibles anteriores, puedan componerse curvas horizontales mediante la deflexión de varios tubos sucesivos, siempre que sea posible. Aun siendo posibles, las curvas se evitarán si:

- Requieren de servidumbres en padrones adicionales a los ya definidos.
- Afectan cultivos permanentes u otras infraestructuras.
- Deben combinarse con curvas verticales.
- Pasos de arroyos o cañadas.

#### 2.7.5.3 *Deflexiones y curvas verticales*

En general se tratará de que los cambios de pendientes se puedan dar con la deflexión vertical de una sola junta. Sin embargo, si ello no fuera suficiente, los criterios anteriores para curvas horizontales aplican también a las curvas verticales. Estas no son muy frecuentes, aunque se prevén en casos especiales tales como los cruces bajo arroyos.

#### 2.7.5.4 *Ángulos mixtos (verticales y horizontales en una misma junta)*

Se tratará de evitar estos casos de ángulos vertical y horizontal simultaneo. Sin embargo, en condiciones especiales donde sean inevitables, o incluso cuando sean

convenientes, el ángulo mixto ha sido calculado según y verificado de manera que sea menor que el ángulo de la máxima deflexión permitida:

$$\cos \theta = \sin \gamma \sin (\gamma + \beta) + \cos \gamma \cos (\gamma + \beta) \cos \alpha$$

Donde:

$\theta$  = ángulo mixto resultante

$\gamma$  = ángulo de la pendiente del tubo precedente.

$\beta$  = ángulo vertical entre las dos Tuberías.

$\alpha$  = ángulo horizontal entre las dos tuberías.

#### 2.7.5.5 Pendiente mínima

A fin de evitar la acumulación de aire y de facilitar su desalojo, no se utilizarán pendientes de 0%. Como pendiente mínima se utilizará 0,3% en tramos ascendentes y 0,4% en tramos descendentes.

#### 2.7.5.6 Ubicación de tubería en planta

Gran parte del trazado de la línea aductora se ubicará por servidumbres. Cuando las servidumbres se ubican completamente dentro de un padrón, a campo través, el eje de la aductora se colocará aproximadamente en el centro de la servidumbre, pudiendo ser necesario “moverlo” ocasionalmente para evitar algún obstáculo o para alinearlos hacia la siguiente servidumbre o trazado en general.

Cuando las servidumbres están paralelas a vías públicas, el eje de la línea por lo general se ubicará más cerca del lado de la vía pública, a fin de alejarlo de cultivos o infraestructuras existentes. En estos casos se ha previsto un ancho de la faja de servidumbre de 10m, mientras que en los demás casos se prevé un ancho de servidumbre de 15m (campo traviesa).

Tanto dentro de servidumbres como en franjas públicas paralelas a las vías, la tubería irá en muchos sectores paralela a infraestructura existente, en estos casos, se procederá con los siguientes criterios – guía generales:

- Cuando la tubería deba ubicarse paralela a líneas de transmisión eléctrica de alta tensión (150 a 500 KV), su distancia mínima a éstas será de 50 m. En caso de no ser posible mantener esta distancia, la protección para la tubería, es definida en el estudio de corrosión que se ejecute como parte del Proyecto Ejecutivo.
- Las líneas podrán ser instaladas paralelas a cunetas en vías públicas, no nacionales, que solamente drenan aguas de lluvia en forma ocasional, sin restricciones de distancia, pero preferiblemente no debajo de ellas. Sin embargo, de acuerdo con cada situación en particular, se definirá la necesidad de mejoramiento o reforzamiento de la cuenta existente con el fin de proteger la tubería.

- Caños paralelos a cables subterráneos de electricidad, teléfono, fibra óptica, saneamiento y gas deberán colocarse a una distancia mínima de 60 cm.
- Caños paralelos o cerca de líneas aéreas deberán tener espacio de al menos 100 cm entre la base de los postes o columnas y la pared de la zanja, a menos que durante la construcción se proporcione la protección adecuada a los postes o columnas.
- La posición de los caños paralelos a líneas aéreas de electricidad o fibra óptica, deberá facilitar el acceso para mantenimiento y reparaciones.
- Líneas paralelas a gasoducto / oleoducto: se mantendrá una separación mínima de 300cm, en caso de que no sea posible se evaluará en forma conjunta con el operador de la infraestructura medidas de protección complementarias.
- Líneas paralelas a cauces o canales, mantendrán una distancia mínima entre sus ejes de  $1.0\text{ m} + (D_1/2 + D_2/2)$ , donde  $D_1$  y  $D_2$  son sus respectivos diámetros.
- Las líneas a ser instaladas a lo largo de drenajes abiertos que transportan agua permanentemente tendrán una distancia de por lo menos 90 cm del lado más próximo al drenaje.

#### 2.7.5.7 Ubicación según perfil

La ubicación de los caños según el perfil está determinada por la profundidad de las zanjas, así como por restricciones relacionadas con cruce de infraestructuras y obstáculos.

Los siguientes serán los principales criterios de ubicación de las tuberías según perfil.

- Profundidad de instalación: los criterios para determinar la profundidad de instalación de la línea deberán facilitar su instalación y su mantenimiento y prevenir la presión excesiva del relleno y brindar protección de las presiones del tránsito de acuerdo a lo que resulte del diseño. Esta cobertura, se considera en un mínimo de 1,20m que se puede reducir a 0,80m en zonas rurales sin tráfico de vehículos.
- En algunos casos y a fin de evitar un punto alto de poca altura relativa seguido igualmente de un punto bajo de poca profundidad, en estos casos, a fin de evitar una válvula de aire y una válvula de desagüe, en tramos relativamente cortos se tendrá una tapada de entre 1,00 m y 1,20 m. Estos sitios de menor tapada, de permitirlo las condiciones locales podrían ser utilizados para disponer material excedente y rellenar así el terreno logrando la tapada de 1,20 m.
- Tamaño de las piezas especiales: en los casos de piezas especiales (válvulas de cierre, de limpieza y de aire -por ejemplo-) ubicadas sobre vías públicas, la profundidad de la tubería en el sitio deberá ser tal que permita la instalación de las piezas y su respectiva cámara, sin sobrepasar el nivel del terreno original.
- Cruces de cables subterráneos: los caños que crucen cables subterráneos de electricidad, teléfono deberán ser colocados al menos a 30 cm por debajo, a menos que el estudio de corrosión determine una distancia mayor. Cuando sea

imposible respetar estas distancias, se estudiará en cada caso la solución particular.

- Cruce de gasoducto / oleoducto: en el caso de cruces con el gasoducto la separación vertical será de 50 cm.
- En casos de cruces por debajo de tuberías de saneamiento o alcantarillado pluvial, se estudiará la solución particular para cada caso manteniendo una separación mínima de 50 cm.
- Cruce de carreteras y caminos: las líneas que cruzan caminos o calles tendrán como mínimo 120 cm de profundidad bajo la rasante y 0,60 m bajo fondo de cuentas. En cada caso en particular se estudiará la necesidad de relleno o protección especial, si los esfuerzos calculados actuando sobre la tubería superan sus capacidades según el fabricante.
- Cruce de arroyos: cuando la tubería deba cruzar un arroyo, será colocada de acuerdo a lo que sea necesario según las condiciones físicas del sitio. En cada caso, al igual que en los cruces de caminos, se deberán estudiar las condiciones concretas para definir sobre la necesidad de protecciones específicas. En principio, se propone pasar la totalidad de los cruces de arroyos bajo sus cauces.

#### 2.7.5.8 Colocación de válvulas, accesorios y aparatos

##### Válvulas de aire

Se colocarán válvulas de aire combinadas, de triple función, admisión para vaciado de la línea, expulsión durante el llenado y expulsión durante la operación normal, en:

- Todos los puntos elevados a lo largo de la línea.
- En tramos de pendiente ascendente o descendente, se colocarán válvulas de aire adicionales de manera que no se excedan 750 m sin ellas.
- Se colocarán válvulas de aire en disminuciones bruscas de pendientes ascendentes.
- Se colocarán válvulas de aire al lado de una válvula de cierre en línea, si al cerrar esta y vaciar cualquiera de los tramos adyacentes, el punto se convierte en un punto alto para ese caso en particular.

El dimensionado de las válvulas de aire necesarias deberá ser realizado en el Proyecto Ejecutivo. En forma preliminar se define la instalación de 1 válvula de aire DN200 mm en la tubería DN1200 mm.

Aunque la válvula de aire tenga su propio mecanismo de cierre, se colocará una válvula de compuerta para garantizar el cierre de la línea principal si fuere necesario desarmar o cambiar la válvula de aire

##### Válvulas de desagüe

Se colocarán válvulas de limpieza en los puntos bajos de la línea.

El dimensionado de las válvulas de desagüe deberá ser realizado en el Proyecto Ejecutivo. En forma preliminar se define la instalación de desagües de DN 200 mm en la tubería DN 1200 mm.

#### Válvulas de cierre en línea principales

Se considerarán válvulas de seccionamiento de manera que no se excedan 15.000 m sin que pueda cerrarse la línea. Esto no significa ubicarlas a cada 15 Km, ni tampoco necesariamente a la mitad del tramo, sino colocarlas convenientemente, desde el punto de vista de acceso, o de su ubicación conjuntamente con otras instalaciones, de manera que haya una válvula seccionando los tramos mayores de 15 Km.

#### 2.7.6 Protección contra la corrosión

La protección anticorrosiva de la tubería de fundición dúctil se determinará durante el Proyecto Ejecutivo según el siguiente procedimiento:

- o Determinación del Índice de Criticidad Local (ICL) del entorno, considerando los siguientes siete parámetros:
  - 1. Caracterización del tipo de suelo
  - 2. Caracterización de humectación del suelo
  - 3. Medición de la resistividad específica del suelo utilizando la metodología recomendada en la Norma ASTM G57
  - 4. Medición de contenido total de cloruros en el suelo
  - 5. Relevamiento de interferencias eléctricas con otras cañerías metálicas
  - 6. Relevamiento de interferencias constructivas
  - 7. Antecedentes de daños por corrosión en cañerías de fundición o acero preexistentes en zonas cercanas a la traza proyectada
- o Definición del Nivel de Protección Anticorrosión (NPA) requerido.
- o Definición de la protección con funda de polietileno requerida, según la metodología adoptada por el fabricante en su Propuesta de suministro de materiales. De considera que:
  - Valor de NPA = 0, entonces NO se requiere protección
  - Valor de NPA = 1 o 2, colocación de funda de polietileno con espesor de 200 micras.
  - Valor de NPA = 3, colocación de dos fundas de polietileno de espesor de 200 micras (espesor total 400 micras).

**A los efectos del estudio factibilidad se prevé que el 50% del trazado de la tubería aductora deberá ser protegida con una funda de polietileno con espesor de 200 micras.**

2.7.7 Elementos de hormigón armado: cámaras y anclajes

2.7.7.1 *Cámaras para válvulas*

Para las tuberías DN 1.200mm se han considerado diseños similares a los utilizados en la 6LB a Montevideo. Ambos conjuntos de diseño serán optimizados y actualizados en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

Las cámaras para válvulas de cierre son del tipo H o de anclaje y deberán ser dimensionadas según las condiciones particulares del suelo y las condiciones de presión que correspondan.

2.7.7.2 *Macizos de anclaje*

En el trazado se ha minimizado el uso de codos que deban ser anclados, de todos modos existen algunos casos que se deben considerar. En cambio, no se prevé tees de derivación, ni reducciones en el diseño primario. A los efectos de la evaluación preliminar del proyecto se considerará macizos de anclaje con un volumen de 35 m<sup>3</sup> de hormigón de resistencia característica de 250 kg/cm<sup>2</sup>.

2.7.8 Protección contra el golpe de ariete

Para la primera etapa diseño, para una capacidad de 160.000 m<sup>3</sup>/día se ha realizado un estudio de los transitorios hidráulicos en el troncal Melilla del proyecto Arazatí en el cual se concluye que son necesarias protecciones para mitigar el golpe de ariete que puede ocurrir en el apagado repentino de las bombas previstas en la EBAT.

A nivel de anteproyecto se ha definido un sistema de protección de la tubería frente a la aparición de transitorios hidráulicos compuesto por:

- una batería de tanques hidroneumáticos, ubicados en la cabecera de la línea aguas debajo de la estación de bombeo. La misma estaría compuesta por 6 tanques de 20 m<sup>3</sup> cada uno. Ver detalle de interconexión en el plano de la EBAT.
- cuatro tanques unidireccionales (TUs) de acuerdo a la tabla adjunta:

**Tabla 2-17: Localización y características de los TU.**

Nº	Progresiva (m)	Sección (m <sup>2</sup> )	Cota terreno (m)	Cota mínima (m)	Altura (m)
TU-1	3.284	25	43,5	50	10
TU-2	8.161	25	49,3	50	21
TU-3	20.821	25	47,9	50	15
TU-4	70.107	20	44,4	47	5

La progresiva indicada es aproximada e identifica un punto alto del trazado cercano a la misma.

Se recomienda estudiar en la etapa de Proyecto Ejecutivo los siguientes puntos:

- Relación cota de descarga, puntos altos intermedios, presión mínima en la tubería cuando está la línea apagada.
- Evaluación de distintos escenarios de funcionamiento, especialmente para definir la protección en las inmediaciones de la progresiva km 70,1.
- Estudiar las medidas a implementar para conservar el carácter de agua potable dentro de los tanques unidireccionales. Considerar una bomba recirculadora que permita la reinyección del agua de cada TU en la aductora principal (tiempo de retención en el tanque = 3 días).

Se indica además que este estudio y sus conclusiones tienen un nivel de anteproyecto, por lo que es esperable que aparezcan cambios en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

En particular, el último tanque unidireccional (progresiva km 70,1) se deberá analizar en detalle, podría incluso cambiarse el dispositivo de protección de ese punto debido a su cercanía con la descarga y la similitud entre la piezométrica estacionaria y en funcionamiento para los diferentes escenarios de operación que se resuelvan.

*2.7.8.1 Descripción de la interconexión a los TU's.*

El diseño de cada uno de los tanques unidireccionales necesarios se realizará durante el Proyecto Ejecutivo.

En esta etapa para cada TU se contempla la colocación sobre la línea principal de una te bridada 1200 x 1000 mm, una válvula de cierre DN 1000 mm, dos derivaciones con válvula de cierre y retención de DN 800 mm y una línea de llenado con dos válvulas de altitud de DN 200 mm. Las uniones bridadas serán PN 16 hasta el múltiple de descarga. A partir de este, en la dirección hacia el tanque, serán PN 10.

La longitud de la tubería de conexión DN1000 hasta el múltiple será de 15m y hasta el tanque otros 10m adicionales.

*2.7.8.2 Tanques unidireccionales (TU)*

Los tanques unidireccionales podrán ser construidos en hormigón armado elaborado en sitio o prefabricado, acero vitrificado, PRFV u otro aprobado por la Administración.

En la tabla siguiente se indican las dimensiones resultantes para los tanques:

**Tabla 2-18: Localización y dimensiones de los TU.**

Nº	Progresiva (m)	Diámetro (m)	Altura a la base del tanque (m)	Altura tanque (m)	Volumen tanque (m³)
TU-1	3.284	5,6	6,5	10	250
TU-2	8.161	5,6	Apoyado en terreno	21	525
TU-3	20.821	5,6	2,1	15	375

TU-4	70.107	5,0	2,6	5	100
------	--------	-----	-----	---	-----

Excepto el TU-1 son tanques que se podrían ejecutar apoyados en el terreno. Además de la propia cuba, los tanques deberán contar con tubería de desagüe y rebalse de DN250mm, escaleras de acceso, pararrayos (si fuera necesario), cercado y portón de acceso. Se prevé bomba de recirculación de 5,0 m<sup>3</sup>/h con una presión de salida de 80mca.

## 2.8 Integración de la nueva fuente al sistema Metropolitano

Las obras necesarias para la integración de la nueva fuente al Sistema Metropolitano se resumen a continuación:

- Extensión de la 6LB desde el Recalque Melilla hasta Cuchilla Pereira.
- Ampliación de la estación de bombeo de Melilla de manera de que se cuente con cinco bombas en operación y dos bombas de respaldo.
- Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla
- Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla

En el *Volumen N°1: Estudios básicos y de concepción del Proyecto* se presenta el informe de evaluación de las condiciones de operación del sistema integrado previsto, en el que se justifican las mejoras propuestas.

### 2.8.1 Tubería de Conexión Melilla – Cuchilla Pereira

Dentro de las obras de interconexión al sistema Metropolitano se prevé la extensión de la 6LB, desde el Recalque de Melilla hasta el predio de los tanques de Cuchilla Pereira donde se conectará con la 5LB.

Ambas tuberías, 5LB y 6LB, trabajarán con cabezal común en Aguas Corrientes y se conectarán en Cuchilla Pereira para alimentar la zona este del sistema, donde se concentra el mayor crecimiento de demanda previsto.

Esta tubería se propone en Hierro Dúctil K7 (ISO 2531:1998) y tiene una longitud de 8.000m. Todos los elementos bridados serán PN10 según la norma ISO 2531 y 7005.

Los puntos singulares de esta tubería aductora son los siguientes:

- Punto inicial: es la tubería de interconexión existente entre el Recalque Melilla y la 4LB en Camino Fauquet, es una tubería HD DN 1200 mm. Se prevé la instalación de una válvula de cierre tipo mariposa DN 1200 mm.
- Punto final: interconexión con 5LB (HD 1500 mm, K9) en el patio del predio de OSE en Cuchilla Pereira, también con válvula de cierre tipo mariposa DN 1200

mm. Se propone la conexión en la progresiva 35+740 en el tramo aéreo de la 5LB.

- Cruce de las vías del Ferrocarril Central: se instalará la tubería en un ducto previsto para dichos fines durante las obras del FFCC. La nueva aductora tendrá una válvula de cierre a cada lado del cruce; la tubería dentro del ducto será bridada, acerrojada o eventualmente se instalará tubería PEAD SDR17.

## 2.8.2 Ampliación del recalque de Melilla

### 2.8.2.1 *Situación actual*

El recalque de Melilla es una instalación de bombeo diseñada para ser abastecida por la 6LB en la que se propone realizar las modificaciones necesarias para que se abastezca a través del nuevo proyecto Arazatí.

La instalación de bombeo actual consta de un tanque de succión de 3.150 m<sup>3</sup> y de 4 equipos de bombeo con una capacidad del orden de 2.400 m<sup>3</sup>/h cada uno.

Los caudales de diseño del recalque, según a que línea que alimentan, son los siguientes:

- Bombeo a Línea de Emergencia: 2.400 m<sup>3</sup>/h con 1 equipo de bombeo.
- Bombeo a Troncal al Cerro: 4.500 m<sup>3</sup>/h con 2 equipos de bombeo.
- Bombeo a 6LB - Derivación al Cerrito: 6.200 m<sup>3</sup>/h con 3 equipos de bombeo.

El caudal máximo de diseño total para seis equipos previstos es de 13.100 m<sup>3</sup>/h, que en todo caso es mayor que el aporte previsto para el proyecto Arazatí. Las líneas de impulsión respectivas han sido diseñadas con estos caudales, en particular la protección contra transitorios hidráulicos de las mismas.

### 2.8.2.2 *Situación proyectada – Proyecto Arazatí*

Para el Proyecto Arazatí es necesario agregar al menos una quinta bomba para operación, además de 2 equipos de reserva según el siguiente esquema:

- + Línea de Emergencia: 1 bomba con funcionamiento permanente.
- + Troncal al Cerro: 1 bomba con funcionamiento permanente + 1 con funcionamiento no permanente según el nivel de agua en el tanque del Cerro.
- + Derivación al Cerrito: 1 bomba con funcionamiento permanente + 1 con funcionamiento no permanente según el nivel de agua en el propio tanque del recalque Melilla.
- + Dos equipos de reserva que puedan respaldar a cada una de las tres impulsiones descritas.

Es decir que de las **cuatro bombas instaladas** y en operación actualmente, se deberá pasar a **siete equipos instalados** y disponibles. Para ello es necesaria la ejecución de la siguientes componentes principales:

- Instalación de tres bombas para un caudal de 2.000 m<sup>3</sup>/h y una carga de bombeo de 50 mca; rendimiento mínimo = 80%; potencia = 340 kW. Serán de tipo centrífuga con impulsor de doble succión, carcasa de voluta partida.
- Modificación del manifold de impulsión agregando tubería de interconexión y llaves de paso que permitan el respaldo de todas las bombas manteniendo siempre 5 equipos en operación según lo indicado en el punto anterior.
- Ampliación del local del recalque; en el local actual existe lugar para 6 bombas iguales a las instaladas, se debe ampliar el mismo para poder albergar una séptima bomba adicional lo que se lograría ampliando el local un longitud de 5,5m.
- Ampliación de la instalación eléctrica y de control para aumento de potencia requerida y del número de equipos.

### 2.8.3 Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla

El tanque de succión existente en el recalque, tiene un volumen útil de 3.150 m<sup>3</sup>, equivalente a 20 minutos de la capacidad máxima del proyecto Arazatí. Para aumentar la capacidad de reserva en el lugar y las posibilidades de maniobrar frente a situaciones de emergencia, se propone la construcción del segundo tanque de succión previsto en el diseño original del recalque. El nuevo tanque será igual que el existente: área 750m<sup>2</sup>; altura útil 4,2m; altura total 5,0m.

### 2.8.4 Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla

En la nueva configuración del sistema, el recalque de Melilla será responsable de elevar a la distribución un volumen equivalente al 30% de la demanda máxima diaria del año 2045 y por ende se deben minimizar las posibilidades de fallo del suministro eléctrico al mismo. Es por ello que la Administración ha solicitado incorporar al Proyecto una alimentación eléctrica de respaldo.

### 2.8.5 Mejoras propuestas para escenarios de contingencia

Del análisis de escenarios de contingencia analizados en esta fase del Proyecto, resultaron las siguientes mejoras a considerar en etapas posteriores del estudio:

- Para poder operar el sistema en un escenario en el que el Recalque Melilla no se encuentre operativo es necesario:
  - Interconexión de la aductora DN1200mm en la entrada al Recalque Melilla con la troncal al Cerro y con la troncal de Derivación al Cerro. Esta última con válvula de cierre motorizado.

- Válvula de cierre motorizada de DN1200mm sobre la aductora; se cierra para forzar un flujo invertido en la aductora para abastecer los servicios en línea durante períodos de parada de la nueva PTAP Arazatí.
- La válvula de altitud o de llenado en la entrada al tanque del Cerro se debe encontrar operativa para el caso de bombeo directo desde la nueva PTAP.
- En el escenario de contingencia con rotura de la 4LB, es recomendable la ejecución de la interconexión 4LB – 6LB en Km24, tal como estaba previsto originalmente en el Proyecto de la 6LB.

2.8.6 Sistema de Recloración

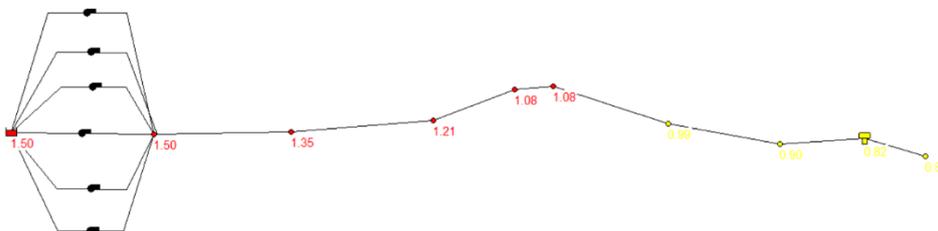
Se ha analizado mediante un modelo en EPANET el cambio en la concentración de cloro residual libre entre la salida de la nueva PTAP de Río de la Plata y el Recalque de Melilla.

En EPANET se puede modelar el incremento o pérdida de una sustancia por reacción de la misma a medida que circula por el sistema de distribución. Para ello, se necesita conocer el coeficiente que determina la cinética de reacción de la sustancia tanto en el seno del agua como en las paredes de las tuberías. Las reacciones en el seno del agua también pueden ocurrir dentro de tanques. EPANET permite tratar éstas dos zonas de reacción en forma separada.

En base a la experiencia del consultor se han utilizado los siguientes coeficientes de modelación:

- Coeficiente de decaimiento en seno del fluido (kb): -0,80 1/día
- Coeficiente de reacción en pared (kw): -0,10 m/día (tuberías mayores a DN 500 mm)

Bajo estas condiciones, y considerando una concentración de cloro libre a la salida de la planta potabilizadora de 1,5 mg/L, la concentración de cloro libre a la entrada del Recalque Melilla se estima en 0,8 mg/L.



Tomando en consideración que la consigna de operación del sistema de recloración aguas arriba del recalque Melilla para la 6LB es fijar la concentración de cloro libre en

1,8 mg/L, y considerando que el agua proveniente de la PTAP Río de la Planta deberá contar con el mismo requisito, será necesario contar con una capacidad extra de cloración necesaria para elevar la concentración en 1,00 mg/L. Para una capacidad de producción de 229.000 m<sup>3</sup>/d, esto representa una capacidad de dosificación aproximada de 230 kg Cl/día.

Se considera que la capacidad de rechloración instalada en Melilla es suficiente para cubrir esta demanda de dosificación.

### 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SUMINISTROS PRINCIPALES

Todos los suministros principales incluyendo el equipamiento eléctrico, mecánico y de control se ajustará a los requisitos de las Especificaciones Técnicas que se adjunta en el Anexo 3.

Los siguientes suministros se definen como los **SUMINISTROS PRINCIPALES** del Proyecto:

- Tubería de PEAD para Obra de Toma – Captación de Agua Bruta.
- Tubería para la Aductora de Agua Bruta (AAB).
- Tubería para la Aductora de Agua Tratada (AAP).
- Tubería de Fundición Dúctil para Aductora a Cuchilla Pereira.
- Válvulas de cierre para aductoras (AAB, AAP y Cuchilla Pereira)
- Válvulas de aire (AAB, AAP y Cuchilla Pereira)
- Juntas de reparación y juntas de desmontaje (AAB, AAP y Cuchilla Pereira)
- Válvula de cierre y de retención en la EBAB.
- Válvula de cierre y de retención en la EBAT.
- Equipos de bombeo principales: EBAB, EBAT, Lavado de Filtros y bombas elevadoras en Recalque Melilla.
- Bombas para lavado de filtros
- Floculadores mecánicos
- Falso fondo para filtros biológicos
- Espesador mecánico de lodos
- Soplantes para lavado de filtros
- Sistema de ozonización
- Sistema de desinfección con cloro gas
- Centrífuga de deshidratación de lodos
- Tanques hidroneumáticos
- Generador de dióxido de cloro
- Transformadores de Potencia
- Celdas de Media Tensión
- Variadores de Media Tensión
- Tableros de Baja Tensión

**Todos los suministros en contacto con el agua del tratamiento de potabilización y en las aductoras de agua potable, deberán tener certificación NSF o similar.**

## 4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El presente capítulo se describen las actividades correspondientes a la operación y mantenimiento de las instalaciones propuestas en el marco del Proyecto Arazatí.

### 4.1 Alcance general de los trabajos de Operación y Mantenimiento

Una vez culminada la etapa de comisionamiento y puesta en marcha de las instalaciones del proyecto Arazatí, corresponde el inicio de las actividades de operación y mantenimiento de las mismas.

A partir de esa instancia, **la operación de todas las instalaciones** incluidas en el Proyecto Arazatí **será realizada por OSE.**

Se consideran como actividades de operación, todas aquellas necesarias para conducir los flujos de agua y transformar la calidad de la misma de misma desde su condición natural en la fuente (captación en zona Arazatí del Río de la Plata) a la condición de agua potable en los puntos de ingreso previstos al sistema existente de distribución de agua potable de Montevideo (Recalque de Melilla, interconexión con depósitos de Cuchilla de Pereira y puntos de interconexión a lo largo de la tubería aductora), mediante el uso de las instalaciones proyectadas, construidas y puestas en operación del Proyecto Arazatí.

En tales condiciones, a partir del momento de la recepción de las obras, OSE asumirá la responsabilidad por la operación de la misma, lo que comprende asegurar la provisión de caudales de agua potable en cantidad y calidad en los puntos previstos de entrega. A esos efectos proveerá los recursos humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de los objetivos específicos antes mencionados.

Paralelamente, el Contratista será responsable de realizar el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las siguientes instalaciones: captación de agua bruta, estación de bombeo de agua bruta (EBAB), Planta de tratamiento de agua potable (PTAP), aductoras de agua bruta y agua potable que incluye el tramo hasta el ingreso al Recalque Melilla y el tramo desde Melilla a Cuchilla Pereira.

El objetivo de dicho mantenimiento es asegurar que las instalaciones estén permanentemente en condiciones óptimas para su operación por parte de OSE, cumpliendo con los estándares de calidad y tiempos de respuesta establecidos para realizar las actividades de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo (reparación) de las instalaciones.

Serán de cargo del Contratista de Mantenimiento todos los costos directos e indirectos asociados a la ejecución de las tareas de mantenimiento, así como la gestión de los recursos humanos y materiales que se requieran.

Dentro de las tareas que serán responsabilidad del Contratista de Mantenimiento se incluyen:

1. Mantenimiento de equipamiento electromecánico, tuberías y accesorios instalados.
2. Mantener un stock de repuestos para el mantenimiento preventivo de los equipamientos instalados, definidos a partir de las recomendaciones del fabricante.
3. Mantener un stock de tuberías, piezas especiales y accesorios que permitan la reparación o sustitución de cualquier tubería o accesorio que forme parte del Sistema.
4. Garantizar la ejecución de los mantenimientos correctivos (reparaciones) que sean necesarios en los plazos que se definan para los diferentes tipos de eventos, en función de la magnitud de la reparación, plazos de entrega de repuestos, contratos de disponibilidad con proveedores estratégicos.
5. Mantenimiento de infraestructura civil y edilicia: pintura, albañilería, sanitaria, instalaciones eléctricas (iluminación y similares), aire acondicionado.
6. Mantenimiento del sistema eléctrico: transformadores, protecciones.
7. Mantenimiento del sistema de control: instrumentos de medición, comunicaciones, sistema informático.

Las actividades de Mantenimiento serán supervisadas por parte de OSE a través de la Dirección de Obra del Proyecto quien será responsable de controlar el cumplimiento de las tareas incluidas en el Contrato y emitir las órdenes de trabajo para la realización por parte del Contratista de pedidos específicos y trabajos extraordinarios.

#### **4.2 Pautas generales para la Operación**

Se prevé que la operación del Sistema se realice durante las 24 horas del día de los 365 días del año. OSE deberá prever la dotación de recursos humanos y materiales, en calidad y cantidad suficientes, necesarios para desarrollar las tareas en forma eficaz, eficiente y segura, atendiendo al objetivo de producir agua potable y transportarla a los sitios previstos de consumo.

La operación del sistema se realizará centralizada en la Planta Potabilizadora (PTAP), desde la cual por medio del Sistema SCADA a instalar, se monitoreará en forma remota la operación del sistema de captación y bombeo de agua bruta, concurriendo al lugar en forma eventual para realizar actividades de rutina y/o extraordinarias necesarias.

La operación del sistema de elevación de agua tratada a Montevideo se realizará en forma coordinada con la Gerencia del Sistema Metropolitano de OSE, desde donde se decidirán las consignas de operación de la EBAT como ser: caudales y horarios de bombeo a la distribución del agua producida en la PTAP Arazatí.

El personal operativo, a través de la Dirección de Obra y por medio del procedimiento que se defina oportunamente, deberá reportar al Contratista responsable del Mantenimiento, los casos en que se detecten anomalías en el funcionamiento o el rendimiento de los equipos instalados de manera de asegurar una rápida resolución de las mismas.

### 4.3 Manual de Operación del Sistema

Antes de comenzar la fase de Puesta en Marcha del Sistema, el Contratista elaborará el Manual de Operación del Sistema que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra (Supervisión).

Dicho Manual de Operación incluirá como mínimo los siguientes elementos:

- Descripción de los componentes del Sistema.
- Procedimientos de operación de las diferentes instalaciones.
- Parámetros de operación normales y excepcionales.
- Definición de elementos críticos que se deben cuidar especialmente.
- Procedimientos de Puesta en Marcha.
- Procedimientos de Contingencia: detalle de las acciones que se deben realizar en casos de emergencia que puedan afectar a: terceros, el medio ambiente y el propio servicio de abastecimiento. Ejemplo: cortes de energía, derrame de productos químicos, presencia de cianobacterias en agua bruta, rotura de tuberías aductora.
- Plan de Entrenamiento y Capacitación del Personal de Operación.

### 4.4 Operación de las instalaciones de captación y aducción de agua bruta

#### 4.4.1 Objetivo de la Operación de la Captación de agua bruta

El conjunto de tareas que conforman la Operación de la Captación y Aducción de agua bruta tiene como objetivo asegurar que en todo momento se cumpla con el requerimiento de volumen de agua disponible en la entrada a la PTAP.

Dicho volumen será definido en función de los requerimientos de agua potable a ser elevados a la distribución por la PTAP Arazatí a indicación de la Gerencia Metropolitana.

Se prevé la presencia de un Técnico Operador en la EBAB durante los períodos de operación del sistema de Captación. El nivel de control y operación automatizada o remota permite minimizar los requerimientos de operación en sitio. Las tareas del Operador se reducen a rondas de inspección visual a ejecutar en forma horaria.

Para la realización de operaciones extraordinarias se recurrirá al apoyo de personal de operación de la PTAP.

El Sistema de Captación está conformado por: tubería de captación (obra de toma), estación de bombeo de agua bruta (EBAB) y tubería de aducción de agua bruta hasta la entrada a la PTAP.

#### 4.4.2 Actividades de operación habituales

Las actividades incluidas en la operación incluyen las siguientes tareas:

1. Ronda de control visual del funcionamiento de los equipos de bombeo mientras se encuentre en operación la captación. Frecuencia: una vez por hora.
2. Monitoreo presencial y remoto de los parámetros hidráulicos de operación (desde SCADA de la PTAP):
  - + nivel de agua en cámara de succión,
  - + caudal elevado: verificar que esté de acuerdo con las necesidades de producción definidas en la PTAP.
3. Monitoreo presencial y remoto de los parámetros electromecánicos de operación (desde SCADA de la PTAP):
  - + Voltaje y amperaje; consumo de energía
  - + Estado de las bombas: temperatura, nivel de aceite, otros.
  - + Presión de aire en tanques hidroneumáticos
4. Regulación de caudal elevado en función de las necesidades de la producción. Se realiza en forma remota desde el SCADA de la PTAP modificando la velocidad de las bombas (variadores de frecuencia) y eventualmente el número de equipos en operación.
5. Respuesta a alarmas operativas como ser: nivel bajo en pozo de succión, caudal elevado mayor al límite establecido. En cada caso se procederá según los procedimientos a definir en el Manual de Operación.
6. Operación del sistema de generación de dióxido de cloro; preparación del producto químico base (PURATE), control de stock, reposición. Establecer el momento del año y la dosificación necesaria para el control del mejillón dorado. Ejecución del plan de dosificación de dióxido de cloro.

#### 4.4.3 Actividades de operación extraordinarias

1. Operación de las válvulas de cierre en caso de que sean necesario para maniobras de aislamiento de bombas, tanques hidroneumáticos u otros.
2. Operación de las compuertas de entrada a la succión de las bombas, normalmente abiertas.

## 4.5 Operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

### 4.5.1 Objetivo de la Operación de la PTAP

El conjunto de tareas que conforman la Operación de la PTAP tiene como objetivo asegurar que el agua que se produzca para elevar a la distribución cumpla, en todo momento con los requerimientos de calidad definidos en la:

- Norma Interna de Calidad de Agua Potable de OSE (en vigencia desde 21 de noviembre de 2012), y la
- Norma UNIT 833:2008 (impresión corregida a 2010).

Asimismo, deberá asegurar que desde la EBAT se posible elevar el caudal definido por la Gerencia del Sistema Metropolitano, en condiciones eficientes de uso de los recursos humanos, la infraestructura y los insumos (energía y productos químicos).

### 4.5.2 Áreas de Operación en la PTAP

Las actividades incluidas en la Operación de la PTAP se agrupan en las siguientes áreas:

- + Jefatura de Planta: equipo responsable de la gestión por la Operación del Sistema.
- + Centro de Control Operacional (CCO): operación y monitoreo remoto de parámetros a través del sistema SCADA.
- + Ejecución de tareas directas del proceso: operación de los sistemas automáticos o manuales para ejecución de las siguientes tareas:
  - Operación del proceso de Floculación
  - Operación del proceso de Sedimentación
  - Operación del proceso de Filtración
  - Operación del sistema de desinfección con cloro.
  - Operación del sistema de ozonización.
  - Preparación de productos químicos para dosificación.
  - Operación del sistema de dosificación de productos químicos.
  - Operación del sistema de deshidratación de lodos.
- + Laboratorio de control de calidad de agua: cumplimiento de planes de monitoreo de calidad de agua definidos por el Laboratorio Central.

La gestión administrativa relacionada con la Operación de la PTAP será llevada a cabo por las respectivas áreas generales de OSE como ser Compras, Recursos Humanos, Movilización y otras tal como se hace en todas las instalaciones similares en el país. Del mismo modo las áreas de apoyo técnico como la Gerencia de Agua Potable y otras.

#### 4.5.3 Organización de las actividades de Operación.

Las actividades de Operación de la PTAP estarán organizadas en tres turnos de operación que cubran las 24 horas.

En lo que refiere a las tareas directas del proceso, en el turno matutino se concentrarán las mayor cantidad de tareas y personal asignado. De esta manera se minimizan las tareas requeridas en el turno vespertino y especialmente en el turno nocturno, en el cual solamente se deben realizar tareas de control de la operación y las operaciones más sencillas como ser el lavado de filtros (se aprovecha horas de menor demanda en el sistema).

#### 4.6 **Operación de las aductoras de agua bruta y tratada y Recalque Melilla**

Las aductoras del sistema, ya sea la de agua bruta como la de agua tratada, y el recalque de Melilla serán operadas por la Gerencia Metropolitana de OSE que las integrará al resto del sistema principal de distribución de Montevideo.

La fase de puesta en marcha de las conducciones será realizada por el Contratista según el Plan de Operación que el mismo elabore y que apruebe la Dirección de Obra. Dicha puesta en marcha será realizada en estrecha coordinación con OSE de manera de no interferir con el normal funcionamiento del Sistema de Abastecimiento a Montevideo.

Una vez terminada la fase de puesta en marcha, la operación de la totalidad del nuevo Sistema, incluyendo las aductoras y las mejoras del recalque de Melilla serán operadas por la propia Administración.

#### 4.7 **Alcance general de los trabajos de Mantenimiento**

##### 4.7.1 Objetivo

El objetivo del Mantenimiento (civil y electromecánico) es garantizar la confiabilidad y el desempeño de equipos e instalaciones, con calidad, plazos y costos compatibles con la misión, políticas y objetivos del Proyecto.

##### 4.7.2 Definiciones

Mantenimiento: acciones que permiten mantener o restablecer a un bien un estado específico para asegurar un servicio determinado.

- + Mantenimiento preventivo: Mantenimiento efectuado con la intención de reducir la probabilidad de falla de un bien o de un servicio ejecutado.
- + Mantenimiento predictivo: Tareas de control destinadas a predecir el estado de funcionamiento de un equipo y efectuar el mantenimiento preventivo de condición. Por ejemplo: medidas de temperatura o vibraciones.

- + Mantenimiento correctivo: Mantenimiento efectuado después de una falla.
  - Mantenimiento correctivo de emergencia: Mantenimiento que debe ser efectuado tan pronto como ocurra.
  - Mantenimiento correctivo programable: Mantenimiento correctivo donde la falla puede esperar hasta una intervención programada del equipo.

#### 4.7.3 Responsabilidad General del Contratista

Es responsabilidad del Contratista la realización de todas la tareas que se encuadren en la definición de Mantenimiento establecida en el punto anterior, más allá que las mismas no se indiquen expresamente en los presentes términos de referencia.

Las intervenciones del Contratista se enmarcan en las siguientes tareas:

- + Montaje de equipos y accesorios.
- + Pruebas preliminares, regulaciones y modificaciones necesarias.
- + Puesta en operación verificando la conformidad con las condiciones previstas
- + Inspecciones periódicas sin sacar el equipo de operación que consiste en comparar los estados reales de operación con los previstos del equipo o instalación.
- + Verificación de la conformidad con los parámetros preestablecidos por el fabricante o proyectista seguida de una evaluación de los resultados obtenidos.
- + Revisión de equipos con miras a garantizar el bien contra cualquier falla y que pueda implicar ciertos desmontajes, proporcionando información de desgastes o dar inicio a operaciones correctivas de las anomalías constatadas.
- + Renovación: inspección completa de todas las partes devolviendo sus dimensiones originales (en el caso de un colector podría ser una tarea de desobstrucción), sustituciones de las piezas desgastadas o deformadas, reparación de los subconjuntos con fallas o desgastados, conservación de las piezas en buen estado.
- + Detección de fallas.
- + Localización de los elementos a través de los cuales se manifiesta la falla.
- + Identificación de la causa probable de una falla
- + Eliminación de defecto: volver a un estado de funcionamiento previsto antes de la reparación.
- + Reparación: intervención definitiva y limitada del mantenimiento correctivo.
- + Pruebas y controles en los equipos a fin de verificar su capacidad de desempeñar la función requerida.

- + Sustitución de equipo, accesorios o incremento de dispositivos que resulten en perfeccionamiento con respecto al equipo original.
- + Modificación de los equipos con miras a mejorar el funcionamiento, la confiabilidad, la mantenibilidad o cambiar los desempeños, la característica de empleo o aumentar la seguridad.

En el marco específico de este contrato se agregan otras tareas como el mantenimiento edilicio, limpieza de instalaciones, mantenimiento de áreas verdes, vigilancia y transporte y disposición final de lodos deshidratados en monorelleno.

#### 4.7.4 Plan de Mantenimiento

El Contratista elaborará un Plan de Mantenimiento predictivo y preventivo que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra (Supervisión) antes de la fase de Puesta en Marcha del Sistema.

Dicho plan deberá estar fundamentado en una política de mejora continua y deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- + Implementar un sistema de gestión avanzado basado en criterios modernos de administración que permita llevar adelante la política de mejora continua.
- + Realizar una gestión planificada de los trabajos de mantenimiento. Fijar metas, ubicar recursos, trazar planes, calcular presupuestos, controlar el cumplimiento, evaluar resultados, estudiar mejoras.
- + Las rutinas de mantenimiento predictivo permiten evaluar en forma continua el estado de los equipos. Esto permite realizar los trabajos de mantenimiento preventivo cuando son necesarios, no antes y detectar los daños con tiempo como para planificar los trabajos correctivos evitando urgencias. Esto mejora la eficacia y eficiencia del servicio.
- + Utilizar permanentemente tecnologías modernas y económicamente factibles para la ejecución de los servicios, buscando siempre la mejor relación costo / beneficio en los servicios que presta y en la tecnología empleada, teniendo en cuenta los costos de inversión, operación y mantenimiento.
- + Desarrollar el estudio y evaluación del desempeño de los sistemas, de manera de detectar puntos débiles y determinar las medidas necesarias para mejorarlos.
- + Implementar un registro adecuado de los trabajos realizados que permita obtener la información necesaria para evaluar el desempeño de la función (incluyendo el uso de indicadores de gestión) y mantener un catastro actualizado de la infraestructura.

Sin perjuicio del Plan que oportunamente desarrollará el Contratista, en los puntos siguientes se indican los requisitos mínimos de Personal, Instalaciones e Equipamiento

que deberá destinar el Contratista para la ejecución de las actividades de Mantenimiento.

Asimismo, se listarán en forma no taxativa, un conjunto mínimo de actividades que el Contratista deberá desarrollar durante la plazo de duración del Contrato.

#### 4.7.4.1 *Mantenimiento preventivo*

A los efectos de poder implementar el plan de mantenimiento preventivo el Contratista deberá realizar las siguientes tareas previas:

- + Realizar un Inventario técnico: registro individual de todas las instalaciones y equipos existentes con detalles prácticos y datos técnicos completos de cada uno de ellos.
- + Establecimiento de tareas y frecuencias: dependerán de la recomendación de fabricantes, experiencia de la empresa, de la exigencia del servicio, de lo crítico que sea su parada y del tiempo de uso.
- + Identificación de equipos y rutas de mantenimiento: se deberá dar un código a cada equipo y asignarlo a una ruta de mantenimiento. Esto facilita y baja los costos del servicio de mantenimiento.
- + Programa de mantenimiento preventivo: es la expresión de la acción organizada mediante operaciones y recursos adecuados para los servicios de mantenimiento preventivo necesarios. El programa debe describir las fechas y acciones que serán ejecutadas para cada una de las intervenciones de mantenimiento en cada una de las instalaciones de acuerdo a las necesidades determinadas de servicios y frecuencias.

#### 4.7.4.2 *Mantenimiento correctivo*

A los efectos de mejorar la eficacia y eficiencia de las tareas de mantenimiento correctivo es necesario que el Contratista haga el análisis y control de los parámetros referidos al mantenimiento ya realizado en cada equipo, informaciones sobre calidad de mantenimiento, calidad de equipos y costos de mantenimiento.

El Contratista deberá implementar los siguientes elementos de apoyo:

- + Catastro técnico: constituye un punto de partida para el funcionamiento del sistema de mantenimiento ya que proporciona información sobre la cantidad, características y localización de las instalaciones y equipos que serán mantenidos.

- + Archivo técnico: contiene todos los datos que nos permiten tener un conocimiento del equipo o instalación, su origen, tecnología y desempeño. En este archivo se distinguen dos partes:
  - Documentación del fabricante:
    - Documentos comerciales
    - Intercambio de correspondencia (cotizaciones, informes, consultas, etc.)
    - Hoja de pedido y documentos contractuales
    - Proceso de recepción.
    - Características originales de la máquina.
    - Despiece, esquemas y planos de fabricación.
    - Lista de accesorios y repuestos.
    - Stock mínimo de repuestos.
    - Instrucciones de instalación y puesta en marcha.
    - Instrucciones de operación.
    - Instrucciones de mantenimiento (lubricación, tareas de mantenimiento preventivo, frecuencias, procedimientos de desmontaje de partes, herramientas necesarias, etc.)
  - Todos los demás datos que nos permiten conocer al equipo aportados por el mismo sistema de mantenimiento como ser:
    - Modificaciones realizadas al equipo
    - Detalles definitivos de la instalación y servicios accesorios.
    - Hoja con los datos de la puesta en marcha.
  
- + Manuales de mantenimiento: dentro de la documentación aportada por el fabricante figuran las tareas de mantenimiento recomendadas por el mismo. Estas deben ser tomadas como una guía y deben ser adaptadas a la realidad propia de cada servicio.
  
- + Archivo histórico: relativo a cada equipo o instalación inventariada que describe cronológicamente todas las intervenciones correctivas sufridas por el mismo desde su puesta en marcha.

En este archivo se ingresan las acciones correctivas que figuran en las órdenes de servicio cumplidas. Se deben guardar en este archivo todos los datos relevantes de los trabajos realizados.

- + Costos de mantenimiento: estos estudios de costos serán de gran ayuda en la definición de las políticas de mantenimiento, para que estas permitan actuar con eficiencia.

Las órdenes de servicio deben incluir un espacio para registrar los recursos utilizados y se debe establecer un procedimiento para el manejo de estos datos.

- + Sistema de solicitudes y órdenes de servicio

A los efectos de poder planificar y ejecutar las tareas de mantenimiento es necesario identificar y transmitir las necesidades de mantenimiento y los trabajos a realizar. Para ellos es necesario implementar un sistema de solicitudes de servicio y órdenes de trabajo.

Las solicitudes de servicio y las órdenes de trabajo deben establecer claramente las tareas a realizar y los responsables de las mismas. También deben establecer cuando realizar los trabajos, el tiempo estimado, los equipos y recursos necesarios.

Este mismo sistema debe recoger los datos históricos: tareas realizadas y los recursos utilizados.

Los datos que devuelve la orden son los utilizados para alimentar el catastro de instalaciones, el archivo técnico y el archivo histórico y para calcular los costos de mantenimiento.

El sistema de solicitudes de servicio y órdenes de trabajo debe basarse en un software específico para la atención del mantenimiento de equipos que cumpla con las condiciones antes mencionadas.

El software debe tener una serie de consultas que permitan obtener información útil para las tareas a realizar y para la evaluación del funcionamiento del Servicio de Mantenimiento.

#### 4.7.4.3 Control y evaluación del mantenimiento

Parte fundamental de la función de mantenimiento es evaluar el resultado de sus acciones y realizar los cambios necesarios para mejorarlos. Se debe buscar permanentemente la mejora de la eficacia y eficiencia de los resultados obtenidos.

El sistema a desarrollar debe prever la generación de indicadores que permiten efectuar comparaciones con referencia a datos externos (comparación con terceros) o internos (datos históricos de la propia instalación o valores de referencia).

Se debe tener en consideración que tales indicadores son elementos de apoyo a la decisión por lo tanto deben ser útiles para diagnosticar, orientar, proponer, corregir, perfeccionar, decidir, etc.

Estos indicadores serán definidos en la etapa de implementación del sistema de mantenimiento.

#### 4.7.5 Gestión del stock de repuestos

El Contratista será responsable de la que gestión del stock de repuestos sea oportuno y eficiente; esto es que: todos los repuestos estén disponibles en el momento que sean necesarios al menor costo posible.

La disponibilidad de los repuestos es un elemento clave para lograr un mantenimiento adecuado que asegure la continuidad en la prestación del servicio de las instalaciones del Proyecto.

El Contratista deberá prever:

- + El stock de los insumos y repuestos que exige el Plan de Mantenimiento; en particular todos los elementos fungibles o no, que el fabricante de cada equipo recomiende para un plazo de dos años de mantenimiento.
- + Los mecanismos de acuerdo con los respectivos fabricantes, para que cualquier repuesto necesario para la reparación de un equipo crítico esté disponible en la PTAP en un plazo menor a los 30 días calendario.

Generar un stock tuberías, piezas especiales y accesorios que permitan la reparación o sustitución de cualquier tubería o accesorio que forme parte del Sistema.

## 5 COSTOS ESTIMADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)

### 5.1 Introducción

Se procede a continuación a analizar los costos operativos variables asociados a la operación de la planta en un régimen continuo de 160.000 m<sup>3</sup>/d.

A nivel de costos variables se consideran energía y productos químicos asociados a la operación, tanto de la fase de proceso de potabilización, como de las unidades periféricas de tratamiento de lodos.

### 5.2 Costos Energéticos

En la Tabla siguiente se presenta de manera resumida el análisis de los costos variables de energía a partir de un relevamiento exhaustivo de equipamientos con consumo eléctrico y su frecuencia de uso.

Para el cálculo de los costos se ha considerado un precio de energía de 0,115 USD/kWh.

Volumen producido	160.000 m <sup>3</sup> /d
	58.400.000 m <sup>3</sup> /anual
Costo unitario de energía	0,115 USD/kWh
<b><u>Consumo de energía</u></b>	
<b><u>Elevación de agua bruta</u></b>	
Consumo de energía específico	0,464 kWh/m <sup>3</sup>
Consumo de energía total	27.093.117 kWh/año
Costo energía elevación AB	3.121.669 USD/año
<b><u>Consumo en PTAP</u></b>	
Consumo unitario	0,124 kWh/m <sup>3</sup> (*)
Consumo de energía	7.241.600 kWh/año
Costo energía en PTAP	834.377 USD/año
<b><u>Elevación de agua tratada</u></b>	
Consumo de energía específico	0,120 kWh/m <sup>3</sup>
Consumo de energía total	7.023.505 kWh/año
Costo energía elevación AT	809.248 USD/año
<b>TOTAL CONSUMO DE ENERGÍA</b>	<b>4.765.294 USD/año</b>
	0,708 kWh/m <sup>3</sup>
	0,082 USD/m <sup>3</sup>

Tabla 5-1: Costos Operativos de Energía Eléctrica

(\*): Este consumo implica una dosis promedio de O<sub>3</sub> de 2,00 mg/L.

El costo energético incluye el consumo de las bombas elevadoras de agua bruta y de las elevadoras de agua potable hacia la red de distribución (recalque Melilla).

El detalle del consumo energético en la PTAP es el siguiente:

<b>Consumo específico energético PTAP</b>		
Tratamiento de potabilización	kWh/m3 AT	0,0250
Generación de ozono	kWh/m3 AT	0,0225
Tratamiento de Lodos	kWh/m3 AT	0,0588
Bombeo al Pólder	kWh/m3 AT	0,0140
<b>TOTAL</b>	<b>kWh/m3 AT</b>	<b>0,1203</b>

**Tabla 5-2: Consumo específico de Energía Eléctrica en PTAP**

### 5.3 Costos de Productos Químicos

En la Tabla siguiente se detalla el cálculo exhaustivo de consumo y costos de productos químicos asociados:

<b>detalle</b>	<b>unidades</b>	<b>valores</b>
<b>Volumen medio de producción diario 2020-2045</b>	m3/d	160.000
<b>Energía:</b>		
Consumo específico energía por m3/AT	kWh/m3 AT	0,025
<b>Productos químicos:</b>		
Consumo específico coagulante por m3/AT	g/m3	50
Precio coagulante	USD/kg	0,54
Costo medio específico coagulante	USD/m3 AT	0,0270
Costo medio anual coagulante	USD/año	1.576.800
Consumo específico polímero por m3/AT	g/m3	0,1
Precio polímero	USD/kg	6,0
Costo medio específico polímero	USD/m3 AT	0,0006
Costo medio anual polímero	USD/año	35.040
Consumo específico alcalinizante por m3/AT	g/m3	43
Precio alcalinizante	USD/kg	0,80
Costo medio específico alcalinizante	USD/m3 AT	0,0344
Costo medio anual alcalinizante	USD/año	2.006.040
Consumo específico cloro gas por m3/AT	g/m3	4
Precio cloro gas	USD/kg	1,65
Costo medio específico cloro gas	USD/m3 AT	0,0066
Costo medio anual cloro gas	USD/año	385.440

<b>Tratamiento de Lodos:</b>		
Consumo específico de polímeros espesado y deshidratación	g poli/kg SST	9
Productividad media de lodos LAC y LBC	g SST/m3 AT	80
Consumo específico de polímeros por m3 AT	g /m3	0,72
Precio polímero	USD/kg	6,00
Costo medio específico polímero tratamiento lodos	USD/m3 AT	0,0043
Costo medio anual polímero	USD/año	252.288

**Tabla 5-3: Costos Operativos de Productos Químicos (costo anual)**

<b>Costo específico de PPQQ</b>		
Costo medio específico coagulante	USD/m3 AT	0,0270
Costo medio específico polímero	USD/m3 AT	0,0006
Costo medio específico alcalinizante	USD/m3 AT	0,0344
Costo medio específico cloro gas	USD/m3 AT	0,0066
Costo medio específico polímero tratamiento lodos	USD/m3 AT	0,0043
<b>TOTAL</b>	<b>USD/m3 AT</b>	<b>0,0729</b>

**Tabla 5-4: Costos Operativos de Productos Químicos (costos específico)**

El costo total de productos químicos, suponiendo una producción de 160.000 m3 diarios, es de USD 4.255.608.

#### 5.4 Otros costos de Operación

En forma general los costos de Operación se complementan con la componente fija que está constituida por el Personal requerido para la operación de todo el Sistema y además por el costo variable de la Disposición Final de los Lodos deshidratados.

A nivel de Estudio de Factibilidad se ha estimado, como dotación del Personal un total de 24 operarios más 2 puestos de Jefatura Técnica con un costo total anual de USD 1.173.060

Asimismo, como costo variable de disposición de los lodos deshidratados se ha considerado un valor de USD15 por m3, que para un volumen anual estimado de 21.900 m3 de lodos deshidratado tendría un costo anual de disposición final de USD 328.500.

#### 5.5 Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento han sido estimados en su conjunto en función del CAPEX estimado para el Proyecto, aplicando un porcentaje estadístico de costos de mantenimiento según las componentes de obras civiles, equipamiento electromecánico, tuberías de aducción y estaciones de bombeo y por las tareas de mantenimiento de los predios de PTAP y EBAB (vigilancia, limpieza, áreas verdes).

Un resumen de la estimación de costos de mantenimiento se observa en la tabla siguiente:

**Costo de Mantenimiento Anual**

Mantenimiento obras civiles	379.647	USD/año
Mantenimiento equipamiento electromecánico	817.700	USD/año
Mantenimiento aductoras	627.773	USD/año
Subcontratos Vigilancia, Limpieza, Áreas Verdes	305.625	USD/año
<b>TOTAL COSTO MANTENIMIENTO</b>	<b>2.130.746</b>	<b>USD/año</b>

**Tabla 5-5: Costos de Mantenimiento**

**5.6 Resumen de costos de operación y mantenimiento**

En la tabla siguiente se resumen los costos de operación y mantenimiento estimados para el Sistema en la fase de Estudio de Factibilidad. Se muestran los rubros principales y su incidencia en el total.

	OPEX (USD/año)	Incidencia
Energía	4.765.294	37,7%
PPQQ	4.255.608	33,6%
Disposición del lodos	328.500	2,6%
Personal Operación	1.173.060	9,3%
Mantenimiento obras civiles	379.647	3,0%
Mantenimiento equipos EM	817.700	6,5%
Mantenimiento aductora	627.773	5,0%
Mantenimiento otros	305.625	2,4%
<b>TOTAL</b>	<b>12.653.208</b>	

**Tabla 5-6: Resumen de costos de operación y mantenimiento**

## 6 PRESUPUESTO DE OBRA

Se presenta en este capítulo el presupuesto de obra de los distintos componentes que conforman el proyecto.

El presupuesto de la obra se ha realizado en base al Diseño del Anteproyecto del Estudio de Factibilidad.

Las siguientes consideraciones fueron realizadas:

- Suministros en CONDICIÓN CIF.
- No están considerados gastos de Expropiaciones y Servidumbres.
- El presupuesto global incluye la ejecución del monorrelleno para la disposición de lodos en el período inicial de operación (2 años).
- No está considerado el IVA.
- LLSS con coeficiente de pasaje de MI a LLSS = 0,7276.
- Asumimos flujo financiero neutro.
- Suministros a precios según moneda original, cotización de diciembre 2021.

Del análisis de las componentes de obras se observa que uno de los rubros de mayor incidencia es el suministro de las tuberías de mayor diámetro: aductora de agua bruta (AAB) y aductora de agua potable (AAP).

Las variables que influyen en el precio de dichos rubros son el precio de las materias primas y el costo de los fletes, ambos parámetros presentan alta volatilidad en los últimos dos años.

La opción de utilizar tuberías de PRFV, a priori, presenta un menor costo de inversión y es por ello que el presupuesto básico de las obras considera una solución con tubería de PRFV con excepción de 10km del tramo de la AAP a Melilla y la totalidad de la tubería a Cuchilla Pereira que se considera de Fundición Dúctil.

Se presenta también el presupuesto de la alternativa Fundición Dúctil, en la que solamente el tubería de agua bruta se mantiene en PRFV, siendo de Fundición Dúctil la totalidad de la aductora a Melilla (AAP) y el tramo a Cuchilla Pereira.

Tanto para el Presupuesto Básico como para la Variante Fundición Dúctil se presenta un presupuesto aumentado en un 5% a los efectos de realizar un análisis de sensibilidad.

En las tablas siguientes se muestran los cuatro presupuestos resultantes.

COMPONENTES DE OBRA - PRIMERA ETAPA 160.000 m3/día	PRECIO (USD)	LEYES SOCIALES (USD)
<b>OBRA DE TOMA - INMISARIO - 2 TUBERÍAS PEAD1600 - 300.000 m3/día</b>		
Suministro (FOB o ExW)	2.674.974	
Fletes y Seguros	435.461	
Instalación (Obra c/GGO)	15.734.574	457.122
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA BRUTA - 218.400 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	3.366.274	
Instalación (Obra c/GGO)	15.643.754	1.024.053
<b>ESTIMACION SUBESTACION DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEA ALTA TENSIÓN</b>	5.272.968	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - 160.000 m3/día (INCLUYE TRATAMIENTO DE LODOS)</b>		
Suministro (CIF)	17.901.366	
Instalación (Obra c/GGO)	34.412.003	3.904.866
<b>EMBALSE DE RESERVA (POLDER) - 4,0 Hm3</b>	11.331.559	
<b>ESTACION DE BOMBEO AGUA TRATADA - 160.000 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	1.656.271	
Instalación (Obra c/GGO)	2.993.812	319.884
<b>TUBERÍAS DE ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA Y TRATADA - PRFV</b>		
Suministro (CIF)	62.329.794	
Instalación (Obra c/GGO)	19.505.316	2.485.721
<b>TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN MELILLA CUCHILLA PEREIRA</b>		
Suministro (FOB o ExW)	3.642.000	
Fletes y Seguros	2.138.953	
Instalación (Obra c/GGO)	2.657.348	161.607
<b>TOTALES (S/IVA)</b>	<b>201.696.427</b>	<b>8.353.253</b>
<b>TOTALES INVERSIÓN (S/IVA)</b>	<b>210.049.680</b>	

Tabla 6-1: Presupuesto de Obra Básico

COMPONENTES DE OBRA - PRIMERA ETAPA 160.000 m3/día	PRECIO (USD)	LEYES SOCIALES (USD)
<b>OBRA DE TOMA - INMISARIO - 2 TUBERÍAS PEAD1600 - 300.000 m3/día</b>		
Suministro (FOB o ExW)	2.808.722	
Fletes y Seguros	457.234	
Instalación (Obra c/GGO)	16.521.303	479.978
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA BRUTA - 218.400 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	3.534.588	
Instalación (Obra c/GGO)	16.425.942	1.075.255
<b>ESTIMACION SUBESTACION DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEA ALTA TENSIÓN</b>	5.536.617	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - 160.000 m3/día (INCLUYE TRATAMIENTO DE LODOS)</b>		
Suministro (CIF)	18.796.434	
Instalación (Obra c/GGO)	36.132.604	4.100.110
<b>EMBALSE DE RESERVA (POLDER) - 4,0 Hm3</b>	11.898.137	
<b>ESTACION DE BOMBEO AGUA TRATADA - 160.000 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	1.739.084	
Instalación (Obra c/GGO)	3.143.503	335.878
<b>TUBERÍAS DE ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA Y TRATADA - PRFV</b>		
Suministro (CIF)	65.446.283	
Instalación (Obra c/GGO)	20.480.582	2.610.007
<b>TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN MELILLA CUCHILLA PEREIRA</b>		
Suministro (FOB o ExW)	3.824.100	
Fletes y Seguros	2.245.900	
Instalación (Obra c/GGO)	2.790.215	169.687
<b>TOTALES (S/IVA)</b>	<b>211.781.249</b>	<b>8.770.915</b>
<b>TOTALES INVERSIÓN (S/IVA)</b>	<b>220.552.164</b>	

Tabla 6-2: Presupuesto de Obra Básico aumentado 5%

COMPONENTES DE OBRA - PRIMERA ETAPA 160.000 m3/día	PRECIO (USD)	LEYES SOCIALES (USD)
<b>OBRA DE TOMA - INMISARIO - 2 TUBERÍAS PEAD1600 - 300.000 m3/día</b>		
Suministro (FOB o ExW)	2.674.974	
Fletes y Seguros	435.461	
Instalación (Obra c/GGO)	15.734.574	457.122
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA BRUTA - 218.400 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	3.366.274	
Instalación (Obra c/GGO)	15.643.754	1.024.053
<b>ESTIMACION SUBESTACION DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEA ALTA TENSIÓN</b>	5.272.968	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - 160.000 m3/día (INCLUYE TRATAMIENTO DE LODOS)</b>		
Suministro (CIF)	17.901.366	
Instalación (Obra c/GGO)	34.412.003	3.904.866
<b>EMBALSE DE RESERVA (POLDER) - 4,0 Hm3</b>	11.331.559	
<b>ESTACION DE BOMBEO AGUA TRATADA - 160.000 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	1.656.271	
Instalación (Obra c/GGO)	2.993.812	319.884
<b>TUBERÍAS DE ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA Y TRATADA - FD</b>		
Suministro (CIF)	77.342.560	
Instalación (Obra c/GGO)	21.073.998	2.485.721
<b>TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN MELILLA CUCHILLA PEREIRA</b>		
Suministro (FOB o ExW)	3.642.000	
Fletes y Seguros	2.138.953	
Instalación (Obra c/GGO)	2.657.348	161.607
<b>TOTALES (S/IVA)</b>	<b>218.277.875</b>	<b>8.353.253</b>
<b>TOTALES INVERSIÓN (S/IVA)</b>	<b>226.631.128</b>	

Tabla 6-3: Presupuesto de Obra Variante Fundición Dúctil

COMPONENTES DE OBRA - PRIMERA ETAPA 160.000 m3/día	PRECIO (USD)	LEYES SOCIALES (USD)
<b>OBRA DE TOMA - INMISARIO - 2 TUBERÍAS PEAD1600 - 300.000 m3/día</b>		
Suministro (FOB o ExW)	2.808.722	
Fletes y Seguros	457.234	
Instalación (Obra c/GGO)	16.521.303	479.978
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA BRUTA - 218.400 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	3.534.588	
Instalación (Obra c/GGO)	16.425.942	1.075.255
<b>ESTIMACION SUBESTACION DE TRANSFORMACIÓN Y LÍNEA ALTA TENSIÓN</b>	5.536.617	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - 160.000 m3/día (INCLUYE TRATAMIENTO DE LODOS)</b>		
Suministro (CIF)	18.796.434	
Instalación (Obra c/GGO)	36.132.604	4.100.110
<b>EMBALSE DE RESERVA (POLDER) - 4,0 Hm3</b>	11.898.137	
<b>ESTACION DE BOMBEO AGUA TRATADA - 160.000 m3/día</b>		
Suministro (CIF)	1.739.084	
Instalación (Obra c/GGO)	3.143.503	335.878
<b>TUBERÍAS DE ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA Y TRATADA - FD</b>		
Suministro (CIF)	81.209.688	
Instalación (Obra c/GGO)	22.127.698	2.610.007
<b>TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN MELILLA CUCHILLA PEREIRA</b>		
Suministro (FOB o ExW)	3.824.100	
Fletes y Seguros	2.245.900	
Instalación (Obra c/GGO)	2.790.215	169.687
<b>TOTALES (S/IVA)</b>	<b>229.191.769</b>	<b>8.770.915</b>
<b>TOTALES INVERSIÓN (S/IVA)</b>	<b>237.962.684</b>	

Tabla 6-4: Presupuesto de Obra Variante Fundición Dúctil aumentado 5%

## 7 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

### 7.1 Antecedentes

El pasado 19 de octubre del 2020 el Consorcio Aguas de Montevideo presentó una Iniciativa Privada en el marco de la Ley N°17.555 y Decreto N° 442/002 con la descripción de un proyecto para la mejora de la capacidad de abastecimiento de agua potable al área metropolitana de Montevideo. El correspondiente Estudio de Factibilidad, previsto en la normativa, fue presentado en enero de 2022 y posteriormente ajustado en abril de 2022 y en agosto de 2022 en base a sugerencias de la Administración.

El presente análisis económico-financiero debe leerse en complemento con el referido Análisis de Factibilidad, ya que comparten la misma fundamentación general, siendo su objetivo el de actualizar ciertos resultados en base a los cambios que se han manifestado en el proceso de toma de decisiones de la Administración con respecto a la estructuración del modelo de negocios del proyecto.

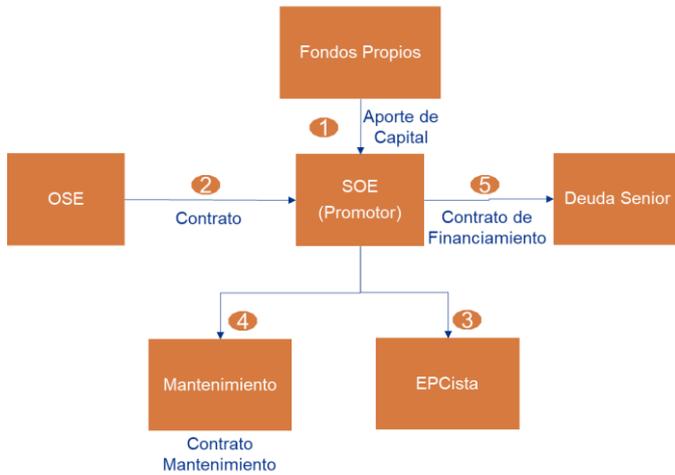
Con este propósito el análisis comprende los siguientes aspectos: 1) identificación del modelo de estructuración del negocio seleccionado desde un punto de vista conceptual; 2) descripción de supuestos utilizados para el análisis (hipótesis operativas, tributarias y financieras); 3) resultado de las proyecciones financieras según la estructura analizada e impacto incremental en OSE.

### 7.2 Estructuración del Negocio

A efectos de realizar el análisis económico – financiero del Proyecto Arazatí el Estudio de Factibilidad enumera y analiza distintas alternativas consideradas jurídicamente viables para llevar adelante el proyecto.

De igual manera que en la actualización presentada en agosto 2022, a pedido de la Administración el presente análisis pone foco en la Alternativa D, en la cual el Proyecto es implementado por un vehículo jurídico propiedad del Consorcio Promotor del Proyecto, con las variantes necesarias para remover, en cualquier caso, el componente de operación de la infraestructura del alcance del proyecto.

En consecuencia, bajo esta alternativa el Consorcio Promotor sería el encargado de formar un Fideicomiso Financiero o Sociedad Anónima que celebrará con OSE un contrato para el diseño, construcción, financiamiento y mantenimiento de la infraestructura. El contrato deberá asegurar el pago de un canon fijo por la disponibilidad de la infraestructura que permita el repago de la deuda adquirida, los costos de mantenimiento y sus correspondientes costos financieros.



- 1 Los Promotores constituyen una Sociedad Anónima / Fideicomiso Financiero para que se haga responsable de la implementación del Proyecto y capitalizan en consecuencia la misma a efectos de financiar parcialmente los costos del Proyecto.
- 2 OSE celebra un contrato con el vehículo jurídico para poder utilizar y operar la infraestructura. Esto permite al vehículo obtener los ingresos necesarios para hacer frente a los costos, impuestos y repago de la deuda. Al término del contrato los activos retornan a OSE.  
*El vehículo contrata una empresa de los Promotores para realizar la construcción de la infraestructura necesaria de Proyecto Arazatí a precio y plazo fijo.*
- 3 El vehículo contrata una empresa de los Promotores para el mantenimiento de la infraestructura necesaria de Proyecto Arazatí a precio y plazo fijo.
- 4 El vehículo celebra un contrato de financiamiento de largo plazo para obtener los fondos para la contratación de la infraestructura en modalidad Project Finance.

### 7.3 Consideraciones Jurídicas sobre la modelación propuesta del negocio

Se exponen a continuación consideraciones jurídicas sobre el Proyecto Arazatí, relativo a la ejecución de obras de ampliación y mejora en la capacidad de abastecimiento de agua potable al área Metropolitana de Montevideo (“**Proyecto**”), y las opciones legales de estructuración según convocatoria a realizar por Obas Sanitaria del Estado (“**OSE**”).

En ese sentido, el presente tiene por objeto considerar las figuras de: (a) leasing operativo, y (b) concesión de obra pública con sus respectivos impactos legales y fiscales.

Nos basamos en la premisa de que el Proyecto tiene que ser de propiedad privada, pues eso es lo que transmitió el gobierno a efectos de alivianar la carga sobre las cuentas públicas.

#### 7.3.1 Leasing Operativo

En tanto instrumento que permite la adquisición de activos mediante un contrato en el que se establece la opción de compra por parte del arrendatario, se entiende posible la licitación del Proyecto bajo la figura del leasing operativo.

De acuerdo con esta figura, la entidad acreditante será el privado adjudicatario del proceso competitivo respectivo que convoque OSE, y ésta ostentará la calidad de arrendataria de la infraestructura a construir, mantener y financiar por el privado.

Dicho instrumento permite, a su vez, que la operación de la infraestructura esté a cargo de OSE y el privado asuma los costos y riesgos asociados a su mantenimiento rutinario conforme pautas de conservación previamente definidas en el pliego de condiciones. Asimismo, dicho instrumento permite la transferencia de la propiedad de la infraestructura en favor de OSE una vez finalizado el período de arrendamiento respectivo.

Con el fin de evitar que el leasing sea asimilado con una venta a plazo y se genere la totalidad del IVA al momento de firma del contrato respectivo, se sugiere establecer la opción de compra de la infraestructura por parte de OSE por al menos el 75% del valor residual de la infraestructura al finalizar el período de vigencia del arrendamiento (Resolución 256/981 de Dirección General Impositiva). Esto a su vez, permitirá que el adjudicatario contabilice la infraestructura del Proyecto como un activo fijo en su balance y, en consecuencia, ampararse al régimen de beneficios fiscales otorgados por COMAP.

Asimismo, dado que la opción de compra antes referida por el 75% de la infraestructura puede llegar a significar una erogación cuantiosa a cargo de la Administración, se sugiere decretar la depreciación acelerada del activo, de modo que la amortización de la inversión culmine al cabo del plazo del contrato de leasing.

Finalmente, esta estructura le traslada al privado el riesgo de diseño, construcción, mantenimiento rutinario y financiación, lo cual supone trasladar una buena parte del riesgo comercial al privado. Esto, asumimos, es beneficioso a la hora de evaluar la carga del Proyecto sobre las cuentas públicas.

### 7.3.2 Concesión de Obra Pública

Otra opción viable para la estructuración del Proyecto es la concesión de obra pública según las características que se exponen a continuación.

Para lograr que el Proyecto sea “bancable”, se propone un esquema de concesión de obra pública con una estructura de pagos por disponibilidad a partir de la finalización de las obras.

Para lograr una concesión de obra pública sobre una infraestructura de propiedad privada, proponemos el siguiente esquema:

- (a) OSE deberá expropiar el inmueble donde se construirá la infraestructura del caso y deberá otorgar al adjudicatario una concesión de uso sobre dicho inmueble;
- (b) OSE deberá otorgar, como parte de la licitación, una cesión del derecho de superficie sobre las mejoras que se construyan en el inmueble, al amparo del artículo 36 de la Ley de Ordenamiento Territorial. De esta manera, el concesionario adjudicatario será propietario de la infraestructura durante el período de concesión, y luego de ella, la propiedad de las mejoras revierte al patrimonio de OSE.

Como parte de los permisos para el Proyecto, se deberán gestionar y obtener los permisos y concesiones requeridos bajo las disposiciones del Código de Aguas, pero esto es común a la estructura de leasing operativo analizada más arriba.

Si logramos justificar que este esquema califica como “concesión de obra pública”, el Proyecto podrá ampararse en el régimen de beneficios fiscales previsto por el Decreto 45/013. Esto significa que, para otorgar los beneficios fiscales, alcanza con que se los incluya en el Pliego, sin necesidad del dictado de un decreto ad-hoc.

Desde ese punto de vista, la definición de “Obra Pública” contenida en el Pliego Único de Bases y Condiciones Generales para los Contratos de Obra Pública (que fue adoptado por OSE) es suficientemente amplia como para comprender la estructura que aquí se propone: *“Obra Pública: todo trabajo de construcción, modificación, reparación, conservación, mantenimiento o demolición de un bien inmueble sea que integre el dominio público o privado del Estado, realizado por una entidad estatal o por su cuenta, en cumplimiento de sus fines propios o por un particular atendiendo a los mismos fines, independientemente del carácter privado o público de los recursos con que se financia.”*

Podría plantearse la duda de si estamos ante una concesión, pues el Proyecto presupone pagos por disponibilidad del Estado, mientras que la concesión regulada en el decreto-ley 15.637 presupone pagos de tarifas por parte de los usuarios de la infraestructura, eventualmente complementadas con subvenciones del Estado. A nuestro juicio, el esquema de dicho decreto-ley no es taxativo, y un esquema de pagos por disponibilidad es compatible con una concesión de obra pública. No obstante, si la Administración tuviese dudas al respecto, no parece ser inviable plantear que se amplíe el alcance del decreto 45/013, así como se hizo con los contratos CREMAF, para incluir esta contratación.

#### **7.4 Descripción de Supuestos de las Proyecciones Financieras Realizadas**

En la presente sección se detallan los parámetros generales utilizados en el análisis, agrupados por bloque de información. Las principales fuentes de información para la definición de estos fueron los estudios técnicos realizados en el marco del Estudio de Factibilidad y las conversaciones mantenidas con organismos multilaterales de crédito.

##### **7.4.1 Parámetros temporales**

Este bloque de parámetros corresponde a las definiciones temporales del Proyecto, siendo éstas el momento de inicio de su ejecución, y los plazos de construcción y operación de este. La fecha de inicio del Proyecto fue definida para comienzos del año 2023, teniendo en cuenta las etapas que faltan en su evaluación, tales como el proceso de licitación y finalmente el cierre financiero y técnico para el inicio de su ejecución. Estos últimos corresponden a plazos estimados en función de la experiencia reciente en proyectos similares en Uruguay, los cuales dependerán en gran medida de la alternativa de financiamiento elegida para estructurar el fondeo del proyecto.

Debido a la naturaleza de las posibles entidades que podrían utilizarse para vehicular el proyecto, se estima que el plazo máximo para el plazo del contrato/concesión es de 30 años. Dentro de este plazo, la construcción del Proyecto fue definida en 2 años y la operación de la infraestructura comenzará en forma inmediata luego de la finalización de su construcción.

Parámetro	Definición
Año de inicio de Obras	2023
Plazo del Contrato (años)	30
Plazo de Construcción Total (años)	2
Plazo de Operación Total (años)	28

#### 7.4.2 Parámetros Macroeconómicos

El análisis está desarrollado utilizando el Dólar Estadounidense como unidad de cuenta y los parámetros incluidos en el mismo se encuentran en la misma moneda.

A efectos de que el análisis pueda ser comparado correctamente con los escenarios calculados en oportunidad del Estudio de Factibilidad, se mantienen los mismos parámetros macroeconómicos utilizados en dicha ocasión.

#### 7.4.3 Parámetros contables y fiscales

El análisis económico-financiero se han elaborado teniendo en consideración que el proyecto tendrá acceso a beneficios fiscales mediante la aplicación al régimen de COMAP de promoción de inversiones.

En caso de que el proyecto sea llevado a cabo bajo una estructura de contrato de concesión, será necesaria la aplicación del artículo 1 del Decreto N°45/2013, que estipula que en caso de que el proyecto sea llevado a cabo en el marco de Concesiones de Obra Pública y Contratos de Participación Público-Privada los beneficios fiscales podrán ser otorgados por el Poder Ejecutivo **siempre y cuando los mismos hayan estado previstos en el pliego de condiciones de la licitación correspondiente.**

En caso de que el proyecto sea llevado a cabo bajo una estructura de Leasing Operativo, será necesaria la presentación de una matriz de indicadores de acuerdo con lo establecido en el Decreto N°268/2020.

Los posibles indicadores a los que el proyecto podrá aplicar son generación de empleo; descentralización; tecnologías limpias; investigación, desarrollo e innovación; y el indicador sectorial.

El Proyecto necesita obtener al menos 1 punto mediante la suma de los indicadores ponderados, excluido el de descentralización.

Para ello, se entiende que el Proyecto debe justificar la elegibilidad de la infraestructura dentro de los criterios de “otras inversiones potencialmente computables” dentro del Anexo I sobre tecnologías limpias, dentro de las cuales se incluye el ahorro y reciclaje interno de agua (incluyendo aprovechamiento de pluviales).

**Es importante que el pliego de condiciones sea explícito respecto a que el objeto de la licitación permite sumar puntos en el indicador de tecnologías más limpias a efectos de evitar cualquier duda sobre la capacidad del proyecto de acceder a la suma de puntos en la matriz de indicadores y en consecuencia a los beneficios fiscales.**

La aplicación de los beneficios fiscales utilizados en el análisis económico y financiero se realizó de acuerdo con lo que se expone a continuación.

#### **Impuesto al Patrimonio (IP)**

El supuesto corresponde a la exoneración de IP a la inversión en las obras y al activo fijo destinados al proyecto por hasta 10 años. Debido a la baja materialidad de dicho de este impuesto, su modelización no fue incluida en el Análisis.

#### **Impuesto al Valor Agregado (IVA)**

El Análisis contempla, para todas las alternativas, la exoneración de IVA a la importación de equipos, máquinas y materiales destinados a integrar el costo de la inversión, siempre que no sean declarados competitivos de la industria nacional, así como de las garantías y seguros durante la etapa de construcción. Se contempla un crédito por el IVA incluido en las adquisiciones de equipos, máquinas, materiales y servicios destinados a integrar el costo de la inversión.

#### **Tasas, tributos y recargos de Importación**

Se contempla la exoneración de toda tasa, tributo y recargo a las importaciones de equipos, máquinas y materiales destinados a integrar el costo de la inversión promovida siempre que sean declarados no competitivos con la industria nacional.

#### **Impuesto a la Renta (IRAE)**

El análisis se ha elaborado tomando en cuenta una tasa de impuesto del 25% sin reducciones. Esto corresponde a un criterio conservador, ya que el vehículo podría estar exento de pagar hasta el 90% del impuesto a la renta generado, con un tope tanto en plazo como en cuantía dependiendo del puntaje adquirido en la matriz de indicadores correspondiente. Dado que el plazo de la exoneración sería incierto se tomó un criterio conservador en este aspecto, pero se debe tener en cuenta que, a mayor exoneración fiscal, menor será la cuota por arrendamiento que OSE deberá pagar.

Dichas exoneraciones fiscales deberán ser tenidas en cuenta al momento de la elaboración del pliego.

**7.4.4 Costos de inversión**

En esta oportunidad, los costos de inversión han sido estimados en USD 210 millones, correspondientes a las obras a realizar para el desarrollo del Proyecto, los cuales se consideran en moneda de origen. De acuerdo a los intercambios con la Administración, en los cuales se solicita esta actualización, se ha incluido en el análisis un escenario de sensibilidad considerando un costo de inversión de USD 220,5 (costo inicial mayorado en 5%), con el objetivo de evaluar el posible impacto de un aumento en dicha variable.

**7.4.5 Costos Pre-Operativos**

Durante la Fase de Construcción, además de los costos de construcción precedentes, se estima que el proyecto incurrirá en costos de desarrollo y diseño de la solución técnica, permisos, estudios, licencias, honorarios profesionales y demás costos de estructuración y cierre financiero del Proyecto, los cuales surgen de estimaciones propias en función de las condiciones de mercado vigentes.

Se asume que los costos preoperativos serán mayores en aquellas alternativas que requieran un alto grado de estructuración. De esta manera se estiman costos preoperativos de USD 3 millones.

**7.4.6 Costos de operación y mantenimiento**

Aquí se detallan los costos anuales de mantenimiento del Proyecto, a precios de 2021, los cuales serán de cargo del vehículo jurídico que se encuentre vehiculizando el proyecto.

Parámetro	Definición
	Monto Anual Promedio (Millones USD)
Mantenimiento de Obras Civiles	0,4
Mantenimiento de Equipos Electromecánicos	0,8
Mantenimiento de Aductora	0,6
Otros Costos de Mantenimiento	0,3
<b>Total</b>	<b>2,1</b>

Adicionalmente, se incluyen costos administrativos necesarios para el gerenciamiento del vehículo de USD 200 mil anuales.

Adicionalmente, se detallan a continuación los costos anuales de operación de la infraestructura, a precios de 2021, los cuales quedarían a cargo de OSE.

Parámetro	Definición
	Monto Anual Promedio (Millones USD)
Energía	4,8
Productos Químicos	3,7
Disposición de Lodos	0,3
Personal	1,2
<b>Total</b>	<b>10,0</b>

7.4.7 Ingresos

Los ingresos del proyecto se originarán en el cobro de una cuota fija a pagar por OSE como contraprestación de los servicios prestados en el marco del contrato.

7.4.8 Financiamiento

Como parte del Estudio de Factibilidad presentado se acudió a instituciones multilaterales de crédito con el objetivo de obtener términos indicativos que ilustraran las condiciones indicativas con los que estarían dispuestos a financiar el proyecto.

A efectos del presente análisis se mantienen dichos términos y se ajusta la tasa de interés base utilizada con el fin de reflejar las condiciones mercado al 17 de agosto de 2022.

7.4.9 Resultados del análisis económico financiero

A continuación, se presenta un detalle de los resultados obtenidos, las cifras presentadas en el análisis corresponden a la mediana de los valores resultantes del flujo de fondos a efectos comparativos.

Usos de Fondos		Inversión USD 210 Millones	Inversión USD 220,5 Millones (Sensibilidad)
Inversión en Infraestructura	USD'000	210.000	220.500
Costos Preoperativos	USD'000	3.000	3.000
Costos Financieros	USD'000	16.724	17.548
Impuesto al Valor Agregado (IVA)	USD'000	-	-
Cuenta de Reserva del Servicio de Deuda	USD'000	7.166	7.515
<b>Total</b>	<b>USD'000</b>	<b>236.890</b>	<b>248.563</b>
<b>Fuentes de Fondos</b>			
Deuda Financiera	USD'000	189.512	198.850
Aportes de Capital	USD'000	47.378	49.713
<b>Total</b>	<b>USD'000</b>	<b>236.890</b>	<b>248.563</b>
<b>Apalancamiento</b>			
Deuda	USD'000	80%	80%
Fondos Propios	USD'000	20%	20%
<b>Total</b>	<b>USD'000</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>Supuestos Clave</b>			
<b>Inversión</b>			
Infraestructura	USD'000	210.000	220.500
Preoperativos	USD'000	3.000	3.000
<b>Costos Operativos</b>			
Operación	USD'000	9.918	9.918
Mantenimiento	USD'000	2.331	2.331
Operación a Cargo de OSE	Ilave	NO	NO
<b>Gastos Administrativos</b>			
Gastos Administrativos (Precios 2021)	USD'000	200	200
<b>Parámetros</b>			
<b>Pago por la Infraestructura</b>			
Cuota Anual Requerida*	USD'000	27.887	29.090
<b>Costo Anual Estado</b>			
Cuota Anual Requerida*	USD'000	27.887	29.090
Costo Operativo Incremental*	USD'000	2.065	2.065
Eventual Flujo Residual para Nuevas Obras o Repago de Financiamiento de Aporte de Capital*	USD'000	0	0
<b>Costo Anual Promedio para OSE en Operación</b>	<b>USD'000</b>	<b>29.952</b>	<b>31.156</b>
IVA sobre Cuota y Costos Operativos*	USD'000	6.590	6.854
<b>Costo Anual (IVA Incluido)</b>	<b>USD'000</b>	<b>36.542</b>	<b>38.010</b>

\* Se calculan como la mediana sobre montos a lo largo de los 25 años de repago de la Deuda a efectos comparativos.

**Tabla 7-1: Resultados del análisis económico financiero**

A efectos de la evaluación por parte de OSE del impacto de esta alternativa, se incluye el siguiente cuadro que ilustra los resultados sobre una base de precios constantes, eliminando los ajustes por inflación utilizados en el análisis de este estudio.

<b>Parámetros (a precios constantes)</b>			
<b>Pago por la Infraestructura</b>			
Cuota Anual Requerida	USD'000	26.120	27.290
<b>Costo Anual Estado</b>			
Cuota Anual Requerida	USD'000	26.120	27.290
Costo Operativo Incremental	USD'000	1.502	1.502
Eventual Flujo Residual para Nuevas Obras o Repago de Financiamiento de Aporte de Capital	USD'000	0	0
<b>Costo Anual Promedio para OSE en Operación</b>	<b>USD'000</b>	<b>27.622</b>	<b>28.792</b>
IVA sobre Cuota y Costos Operativos	USD'000	6.077	6.334
<b>Costo Anual (IVA Incluido)</b>	<b>USD'000</b>	<b>33.698</b>	<b>35.126</b>

**Tabla 7-2: Resultado sobre base a precios constantes**

## 7.5 Flujos de Caja proyectados

### FLUJO DE CAJA SOE (Inversión USD 210 Millones)

Millones de USD	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total
Ingresos por Cobro de Cuota	-	-	21,9	22,4	22,9	23,4	23,9	24,4	25,0	25,5	26,1	26,7	27,3	27,9	28,5	29,1	29,8	30,5	31,2	31,8	32,6	33,3	34,0	34,8	35,6	36,4	37,2	38,0	38,9	39,7	838,5	
Inversión (CAPEX)	(90,1)	(119,9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(210,0)
Costos Operativos (OPEX)	-	-	(2,5)	(2,6)	(2,6)	(2,7)	(2,7)	(2,8)	(2,9)	(2,9)	(3,0)	(3,1)	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(3,7)	(3,7)	(3,8)	(3,9)	(4,0)	(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)	(4,6)	(96,4)	
Costos pre-operativos	(1,5)	(1,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3,0)	
IVA Ventas	-	-	4,8	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,7	184,5	
IVA Compras	-	-	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(1,0)	(1,0)	(1,0)	(21,2)	
IVA Pagado	-	-	(4,3)	(4,4)	(4,4)	(4,5)	(4,7)	(4,8)	(4,9)	(5,0)	(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,6)	(5,7)	(5,8)	(5,9)	(6,1)	(6,2)	(6,3)	(6,5)	(6,6)	(6,8)	(6,9)	(7,1)	(7,2)	(7,4)	(7,6)	(7,7)	(163,3)	
Impuesto a la Renta pagado	-	-	-	-	(0,1)	(0,3)	(0,4)	(0,6)	(0,8)	(1,0)	(1,2)	(1,4)	(1,7)	(1,9)	(2,2)	(2,5)	(2,8)	(3,1)	(3,4)	(3,8)	(4,1)	(4,5)	(5,0)	(5,4)	(5,9)	(6,2)	(6,4)	(6,6)	(6,8)	(6,9)	(84,9)	
<b>Flujo de Caja de Operaciones</b>	<b>(91,6)</b>	<b>(121,4)</b>	<b>19,3</b>	<b>19,8</b>	<b>20,1</b>	<b>20,4</b>	<b>20,7</b>	<b>21,0</b>	<b>21,3</b>	<b>21,6</b>	<b>21,9</b>	<b>22,2</b>	<b>22,5</b>	<b>22,8</b>	<b>23,0</b>	<b>23,3</b>	<b>23,6</b>	<b>23,9</b>	<b>24,2</b>	<b>24,4</b>	<b>24,7</b>	<b>24,9</b>	<b>25,2</b>	<b>25,4</b>	<b>25,6</b>	<b>26,0</b>	<b>26,5</b>	<b>27,1</b>	<b>27,6</b>	<b>28,2</b>	<b>444,3</b>	
Desembolsos Deuda Senior	79,1	110,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Transferencias (a)/desde DSRA	-	(7,2)	(0,2)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	0,1	9,3	-	-	-	-	-	-	
Aportes de Capital	19,8	27,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,4
<b>Flujo de Caja para Deuda Principal</b>	<b>7,3</b>	<b>9,5</b>	<b>19,2</b>	<b>19,7</b>	<b>20,0</b>	<b>20,3</b>	<b>20,6</b>	<b>20,9</b>	<b>21,2</b>	<b>21,5</b>	<b>21,8</b>	<b>22,1</b>	<b>22,4</b>	<b>22,7</b>	<b>22,9</b>	<b>23,2</b>	<b>23,5</b>	<b>23,8</b>	<b>24,1</b>	<b>24,3</b>	<b>24,6</b>	<b>24,8</b>	<b>25,1</b>	<b>25,5</b>	<b>35,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,5</b>	<b>27,1</b>	<b>27,6</b>	<b>28,2</b>	<b>681,1</b>	
Ints. y Fees de Deuda Senior	(7,3)	(9,5)	(12,7)	(12,6)	(12,4)	(12,2)	(12,0)	(11,8)	(11,5)	(11,2)	(10,9)	(10,5)	(10,1)	(9,6)	(9,1)	(8,5)	(7,9)	(7,3)	(6,5)	(5,7)	(4,9)	(3,9)	(2,9)	(1,8)	(0,6)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(213,4)	
Repago Capital Deuda Senior	-	-	(1,6)	(2,1)	(2,5)	(2,9)	(3,3)	(3,8)	(4,3)	(4,8)	(5,3)	(5,9)	(6,6)	(7,2)	(8,0)	(8,7)	(9,6)	(10,4)	(11,4)	(12,4)	(13,4)	(14,5)	(15,7)	(17,0)	(18,0)	-	-	-	-	-	-	(189,5)
<b>Flujo de Caja</b>	<b>(0,0)</b>	<b>0,0</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>	<b>5,1</b>	<b>5,2</b>	<b>5,3</b>	<b>5,3</b>	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	<b>5,7</b>	<b>5,8</b>	<b>5,9</b>	<b>5,9</b>	<b>6,0</b>	<b>6,1</b>	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	<b>6,3</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,7</b>	<b>16,3</b>	<b>26,0</b>	<b>26,5</b>	<b>27,1</b>	<b>27,6</b>	<b>28,2</b>	<b>278,2</b>	

### FLUJO DE CAJA OSE (Inversión USD 210 Millones)

Millones de USD	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total
Pago de Cuota	-	-	(21,9)	(22,4)	(22,9)	(23,4)	(23,9)	(24,4)	(25,0)	(25,5)	(26,1)	(26,7)	(27,3)	(27,9)	(28,5)	(29,1)	(29,8)	(30,5)	(31,2)	(31,8)	(32,6)	(33,3)	(34,0)	(34,8)	(35,6)	(36,4)	(37,2)	(38,0)	(38,9)	(39,7)	(838,5)	
Costos Operativos (Operación)	-	-	(1,6)	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,8)	(1,8)	(1,8)	(1,9)	(1,9)	(2,0)	(2,0)	(2,1)	(2,1)	(2,2)	(2,2)	(2,3)	(2,3)	(2,4)	(2,4)	(2,5)	(2,5)	(2,6)	(2,6)	(2,7)	(2,8)	(2,8)	(2,9)	(2,9)	(62,1)	
IVA Compras	-	-	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)	(5,6)	(5,8)	(5,9)	(6,0)	(6,2)	(6,3)	(6,4)	(6,6)	(6,7)	(6,9)	(7,0)	(7,2)	(7,4)	(7,5)	(7,7)	(7,9)	(8,0)	(8,2)	(8,4)	(8,6)	(8,8)	(9,0)	(9,2)	(9,4)	(198,1)	
<b>Flujo de Caja de Operaciones</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>(28,6)</b>	<b>(29,3)</b>	<b>(29,9)</b>	<b>(30,6)</b>	<b>(31,3)</b>	<b>(32,0)</b>	<b>(32,7)</b>	<b>(33,4)</b>	<b>(34,2)</b>	<b>(35,0)</b>	<b>(35,7)</b>	<b>(36,5)</b>	<b>(37,4)</b>	<b>(38,2)</b>	<b>(39,1)</b>	<b>(39,9)</b>	<b>(40,8)</b>	<b>(41,7)</b>	<b>(42,7)</b>	<b>(43,6)</b>	<b>(44,6)</b>	<b>(45,6)</b>	<b>(46,6)</b>	<b>(47,7)</b>	<b>(48,7)</b>	<b>(49,8)</b>	<b>(50,9)</b>	<b>(52,1)</b>	<b>(1.098,7)</b>	

### FLUJO DE CAJA SOE (Inversión USD 220,5 Millones)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total
Millones de USD																															
Ingresos por Cobro de Cuota	-	-	22,8	23,3	23,8	24,4	24,9	25,5	26,0	26,6	27,2	27,8	28,5	29,1	29,7	30,4	31,1	31,8	32,5	33,2	34,0	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,8	39,7	40,5	41,5	874,7
Inversión (CAPEX)	(94,6)	(125,9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(220,5)
Costos Operativos (OPEX)	-	-	(2,5)	(2,6)	(2,6)	(2,7)	(2,7)	(2,8)	(2,9)	(2,9)	(3,0)	(3,1)	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(3,7)	(3,7)	(3,8)	(3,9)	(4,0)	(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)	(4,6)	(96,4)
Costos pre-operativos	(1,5)	(1,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3,0)
IVA Ventas	-	-	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,3	6,4	6,5	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	192,4
IVA Compras	-	-	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,7)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,8)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(1,0)	(1,0)	(21,2)
IVA Pagado	-	-	(4,5)	(4,6)	(4,7)	(4,8)	(4,9)	(5,0)	(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,6)	(5,7)	(5,8)	(6,0)	(6,1)	(6,2)	(6,4)	(6,5)	(6,6)	(6,8)	(6,9)	(7,1)	(7,3)	(7,4)	(7,6)	(7,8)	(7,9)	(8,1)	(171,2)
Impuesto a la Renta pagado	-	-	-	(0,1)	(0,3)	(0,4)	(0,6)	(0,8)	(1,0)	(1,3)	(1,5)	(1,7)	(2,0)	(2,3)	(2,6)	(2,9)	(3,2)	(3,6)	(3,9)	(4,3)	(4,8)	(5,2)	(5,7)	(6,1)	(6,5)	(6,7)	(6,9)	(7,1)	(7,3)	(88,9)	
<b>Flujo de Caja de Operaciones</b>	<b>(96,1)</b>	<b>(127,4)</b>	<b>20,3</b>	<b>20,7</b>	<b>21,1</b>	<b>21,4</b>	<b>21,7</b>	<b>22,0</b>	<b>22,3</b>	<b>22,7</b>	<b>23,0</b>	<b>23,3</b>	<b>23,6</b>	<b>23,9</b>	<b>24,2</b>	<b>24,5</b>	<b>24,8</b>	<b>25,1</b>	<b>25,3</b>	<b>25,6</b>	<b>25,9</b>	<b>26,1</b>	<b>26,4</b>	<b>26,6</b>	<b>26,9</b>	<b>27,3</b>	<b>27,8</b>	<b>28,4</b>	<b>29,0</b>	<b>29,6</b>	<b>465,9</b>
Desembolsos Deuda Senior	83,0	115,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198,9
Transferencias (a)/desde DSRA	-	(7,5)	(0,2)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,0)	9,9	-	-	-	-	0,0	
Aportes de Capital	20,8	29,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,7
<b>Flujo de Caja para Deuda Principal</b>	<b>7,6</b>	<b>9,9</b>	<b>20,1</b>	<b>20,6</b>	<b>21,0</b>	<b>21,3</b>	<b>21,6</b>	<b>21,9</b>	<b>22,2</b>	<b>22,5</b>	<b>22,8</b>	<b>23,2</b>	<b>23,5</b>	<b>23,8</b>	<b>24,1</b>	<b>24,4</b>	<b>24,7</b>	<b>24,9</b>	<b>25,2</b>	<b>25,5</b>	<b>25,8</b>	<b>26,1</b>	<b>26,3</b>	<b>26,6</b>	<b>36,8</b>	<b>27,3</b>	<b>27,8</b>	<b>28,4</b>	<b>29,0</b>	<b>29,6</b>	<b>714,5</b>
Ints. y Fees de Deuda Senior	(7,6)	(9,9)	(13,3)	(13,2)	(13,0)	(12,8)	(12,6)	(12,4)	(12,1)	(11,8)	(11,4)	(11,0)	(10,6)	(10,1)	(9,6)	(8,3)	(7,6)	(6,9)	(6,0)	(5,1)	(4,1)	(3,1)	(1,9)	(0,7)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(224,0)
Repago Capital Deuda Senior	-	-	(1,7)	(2,2)	(2,6)	(3,0)	(3,5)	(4,0)	(4,5)	(5,0)	(5,6)	(6,2)	(6,9)	(7,6)	(8,4)	(9,2)	(10,0)	(10,9)	(11,9)	(13,0)	(14,1)	(15,2)	(16,5)	(17,8)	(19,1)	-	-	-	-	-	(198,9)
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>5,1</b>	<b>5,2</b>	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>	<b>5,6</b>	<b>5,7</b>	<b>5,8</b>	<b>5,8</b>	<b>5,9</b>	<b>6,0</b>	<b>6,1</b>	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	<b>6,3</b>	<b>6,4</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>	<b>6,7</b>	<b>6,8</b>	<b>6,9</b>	<b>17,0</b>	<b>27,3</b>	<b>27,8</b>	<b>28,4</b>	<b>29,0</b>	<b>29,6</b>	<b>291,6</b>

### FLUJO DE CAJA OSE (Inversión USD 220,5 Millones)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total
Millones de USD																															
Pago de Cuota	-	-	(22,8)	(23,3)	(23,8)	(24,4)	(24,9)	(25,5)	(26,0)	(26,6)	(27,2)	(27,8)	(28,5)	(29,1)	(29,7)	(30,4)	(31,1)	(31,8)	(32,5)	(33,2)	(34,0)	(34,7)	(35,5)	(36,3)	(37,1)	(37,9)	(38,8)	(39,7)	(40,5)	(41,5)	(874,7)
Costos Operativos (Operación)	-	-	(1,6)	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,8)	(1,8)	(1,8)	(1,9)	(1,9)	(2,0)	(2,0)	(2,1)	(2,1)	(2,2)	(2,2)	(2,3)	(2,3)	(2,4)	(2,4)	(2,5)	(2,5)	(2,6)	(2,6)	(2,7)	(2,8)	(2,8)	(2,9)	(2,9)	(62,1)
IVA Compras	-	-	(5,4)	(5,5)	(5,6)	(5,7)	(5,9)	(6,0)	(6,1)	(6,3)	(6,4)	(6,6)	(6,7)	(6,9)	(7,0)	(7,2)	(7,3)	(7,5)	(7,7)	(7,8)	(8,0)	(8,2)	(8,4)	(8,6)	(8,7)	(8,9)	(9,1)	(9,3)	(9,6)	(9,8)	(206,1)
<b>Flujo de Caja de Operaciones</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>(29,8)</b>	<b>(30,5)</b>	<b>(31,1)</b>	<b>(31,8)</b>	<b>(32,6)</b>	<b>(33,3)</b>	<b>(34,0)</b>	<b>(34,8)</b>	<b>(35,6)</b>	<b>(36,4)</b>	<b>(37,2)</b>	<b>(38,0)</b>	<b>(38,9)</b>	<b>(39,7)</b>	<b>(40,6)</b>	<b>(41,5)</b>	<b>(42,5)</b>	<b>(43,4)</b>	<b>(44,4)</b>	<b>(45,4)</b>	<b>(46,4)</b>	<b>(47,4)</b>	<b>(48,5)</b>	<b>(49,6)</b>	<b>(50,7)</b>	<b>(51,8)</b>	<b>(53,0)</b>	<b>(54,2)</b>	<b>(1.142,9)</b>

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1 – DISEÑOS GRÁFICOS

Este anexo, que se entrega en soporte digital, contiene el conjunto de planos del Anteproyecto según el siguiente listado:

Código	Sitio	Descripción
G001	General	Plano general del proyecto
G002	General	Plano general sector obra de toma y potabilización
G111	EBAB	Plano de expropiaciones/servidumbres
G302	PTAP	Plano de expropiaciones
D301	General	Detalle Tipo: Barandas Metálicas
D302	General	Detalle Tipo: Escaleras Metálicas (I)
D303	General	Detalle Tipo: Escaleras Metálicas (II)
D304	General	Detalle Tipo: Escaleras Metálicas (III)
D305	General	Detalle Tipo: Tapas Metálicas (I)
D306	General	Detalle Tipo: Tapas Metálicas (II)
D307	General	Detalle Tipo: Vertederos Metálicos
H101	Obra de toma	Obra de toma en RDLP, Planta y Perfil
H102	Obra de toma	Detalles OT,
H103	Obra de toma	Detalles OT,
H111	EBAB	Implantación, planta general
H112	EBAB	Planta Nivel -7.58/-5.78
H113	EBAB	EBAB Corte AA
H114	EBAB	EBAB Cortes: BB y CC
H115	EBAB	Sala Generación Dióxido de Cloro
A111	EBAB	Planta nivel +6.30
A112	EBAB	Planta nivel +0.85
A113	EBAB	Planta techos
A114	EBAB	Cortes
A115	EBAB	Fachadas
A116	EBAB	Fachadas
L111	EBAB	Diagrama Unifilar MT-BT
L112	EBAB	Distribución de equipos y canalizaciones principales
L113	EBAB	Vista general, Cable que va desde el PC de UTE, a la EBAB
V101	EBAB	Caminería de acceso a EBAB
H151	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 0 a 1400m.
H152	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 1400 a 2700m.
H153	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 2700 a 4100m.
H154	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 4100 a 5500m.
H155	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 5500 a 6850m.
H156	Impulsión EBAB-PP	Planta y Perfil. PK: 6850 a 7828m.

Código	Sitio	Descripción
H157	Impulsión EBAB-PP	Perfil Corto, PK: 0 a 7828m.
H161	Impulsión EBAB-PP	Cámaras para válvula de cierre tubería HD Ø1400
H162	Impulsión EBAB-PP	Cámaras para válvulas de desagüe tubería HDØ1400
H163	Impulsión EBAB-PP	Cámaras para válvulas de aire tubería HDØ1400
H201	Polder	Reserva de agua 4.0 hm <sup>3</sup>
H202	Polder	Tubería de conducción PTAP a Polder (alimentación PTAP)
H203	Polder	Tubería de conducción PTAP a Polder (reposición)
H301	PTAP	Planta de Ubicación
H302	PTAP	Planta General nivel inferior
H303	PTAP	Planta General nivel intermedio
H304	PTAP	Planta General nivel superior
H305	PTAP	Red General de desgües
H306	PTAP	Desagües pluviales: Planta General
H307	PTAP	Red General de agua potable, incendio y agua de servicio
H311	PTAP	Perfil hidráulico
H312	PTAP	Esquema funcional - Obra de toma
H313	PTAP	Esquema funcional - Planta
H314	PTAP	Esquema funcional - Tratamiento de lodos
H315	PTAP	Esquema funcional - Productos químicos
H316	PTAP	Esquema funcional - Generación de ozono
H321	PTAP	Estructura de entrada y Estación de recalque: planta nivel inferior
H322	PTAP	Estructura de entrada y Estación de recalque: planta nivel intermedio
H323	PTAP	Estructura de entrada y Estación de recalque: planta nivel superior
H324	PTAP	Floculadores 1 y Sedimentadores 1: planta nivel inferior
H325	PTAP	Floculadores 1 y Sedimentadores 1: planta nivel intermedio
H326	PTAP	Floculadores 1 y Sedimentadores 1: planta nivel superior
H327	PTAP	Interozonización 1 y Biofiltros 1: planta nivel inferior
H328	PTAP	Interozonización 1 y Biofiltros 1: planta nivel intermedio
H329	PTAP	Interozonización 1 y Biofiltros 1: planta nivel superior
H330	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación ozono: planta nivel inferior
H331	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación ozono: planta nivel intermedio
H332	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación ozono: planta nivel superior
H333	PTAP	Depósitos de agua filtrada, Sistema de cloración: planta nivel inferior
H334	PTAP	Depósitos de agua filtrada, Sistema de cloración: planta nivel intermedio
H335	PTAP	Depósitos de agua filtrada, Sistema de cloración: planta

Código	Sitio	Descripción
		nivel superior
H336	PTAP	Estación de bombeo de agua tratada y Pozo bombeo recirculación de desagües: planta nivel +11.30
H337	PTAP	Estación de bombeo de agua tratada y Pozo bombeo recirculación de desagües: planta nivel inferior
H338	PTAP	Estación de bombeo de agua tratada y Pozo bombeo recirculación de desagües: planta nivel intermedio
H339	PTAP	Estación de bombeo de agua tratada y Pozo bombeo recirculación de desagües: planta nivel superior
H340	PTAP	Casa química, DAF y Tratamiento de lodos: planta nivel inferior
H341	PTAP	Casa química, DAF y Tratamiento de lodos: planta nivel intermedio
H342	PTAP	Casa química, DAF y Tratamiento de lodos: planta nivel superior
H343	PTAP	Puesto de control y medida UTE y Puesto de control de acceso: plantas
H344	PTAP	Subestación eléctrica y CDP y Edificio cental: plantas
H351	PTAP	Corte 1-1
H352	PTAP	Corte 2-2
H353	PTAP	Corte 3-3 y Corte 4-4
H354	PTAP	Corte 5-5 (I)
H355	PTAP	Corte 5-5 (II)
H356	PTAP	Corte 6-6
H357	PTAP	Corte 7-7
H358	PTAP	Corte 8-8
H359	PTAP	Corte 9-9
H360	PTAP	Corte 10-10
H361	PTAP	Corte 11-11
H362	PTAP	Corte 12-12
H363	PTAP	Corte 13-13 (I)
H364	PTAP	Corte 13-13 (II)
H365	PTAP	Corte 14-14 y Corte 15-15
H366	PTAP	Corte 16-16
H367	PTAP	Corte 17-17, Corte 18-18, Corte 19-19 y Corte 20-20
H368	PTAP	Corte 21-21, Corte 22-22, Corte 23-23, Corte 24-24 y Corte 25-25
H369	PTAP	Corte 26-26
H370	PTAP	Corte 27-27
H371	PTAP	Corte 28-28, Corte 29-29, Corte 30-30 y Corte 31-31
H372	PTAP	Corte 32-32, Corte 33-33, Corte 34-34 y Corte 35-35
H373	PTAP	Corte 36-36, Corte 37-37, Corte 38-38, Corte 39-39 y Corte 40-40
H381	PTAP	Referencias

Código	Sitio	Descripción
H391	PTAP	Polipastos y puentes grúa
A301	PTAP	Edificio comando biofiltros 1: plantas
A302	PTAP	Edificio comando biofiltros 1: cortes
A303	PTAP	Edificio comando biofiltros 1: fachadas
A304	PTAP	Edificio comando biofiltros 2: plantas
A305	PTAP	Edificio comando biofiltros 2: cortes
A306	PTAP	Edificio comando biofiltros 2: fachadas
A307	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación de ozono: plantas
A308	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación de ozono: cortes
A309	PTAP	Edificio de bombas, soplantes, tableros y generación de ozono: fachadas
A310	PTAP	Depósito de agua filtrada sistema de cloración: plantas
A311	PTAP	Depósito de agua filtrada sistema de cloración: cortes y fachadas
A312	PTAP	Estación elevatoria de agua filtrada: planta niveles azotea y superior
A313	PTAP	Estación elevatoria de agua filtrada: planta niveles intermedio e inferior
A314	PTAP	Estación elevatoria de agua filtrada: cortes y fachadas
A315	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: plantas nivel azotea y nivel superior
A316	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: plantas nivel intermedio y nivel inferior
A317	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: cortes (I)
A318	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: cortes (II)
A319	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: fachadas (I)
A320	PTAP	Casa química y tratamiento de lodos: fachadas (II)
A321	PTAP	Edificio silos soda cáustica
A322	PTAP	Puesto de control y medida UTE y puesto de control de acceso
A323	PTAP	Edificio central: plantas
A324	PTAP	Edificio central: cortes y fachadas
A325	PTAP	Subestación eléctrica y cdp
A326	PTAP	Estación de recalque: plantas
A327	PTAP	Estación de recalque: cortes y fachadas
A328	PTAP	Planilla de aberturas
L301	PTAP	Diagrama unifilar de MT
L302	PTAP	Diagrama unifilar de BT, T0
L303	PTAP	Diagrama unifilar de BT, T1
L304	PTAP	Diagrama Unifilar T2
L305	PTAP	Diagrama unifilar de BT, T3a

Código	Sitio	Descripción
L306	PTAP	Diagrama unifilar de BT, T3b
L307	PTAP	Diagrama Unifilar T4
L308	PTAP	Distribución de equipos y canalizaciones principales
L309	PTAP	Distribución de edificios
H401	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 0 a 1400m
H402	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 1400 a 2800m
H403	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 2800 a 4200m
H404	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 4200 a 5600m
H405	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 5600 a 7000m
H406	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 7000 a 8400m
H407	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 8400 a 9800m
H408	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 9800 a 11200m
H409	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 11200 a 12600m
H410	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 12600 a 14000m
H411	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 14000 a 15400m
H412	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 15400 a 16800m
H413	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 16800 a 18200m
H414	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 18200 a 19600m
H415	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 19600 a 21000m
H416	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 21000 a 22400m
H417	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 22400 a 23800m
H418	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 23800 a 25200m
H419	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 25200 a 26600m
H420	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 26600 a 28000m
H421	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 28000 a 29400m

Código	Sitio	Descripción
H422	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 29400 a 30800m
H423	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 30800 a 32200m
H424	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 32200 a 33600m
H425	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 33600 a 35000m
H426	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 35000 a 36400m
H427	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 36400 a 37800m
H428	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 37800 a 39200m
H429	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 39200 a 40600m
H430	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 40600 a 42000m
H431	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 42000 a 43400m
H432	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 43400 a 44800m
H433	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 44800 a 46200m
H434	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 46200 a 47600m
H435	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 47600 a 49000m
H436	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 49000 a 49420m
H437	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 49420 a 50820m
H438	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 50820 a 52220m
H439	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 52220 a 53620m
H440	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 53620 a 55020m
H441	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 55020 a 56420m
H442	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 56420 a 57820m
H443	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 57820 a 59220m
H444	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 59220 a 60620m

Código	Sitio	Descripción
H445	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 60620 a 62020m
H446	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 62020 a 63420m
H447	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 63420 a 64820m
H448	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 64820 a 66220m
H449	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 66220 a 67620m
H450	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 67620 a 69020m
H451	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 69020 a 70420m
H452	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 70420 a 71820m
H453	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Planta y Perfil. PK: 71820 a 72+613m
H454	Impulsión EBAT a Rec. Melilla	Perfil Corto. PK: 0 a 72+613m
H461	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 0 a 1400m
H462	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 1400 a 2800m
H463	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 2800 a 4200m
H464	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 4200 a 5600m
H465	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 5600 a 7000m
H466	Troncal a Cuchilla Pereira	Planta y Perfil. PK: 7000 a 7645m
H471	Tub. Aductora Agua Potable	Detalle cruce Ruta 1
H472	Tub. Aductora Agua Potable	Detalle cruce Río Santa Lucía
H473	Tub. Aductora Agua Potable	Detalle cruce Ruta 5
H481	Tub. Aductora Agua Potable	Cámaras para válvula de aire tubería HD Ø1200
H482	Tub. Aductora Agua Potable	Cámaras para válvula desagüe tubería HD Ø1200
H483	Tub. Aductora Agua Potable	Cámaras para válvula de cierre tubería HD Ø1200
H490	Tub. Aductora Agua Potable	Interconexión en recalque Melilla y Cuchilla Pereira

Código	Sitio	Descripción
H491	Tub. Aductora Agua Potable	Interconexión con Troncal al Cerro y Derivación al Cerrito - Recalque Melilla
H492	Tub. Aductora Agua Potable	Plano tipo TU - múltiple de conexión - planta
H493	Tub. Aductora Agua Potable	Plano tipo TU - múltiple de conexión - cortes
H494	Tub. Aductora Agua Potable	Plano tipo TU
L401	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Diagrama unifilar y vista esquemática de tableros
L402	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Diagrama unifilar y vista esquemática de tableros
L403	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Esquema de Canalizaciones y ubicación de equipos en campo
L404	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Ampliación subestación eléctrica Melilla
L405	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Ampliación subestación eléctrica Melilla
L406	Tub. Aductora Agua Potable	Ampliación Melilla - Ampliación subestación eléctrica Melilla
H501	Disposición final de lodos en monorrelleno	Padrones preseleccionados
H502	Disposición final de lodos en monorrelleno	Monorrelleno Planta General
H503	Disposición final de lodos en monorrelleno	Monorrelleno, Planta, Corte y Detalles
A501	Disposición final de lodos en monorrelleno	Edificio central y edificio control de acceso
A502	Disposición final de lodos en monorrelleno	Edificio cochera y depósito lodo deshidratado: plantas
A503	Disposición final de lodos en monorrelleno	Edificio cochera y depósito lodo deshidratado: cortes y fachadas
A504	Disposición final de lodos en monorrelleno	Planilla de aberturas

## 8.2 ANEXO 2 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS PRINCIPALES

Se presentan las especificaciones técnicas particulares que deben cumplir los suministros principales a utilizar en la obra. Los materiales o equipos que no están explícitamente especificadas no deberán contradecir los requerimientos definidos en las Especificaciones Técnicas Generales (ETG), las memorias generales de OSE y la normativa nacional aplicable.

## A. TUBERÍAS PARA CONDUCCIONES PRINCIPALES

### A.1. Alcance

El Contratista deberá suministrar todos los materiales y equipos necesarios para la completa ejecución de las obras que se licitan, con los ajustes que surjan del Proyecto Ejecutivo a realizar por el contratista y a aprobar por la Administración.

La fabricación, verificación y prueba para la recepción de los caños, piezas especiales, válvulas y equipos se harán de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas y a las que la Administración apruebe, derivadas de la información complementaria que haya formulado el contratista en su oferta.

Se define por conducciones principales:

- Tubería aductora de agua bruta desde la EBAB hacia la PTAP.
- Tubería aductora de agua bruta desde PTAP a reserva de agua bruta o Pólder.
- Tubería aductora de agua bruta desde Pólder hacia PTAP.
- Tubería aductora de agua potable hacia el sistema metropolitano (recalque Melilla).
- Troncal de agua potable desde Recalque Melilla a Cuchilla Pereira.

Las especificaciones técnicas para la tubería del inmisario subacuático son presentadas en el documento de Especificaciones Técnicas Generales.

### A.2. Información técnica y referencias

El oferente suministrará todos los catálogos, folletos e información requerida que se refiera a las características particulares, materiales, formas, dimensiones y pesos de los distintos materiales ofertados.

No se aceptarán ofertas de suministros que carezcan de las referencias requeridas.

### A.3. Características generales del suministro

#### A.3.1. Materiales admisibles para caños y piezas especiales

Los caños y las piezas especiales podrán ser de los siguientes materiales: **acero, fundición dúctil o poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).**

Para válvulas y equipos se tomarán en cuenta las especificaciones que se detallan más adelante en los apartados correspondientes a estos puntos en esta Sección.

### A.4. Requisitos de aceptación del suministro propuesto

#### A.4.1. Cumplimiento de normas

El suministro propuesto deberá cumplir con las últimas ediciones de las normas vigentes que rigen en todas las etapas requeridas para la culminación de la obra, desde su fabricación hasta la puesta en operación de la tubería. Dichas normas se exponen en los artículos correspondientes a cada material.

#### A.4.2. Certificación

Los fabricantes de caños, piezas especiales y accesorios y los fabricantes de válvulas y de equipos (instrumentos de medición) deberán acreditar:

- Certificación de gestión de la calidad de acuerdo a las normas ISO 9001/2000 para su proceso de fabricación de los productos a suministrar.
- Certificación de que los productos a suministrar cumplen con las normas que se exigen para cada uno de ellos en las presentes especificaciones técnicas, otorgadas por organismos de certificación reconocidos internacionalmente.

Estas acreditaciones deberán estar vigentes al momento de fabricación de los suministros que motivan la presente licitación.

#### A.4.3. Memoria de cálculo

El Contratista deberá presentar las memorias de cálculo correspondientes a los materiales propuestos en la oferta.

La memoria de cálculo deberá verificar que se cumple con los requerimientos mínimos de trabajo indicados en los “Requerimientos Técnicos de las Instalaciones a Construir” del presente Pliego.

Se deberá determinar, para cada tramo de la traza de la cañería, al menos los siguientes parámetros de diseño: Características de la materia prima a utilizar, Clase de presión, Rigidez o Clase de rigidez, Espesores, y se presentará los cálculos que avalen: Verificación de la deflexión a largo plazo (50 años), al colapso (por vacío y por carga externa) y cargas combinadas para cada material y para el tipo de instalación propuesta (material de relleno, compactación, dimensiones de zanja, etc.).

Este listado de tareas no es exhaustivo, pudiéndose requerir otras determinaciones, dependiendo del material ofertado para la cañería.

Las cargas de tránsito que se consideren deberán estar de acuerdo a la normativa vigente de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO).

El Oferente deberá realizar todos los estudios y cateos que estime necesarios para avalar los parámetros de diseño e instalación de los caños y piezas que proponga en su oferta.

#### A.4.4. Integridad del suministro

Todos los caños, piezas especiales, válvulas y equipos se suministrarán con todos los elementos accesorios necesarios para el correcto montaje en obra. El oferente detallará estos elementos en la oferta. Los bulones, arandelas, aros de goma y juntas planas (arandelas de brida), pasta lubricante, fundas de polietileno, etc. se suministrarán con un exceso de un 5%.

El suministro incluirá, además, kits de reparación para válvulas, según recomendación de los fabricantes. Se prevé asimismo el suministro de tuberías y piezas de reparación para las aductoras principales. Ver lo especificado en las ETG, capítulo “Suministros”.

## A.5. Tubería de Fundición Dúctil

### A.5.1. Generalidades

El diseño, fabricación e instalación de la tubería en fundición dúctil se deberá realizar siguiendo las recomendaciones del Manual de la AWWA M-41 y/o de la Norma EN 545, última edición y de las normas que se detallan en el artículo siguiente.

### A.5.2. Normativa vigente y manuales de referencia

Los caños y piezas especiales de fundición dúctil deberán cumplir con las normas AWWA, ISO y/o Norma europea (EN) vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, que se exponen a continuación:

- EN-545: "Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisations d'eau. Prescriptions et méthodes d'essai"
- ISO 2531: Ductile Iron Pipes, Fittings, Accessories and Their Joints for Water or Gas Applications
- ISO 4633: Rubber Seals – Joint Rings for Water Supply, Drainage and Sewerage Pipelines – Specification for Materials
- ISO 4179: Ductile Iron Pipes and Fittings for Pressure and Non-pressure Pipelines – Cement Mortar Lining
- ISO 8179: Ductile Iron Pipes – External Zinc-based Coating
  - Part I – Metallic Zinc with Finishing Layer
  - Part II – Zinc Rich Paint with Finishing Layer
- ISO 8180: Ductile Iron Pipelines – Polyethylene Sleeving for Site Application
- ISO 4014: Hexagon head bolts - Product grades A and B
- ISO 4032: Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
- ISO 7005: Metallic flanges (Part 1: Steel flanges; Part 2: Cast iron flanges; Part 3: Copper alloy and composite flanges)
- AWWA C-104: Cement Mortar Lining for Ductile Iron Pipe and Fittings for Water
- AWWA C-105: Polyethylene Encasement for Ductile Iron Pipe Systems
- AWWA C-110: Ductile Iron and Gray Iron Fittings for Water
- AWWA C-153: Ductile Iron Compact Fittings for Water Service (complementa a las piezas no incluidas en la norma AWWA C-110).
- AWWA C-111: Rubber Gasket Joints for Ductile Iron Pressure Pipe and Fittings
- AWWA C-150: Thickness Design of Ductile Iron Pipe
- AWWA C-151: Ductile Iron Pipe, Centrifugally Cast, for Water
- AWWA C-600: Installation of Ductile Iron Water Mains and Their Appurtenances Other Liquids
- Manual AWWA M-41: Ductile - Iron Pipe and Fittings
- NBR 7675: Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistemas de adução e distribuição de água – Requisitos.

### A.5.3. Memoria de cálculo

El contratista presentará la Memoria de Cálculo basada en el Manual AWWA M-41 y/o en la Norma EN 545 para cada diámetro y presión nominal de la traza, que confirmará que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestos son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la tubería en servicio desde su puesta en operación hasta el final del período de diseño.

La memoria de cálculo a presentar por el oferente a instancias de la licitación incluirá la verificación de:

- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria

La memoria de cálculo a presentar por el contratista a instancias del Proyecto Ejecutivo incluirá la verificación de:

- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

#### A.5.4. Caños

Los caños de fundición dúctil se fabricarán y ensayarán según la Norma ISO 2531:1998 (debiéndose cotizar clase K7).

#### A.5.5. Características

Espesor y clase de espesor

El espesor se determinará tomando en cuenta los requerimientos especificados en el apartado A.4.3y siguiendo los métodos de cálculo de los Manuales AWWA M-41, norma AWWA C-150/C-151 y/o de la Norma Europea EN- 545 para el diseño de caños de fundición dúctil. El oferente deberá presentar la Memoria de Cálculo que avale la clase de espesor elegida (k).

Longitud

La longitud total mínima de los caños será de 5m. Se aceptarán caños de menores dimensiones en las proporciones permitidas por la norma mencionada.

Recubrimiento interno

Los caños estarán recubiertos interiormente con mortero de cemento centrifugado de acuerdo con la Norma ISO 4179 o la Norma AWWA C-104.

Recubrimiento externo

Los caños estarán recubiertos exteriormente con una capa de Zinc metálico aplicada por proyección (cantidad mínima: 130 g/m<sup>2</sup> - según se indica en la Norma ISO 8179) y una capa de pintura bituminosa de 120 micrones de espesor.

Fundas de polietileno

En caso de que se deban suministrar fundas de polietileno para protección de la cañería en terrenos agresivos, se realizará de acuerdo a la norma ISO 8180. Se estima a nivel de Anteproyecto que será necesario cubrir un 80% la longitud de las conducciones principales.

Se suministrarán las cintas adecuadas para la fijación de las fundas, en las cantidades necesarias.

#### A.5.6. Juntas

Las juntas de los caños serán tipo elástica con aro de goma, pudiéndose usar juntas acerrojadas o juntas mecánicas para los casos en que sea necesario según Proyecto

Ejecutivo. Los aros de goma tendrán la forma y dimensiones recomendadas por el fabricante y deberán cumplir con la Norma ISO 4633.

En la oferta se describirán los distintos tipos de junta, incluido el aro de goma, presentando un plano detallado con indicación de las dimensiones y sus respectivas tolerancias. Se indicará la deflexión máxima admitida en cada unión para cada tipo de junta y cada diámetro.

El oferente cotizará caños, piezas especiales y elementos de unión o empalme en las cantidades según el anteproyecto presentado en pliego.

#### Lubricante

De ser necesaria la utilización de pasta lubricante para el montaje de las juntas, se suministrará dicha pasta en cantidad suficiente, con un exceso de un 5%.

#### A.5.7. Ensayos en fábrica

Se realizarán en fábrica todos los ensayos previstos por las respectivas normas vigentes. En particular se utilizarán las normas ISO 2531, NBR7675 o similar.

Se deberá presentar documentación, que avale los ensayos previstos en la normativa vigente.

#### A.5.8. Piezas especiales

##### A.5.8.1. *Descripción*

Las piezas especiales serán de fundición dúctil, de acuerdo con la Norma ISO 2531.

Tendrán dimensiones que permitan la unión al caño mediante junta elástica con aro de goma, u otro tipo de junta que se describirá.

Estarán revestidas interior y exteriormente debiéndose indicar las características del revestimiento y normas de ensayo a aplicar.

La clase de espesor de las piezas especiales será el recomendado por Norma ISO 2531, estableciéndose un mínimo de K12.

Las bridas serán las que correspondan a la clase de presión indicadas en las ETG (Especificaciones Técnicas Generales) y según norma ISO 2531.

El contratista presentará planos detallados de todas las piezas, indicando dimensiones, pesos y tolerancias.

En caso de dejar bridas enterradas, los bulones pasantes deberán ser de acero inoxidable.

##### A.5.8.2. *Ensayos en fábrica*

Se realizarán en fábrica todos los ensayos previstos por las respectivas normas de fabricación.

Todas las piezas se someterán a ensayos de estanqueidad de conformidad con la norma ISO 2531.

Se examinará cuidadosamente la superficie de todas las piezas con el objeto de descubrir posibles defectos de fabricación.

Se verificarán las dimensiones y los pesos teniendo en cuenta las tolerancias de la norma correspondiente y la información técnica suministrada por el oferente.

En general se rechazarán todos los materiales que presenten defectos de fabricación netos o disimulados o señales de oxidación. También se rechazarán todos los materiales cuyos pesos y dimensiones difieran de lo especificado por la norma- en mayor cantidad que las respectivas tolerancias.

Los elementos rechazados deberán ser repuestos por parte del contratista por otros nuevos.

#### A.5.9. Protección anticorrosiva

##### A.5.9.1. *Documentos de Referencia*

- ASTM G 57: Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using Wenner Four-Electrode Method
- AWWA C-105: Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe in Soils
- DIN 30671: Thermoset Plastic Coatings for Buried Steel Pipelines
- DIN 30676: Design and Application of Cathodic Protection of External Surfaces
- NACE RP 0169: Control of External Corrosion On Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- NACE RP 0188: Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates
- NACE RP 0274: High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to installation
- NACE RP 0490: Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760  $\mu\text{m}$  (10 to 30 mils)
- ISO 8180: Ductile iron pipelines — Polyethylene sleeving for site application.

En todos los casos, se utilizará la última edición, revisión o actualización publicada del documento correspondiente.

##### A.5.9.2. *Aplicación de Protección Anticorrosiva*

Los requerimientos de protección anticorrosiva de la cañería y las técnicas aplicables para su implementación serán definidos a partir de las características locales del entorno a lo largo de la traza de la cañería, de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones.

Para ello el contratista realizará un relevamiento preliminar de la traza a partir del cual se establecerá un Índice de Criticidad Local (ICL) del entorno, que permitirá definir los requisitos mínimos de protección para cada sector de la cañería. Dichos requisitos, establecidos podrán variar desde un nivel de exigencia nula (cañería instalada sin protección anticorrosiva de tipo alguno en puntos de baja criticidad con suelos de características protectoras) hasta un nivel de protección integral (recubrimiento anticorrosivo externo y protección catódica complementaria) en suelos altamente corrosivos o con interferencias críticas.

El relevamiento preliminar de la traza de la cañería, el diseño y la instalación de la protección anticorrosiva en los sectores de la cañería donde se requiera su implementación, cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0169 y con los requerimientos específicos contenidos en estas especificaciones.

**A.5.9.3. Recubrimiento Anticorrosivo**

Podrán utilizarse recubrimientos anticorrosivos especificados según lo previsto en la Norma AWWA C-105, mediante envoltura de la cañería con polietileno (Polyethylene Encasement, PE) o recubrimientos integrales a base de poliolefinas, epoxi termofusionado (Fusion-Bonded Epoxi, FBE), poliuretánicos o sistemas de cintas tri-capa; en todos los casos, el contratista presentará los antecedentes necesarios para demostrar la aptitud de los productos propuestos para proteger cañerías de características similares a la proyectada.

**A.5.9.4. Nivel de Protección Anticorrosiva Requerido**

A partir de los valores de ICL calculados a lo largo de la traza, el Nivel de Protección Anticorrosiva (NPA) requerido en cada tramo de la cañería se establecerá a partir de los criterios resumidos en la tabla siguiente:

ICL	Resistividad Específica [ohm-cm]	NPA
Menor que 20	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	2
	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	1
	Mayor que 5.000	0
Mayor o Igual que 20 y Menor que 40	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	2
	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	2
	Mayor que 5.000	1
Mayor o igual que 40	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	3
	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	2
	Mayor que 5.000	2

Los requerimientos mínimos de protección anticorrosiva en cada tramo de cañería se definirán en función del NPA del siguiente modo:

NPA	Envoltura PE	Revestimiento Integral	Continuidad eléctrica	Protección Catódica
0				

1	X – 200 micras			
2	X – 200 micras		X	
3	X – 400micras	X	X	X

**A.5.9.5. Documentación de Proyecto**

Previamente al inicio de los trabajos de construcción, y con la debida antelación, el contratista presentará para su evaluación y aprobación por parte de la Administración toda la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento con los requerimientos previstos en el presente documento, incluyendo, pero no limitado a lo siguiente:

1. Proyecto de Protección Anticorrosiva, incluyendo Planos y Esquemas de Instalación, Memorias de Cálculo y Especificaciones Técnicas de los materiales y equipos propuestos.
2. Procedimientos e Instructivos para Aplicación de Recubrimientos Anticorrosivos, Inspección, Relevamientos y Montaje de las Instalaciones.
3. Catálogos, Hojas Técnicas y Certificados de Calidad, Ensayo e Inspección de los productos propuestos (en particular, pinturas y recubrimientos anticorrosivos).
4. Informes de Relevamientos de Traza, Determinación del ICL y NPA Requerido

**A.6. Tubería de Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)**

**A.6.1. Generalidades**

El diseño, fabricación e instalación de la tubería en PRFV se deberá realizar siguiendo las recomendaciones del Manual de la AWWA M-45, última edición. Los caños y piezas especiales de PRFV deberán cumplir con las normas ASTM, ANSI-AWWA y/o IRAM vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, que se detallan en el siguiente artículo.

**A.6.2. Normativa y manuales de referencia**

La tubería deberá responder a las normas y manuales que se exponen a continuación, en su última edición:

- AWWA C-950: AWWA Standard para Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio – Tubería a presión.
- AWWA M-45: Manual AWWA para diseño e instalación de Tuberías de PRFV
- ASTM D3517: Especificación Standard para Tuberías de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) a presión. Aplicable a tubos desde 200 mm a 3.600 mm de diámetro, con o sin agregado de arena sílicea y resina poliéster o epoxi.
- ASTM D4161: Especificación Standard para Juntas de Tubería de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) usando sellos flexibles de elastómeros.
- ASTM D3567: Práctica Standard para Determinación de Dimensiones de Tubería y Accesorios de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio).

- ASTM D3839: Práctica Standard para la Instalación de Tubería de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) enterrada.
- ASTM D2992: Práctica normalizada para obtener la base de diseño o Presión Hidrostática para tubos y accesorios de resinas reforzadas con fibra de vidrio.
- ASTM D2412: Método Standard para cálculo de la clase de rigidez (ensayo mediante platos paralelos)
- ASTM D5365: Método standard para cálculo de la flexión circunferencial a largo Plazo (Sb)
- ISO 10639-2004: Especificación de Sistemas de conducción plásticos para suministro de agua con y sin presión – Tubos de resinas poliéster insaturadas reforzadas con fibra de vidrio.

#### Normas IRAM

- IRAM 13483: Tubos de PRFV- Criterios y requerimientos para su diseño.
- IRAM 13431: Tubos de PRFV- “Tubos de poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella. Medidas.
- IRAM 13432: Tubos de PRFV- “Tubos de poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella. Requisitos.
- IRAM 13435-1 e IRAM 13435-2: Tubos de resinas poliéster insaturadas reforzadas con fibra de vidrio. Determinación del estireno libre.
- IRAM 13440: Tubos de PRFV- Determinación de la estanqueidad de la junta.
- IRAM 13484: Tubos de PRFV- Bases de diseño hidrostático.
- IRAM 13438-1: Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción circunferencial. Método del disco partido.
- IRAM 13438-2: Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción circunferencial. Método de la presión interna.
- IRAM 13439: Tubos de PRFV- Determinación de la rigidez tangencial específica inicial (S.T.I.S)
- IRAM 13436: Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la compresión axil.
- IRAM 13437: Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción axil.
- IRAM 13480: Tubos de PRFV- Directivas de procedimiento para efectuar instalaciones subterráneas de tubos y piezas de conexión.
- IRAM 13352: Tubos de material plástico para conducción de agua potable. Requisitos bromatológicos.
- IRAM 113035: Aros de caucho, aros y juntas para unión en tuberías de suministro de agua potable, drenajes y desagües - Características de los materiales y requisitos.

#### A.6.3. Diseño de los caños y piezas especiales a suministrar

##### A.6.3.1. *Caños*

##### Características

Los caños deberán ser de los diámetros y con las características que surjan del Proyecto Ejecutivo.

##### Rigidez

La clase de rigidez de los caños será determinada por el oferente, tomando en cuenta las condiciones de servicio de la tubería y el tipo de instalación a proponer según las características de cada tramo de la traza.

El oferente deberá justificar la rigidez elegida mediante una memoria de cálculo siguiendo los procedimientos recomendados por el Manual AWWA M-45.

Con el objetivo de facilitar el estudio de las ofertas se deberá definir como clase de rigidez el valor de S.T.I.S (Rigidez tangencial específica inicial) expresada en N/m<sup>2</sup>. La referencia para esta determinación es la norma IRAM 13439 "Determinación de la rigidez tangencial específica inicial (S.T.I.S.)".

**No se admitirán ofertas que consideren clases de rigidez menores a 5.000 N/m<sup>2</sup>.**

#### Espesor

En la memoria de cálculo donde se presenta el proceso de elección y verificación de la rigidez de los tubos, el oferente deberá indicar el espesor resultante de su diseño de fábrica para los diámetros y clases de presión requeridos.

#### Longitud

El oferente propondrá la longitud de los caños a suministrar. Esta deberá ser tal que optimice el medio de transporte a utilizar y minimice el número de juntas. Se aceptarán longitudes menores a las usadas en forma standard cuando las condiciones de obra lo requieran.

#### A.6.3.2. Juntas de Caños

##### Tipos

La junta de los caños podrá ser de tipo "espiga-enchufe" (ASTM D4161/IRAM 13440/ISO 8639) o tipo "manguito", en ambos casos con cierre hidráulico de aros de goma.

Pueden utilizarse otros sistemas de unión para casos especiales: unión por bridas, juntas flexibles y mecánicas de acero.

En aquellos casos en que los caños deban unirse con juntas a bridas con aro de goma, las mismas deberán responder en lo referente a espesor y taladrado a lo establecido en las Normas ISO 2531/7005/4014/4032.

Se preverá el suministro de juntas acorrojadas para casos en que se necesite absorber esfuerzos axiales y de juntas mecánicas o "de desmontaje" para permitir el retiro o colocación de válvulas u otras piezas.

##### Deflexión de las juntas

Se indicará la deflexión máxima admitida para cada tipo de junta y cada diámetro.

Para la determinación de la estanqueidad y deflexión angular de las juntas, aplicable a los tubos de plástico reforzado con fibra de vidrio con unión deslizante (junta con aro elastomérico), rige lo especificado en la Norma IRAM 13.440 "Métodos de determinación de la estanqueidad de las juntas" y ASTM D4161.

##### Aros de goma

Las cañerías serán unidas mediante juntas elásticas del tipo espiga-espiga con manguito o espiga-enchufe, en ambos casos con sello hidráulico de aros de goma.

El aro de goma debe ser preferiblemente de forma de cuña (cuneiforme). De ser un aro de sección circular (O-ring), deberá contar con un sistema de doble empaque y válvula central para poder verificar que el aro no ha rodado durante el proceso de ensamblado. Los aros que se hayan “mordido” durante el proceso de ensamblado no pueden ser reutilizados y deben ser cambiados antes del próximo enchufado.

El sistema de unión debe verificar lo requerido por norma IRAM 13440 / ASTM D 4161 / ISO 8639.

#### A.6.3.3. *Piezas especiales*

Las piezas especiales serán de PRFV y serán fabricadas para todos los tramos de la traza con clase de presión PN25.

Los ramales té y tangenciales deberán tener como mínimo parte de su laminado externo rodeando al tubo principal en forma completa, es decir en 360°.

El contratista presentará una memoria descriptiva del diseño y fabricación de las piezas especiales, incluyendo piezas gráficas, siguiendo las recomendaciones del Manual AWWA M-45.

Se aceptará la incorporación de piezas de ajuste en acero o fundición dúctil, cuando las condiciones de obra lo requieran, según los requisitos exigidos para los caños fabricados en estos materiales.

La Administración podrá requerir ensayos de prueba hidráulicas en fábrica en común acuerdo con el fabricante e inspeccionar dichas pruebas.

#### A.6.4. Memoria de cálculo

El contratista presentará la Memoria de Cálculo basada en el Manual AWWA M-45 “Fiberglass Pipe - Design” para cada diámetro y presión de servicio de la traza, que confirmará que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestos son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la tubería en servicio desde su puesta en servicio hasta el final del período de diseño, considerando el tipo de suelo a emplear en el relleno y el grado de compactación del mismo.

La memoria de cálculo a presentar por el oferente a instancias de la licitación incluirá la verificación de:

- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria

La memoria de cálculo a presentar por el contratista a instancias del Proyecto Ejecutivo incluirá la verificación de:

- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

#### A.6.5. Fabricación de los caños y piezas especiales a suministrar

##### Método de fabricación

Los caños serán fabricados por el método de enrollamiento continuo o por el de enrollamiento discontinuo (filament-winding).

Los tubos serán rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme.

##### Marcado

Todos los tubos deberán ser identificados en fábrica con los datos siguientes: diámetro interior, clase de presión, clase de rigidez, espesor, fecha de fabricación y número individual de fabricación. Las tuberías tendrán sello de certificación de calidad del producto.

##### Material

El material empleado en cañerías para agua potable cumplirá con los requisitos de las Normas ASTM D 3517 e IRAM 13.352

##### Clasificación celular

Los caños y piezas especiales responderán a la norma AWWA C-950-01 Tipo I grado 2 y acabados B, C o D e IRAM 13.432.

##### Acabados

Los caños y piezas especiales deberán tener una superficie densa, suave y lisa. Deberá estar libre de fracturas, agrietamientos e irregularidades en la superficie.

#### A.6.6. Inspección en fábrica

La Inspección de la fabricación de productos se hará por parte de un Agente Verificador de la Administración. Podrá realizarse en fábrica o en otro lugar por convenio previo y deberá cumplir con las recomendaciones de Sección 5 de la Norma AWWA C950 y de la Norma IRAM 13.431.

La Administración inspeccionará a su criterio todas las fases de fabricación y ensayo de la totalidad de los productos a suministrar.

Todos los productos serán inspeccionados en la planta del fabricante de acuerdo con las disposiciones de las normas referidas. El contratista notificará al Agente Verificador de la Administración por escrito la fecha de comienzo de su fabricación, por lo menos veinte días antes del comienzo de cualquier etapa de fabricación del caño.

Mediante inspección ocular deberá verificarse que en todos los tubos moldeados y terminados no existan afloramientos de fibras hacia el exterior de la superficie, comprobándose, además, que haya un recubrimiento de resina de un espesor mínimo de 1 mm por encima de la capa de refuerzo subyacente.

Mediante instrumentos adecuados, se medirán todas las dimensiones y características geométricas de los productos inspeccionados.

La rigidez mínima de los caños será verificada en fábrica mediante los ensayos previstos en la Sección 5 de la Norma AWWA C-950.

Respecto a la verificación del contenido del monómero estireno libre rige lo especificado en la Norma IRAM 13.435.

### A.6.7. Ensayos

Todos los ensayos serán realizados en conformidad con las normas vigentes referidas anteriormente, según corresponda.

#### A.6.7.1. *De recepción*

Las materias primas a emplear para la fabricación de los productos a suministrar serán ensayadas antes de ser empleadas en el proceso de fabricación de los productos. El contratista realizará dichos ensayos de materiales sin cargo para la Administración.

#### A.6.7.2. *Del producto*

Los productos fabricados serán sometidos a los siguientes ensayos: inspección visual, medición de dimensiones, prueba hidráulica, dureza, tracción circunferencial y longitudinal, compresión longitudinal, rigidez y deflexión, de acuerdo a lo requerido por las normas correspondientes. Se presentará un acta de estos resultados a la Administración, firmada por el fabricante y el agente verificador.

#### A.6.7.3. *Prueba hidráulica en fábrica*

En lo que se refiere a la prueba hidráulica en fábrica, ésta se realizará, de acuerdo a las normas establecidas, a una presión mínima de dos veces la clase de presión de la tubería, siguiendo los lineamientos de la norma ANSI/AWWA C950 en su última versión "Fiberglass Pressure Pipe", en particular el punto 5.1.2.1 "Hydrostatic leak tests" o la norma IRAM 13432 en su última versión.

#### A.6.7.4. *De calificación*

Estos ensayos que avalan los parámetros de diseño del suministro ofertado se presentarán por medio de documentación debidamente certificada. Serán los siguientes:

- Base Hidrostática de Diseño (HDB), según Norma ASTM D2992 "Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for Fiberglass Pipes and Fittings", ASTM D3517 "Standard Specification for Fiberglass Pressure Pipe" y Norma IRAM 13484 "Bases de diseño hidrostático".
- Resistencia a la flexión del anillo a largo plazo (Sb), según Norma ASTM D5365 "Standard test method long term ring-bending strain of fiberglass pipe".
- Ensayo de las juntas, según Norma ASTM D4161 "Standard Specification for Fiberglass Pipe Joints using Flexible Elastomeric Seals".

## A.7. **Tubería de Acero**

### A.7.1. Generalidades

El oferente indicará en su propuesta:

- la materia prima que utilizará con las memorias de cálculo justificativas correspondientes.

- los procesos de fabricación y ensayos con las normas a las que responderán el diseño y la fabricación
- los procedimientos constructivos específicos

La fabricación y ensayos en fábrica de los caños y piezas especiales se realizarán de acuerdo a la norma AWWA C-200, última edición y normas referidas en ellas, siguiendo las recomendaciones del Manual M-11 de la AWWA.

La cañería será fabricada según los requisitos de las normas ASTM A-134, con aceros según tabla 1 de la norma AWWA C-200 y/o ASTM A-139, grado B o superior.

Se aceptarán como materia prima aceros cuya tensión de fluencia sea mayor o igual a 35 ksi (2.460 kg/cm<sup>2</sup>).

La Administración podrá aceptar la fabricación de caños bajo otras normas equivalentes o de mayor exigencia, a su solo juicio.

El diseño, transporte, manipulación de caños, condiciones de instalación de la tubería, conexiones, anclajes y ensayos en campo se realizarán de acuerdo con lo establecido en el Manual M-11 de la AWWA, última edición, y según las normas AWWA que se detallan en el artículo siguiente.

#### A.7.2. Normativa y manuales de referencia

- AWWA C200: "Steel Water Pipe 6 Inches and Larger" y todas las normas referidas en ella.
- AWWA C205: "Cement – Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe – 4 Inches and Larger – Shop Applied"
- AWWA C602: "Cement – Mortar Lining of Water Pipelines - 4 Inches and Larger - In Place"
- AWWA C207: "Steel Pipe Flanges for Waterworks Service – Sizes 4 Inches through 144 Inches"
- AWWA C208: "Dimensions for Steel Water Pipe Fittings"
- AWWA C219: "Bolted Sleeve-type Couplings for Plain-end Pipe"
- AWWA C221: "Fabricated Steel Mechanical Slip-type Expansion Joints"
- AWWA C223: "Fabricated Steel and Stainless Steel Tapping Sleeves"
- Manual AWWA M11: "Steel Pipe – A Guide for Design and Installation"

Se considerarán admisibles normas IRAM o ABNT equivalentes.

#### A.7.3. Memoria de Cálculo

El oferente presentará la memoria de cálculo del espesor de los caños y piezas especiales, teniendo en cuenta todas las solicitudes a las que va a estar sometida la tubería, sus dimensiones, las condiciones de instalación propuestas y el acero que se utilice para su fabricación.

Los cálculos se basarán en las recomendaciones del Manual M-11 de la AWWA y verificarán que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestas son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la cañería en servicio, desde su puesta en operación hasta el final del período de diseño (50 años).

Dichas memorias deberán contener los cálculos y verificaciones siguientes:

- Espesor
- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria
- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

En lo que se refiere a la verificación de inestabilidad del equilibrio, se evaluará particularmente las condiciones óptimas del material de relleno de zanja en los tramos en que la cañería quede por debajo de la napa freática o en suelos periódicamente inundables.

**Para el acero ASTM A 139 grado B, el espesor mínimo admisible por la Administración será de 6.35 mm (0.25") para las cañerías Ø 32" (800 mm) y Ø 36" (900 mm) con presión interna manométrica nominal 10 kg/cm<sup>2</sup>. Para una presión manométrica de 16 kg/cm<sup>2</sup> los espesores mínimos serán de 7.94 mm (5/16") para la cañería Ø 40" (1000 mm) y de 9.5 mm (3/8") para la cañería Ø 48" (1200 mm) y de 12.7 mm (1/2") para las cañerías Ø 56" (1400 mm) y Ø 60" (1500 mm).**

En el caso de proponerse aceros de grado superior, se podrá admitir otros espesores que verifiquen los cálculos.

El valor propuesto quedará condicionado a la aprobación por parte de la Administración.

No se diseñará sobre-espesor por corrosión, sino que la tubería será adecuadamente protegida a tales efectos.

#### A.7.4. Caños

Los caños y piezas especiales serán de acero con costura soldada. La fabricación de los caños será con soldadura helicoidal mediante fusión por el método del arco eléctrico.

Los caños serán rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme. Las tolerancias para estas características están expuestas en la Norma AWWA C – 200, última edición.

Los caños se entregarán en longitudes acordes con el tipo de transporte propuesto, no admitiéndose longitudes menores a 10 m, salvo para un porcentaje menor de tubos, para cuyas cantidades y longitudes, a determinar en etapa de proyecto ejecutivo, se tendrá en cuenta lo indicado en la Norma AWWA C-200, última edición, de modo de permitir ajustes en sitio.

Se entregarán en obra debidamente revestidos interior y exteriormente de acuerdo a lo especificado más adelante, con los extremos sin protección alguna hasta entre 100 mm y 150 mm del borde, en el caso de uniones soldadas.

#### A.7.5. Juntas

Las juntas de los tubos y piezas especiales serán soldadas en campo o bridadas.

Las juntas soldadas en campo se realizarán de acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en la memoria descriptiva particular de la obra para tubería de acero.

En el caso de juntas bridadas, las bridas se fabricarán de acuerdo a lo indicado en la Norma AWWA C207, última edición, según presión correspondiente. El oferente establecerá el tipo de brida a utilizar.

El diámetro interior de las bridas responderá a la tubería sobre la cual se soldará y deberá ser tal que le permita montarse sobre la misma posibilitando así su soldado con doble filete uno a cada lado de la brida, del mismo espesor del caño. El filete interior estará terminado de forma de no pasar la superficie interior del caño ni la cara interior de la brida.

Se suministrarán con su correspondiente juego de espárragos y tuercas y de empaquetaduras, que serán fabricadas con material apto para uso con agua potable.

Los bulones y tuercas de acero que se utilicen en las uniones entre bridas recibirán un baño electrolítico de cadmio o de otro material resistente a la corrosión y los de tamaño menor o igual a 12 mm serán de acero inoxidable.

Para las conexiones con las instalaciones existentes del sistema, se tendrá en cuenta que las bridas existentes cumplen con los requerimientos de las Normas ISO 2531/7005/4014/4032.

Se preverá el suministro de juntas mecánicas de tipo flexible para permitir el desmontaje eventual de piezas. Cumplirán con los requisitos establecidos en el Manual M11 de la AWWA, última edición. Estas juntas serán revestidas con las mismas protecciones especificadas para las tuberías de acero.

Previendo que en la etapa de proyecto ejecutivo se desarrolle la opción de construir tramos aéreos de la cañería, se cotizará el suministro de juntas de expansión para cada diámetro, que cumplirán con la Norma AWWA C221.

#### A.7.6. Piezas especiales

Las piezas especiales se unirán a la cañería recta mediante soldadura en campo. En casos específicos a determinar en el proyecto ejecutivo podrán ser bridadas.

Se construirán con elementos soldados y cumplirán con las dimensiones establecidas en la Norma AWWA C208, última edición.

El fabricante deberá realizar los ensayos no destructivos y/o hidrostáticos de las piezas especiales en fábrica, según lo indicado en la Norma AWWA C200, última edición.

#### A.7.7. Identificación

Todos los tubos y piezas especiales serán identificados en fábrica con los datos siguientes: marca, país de origen, materia prima con la tensión de fluencia, diámetro interno, presión de trabajo, espesor, fecha de elaboración, número individual de fabricación.

#### A.7.8. Ensayos de recepción

Se efectuarán todos los ensayos físicos, químicos, destructivos y no destructivos previstos en las normas citadas anteriormente.

Todos los gastos emergentes de estos ensayos (transporte de material, preparación de probetas y los ensayos propiamente dichos) serán incluidos en la oferta.

Los criterios de aceptación de ensayos se ajustarán a lo establecido en las normas.

La Administración controlará los ensayos para la recepción de los productos en la forma establecida en el presente Pliego

El fabricante registrará todos los ensayos prescritos por la norma y elaborará un informe con los resultados de los mismos. Se presentará acta de estos resultados a la Administración, firmada por el fabricante y el agente supervisor.

#### A.7.9. Conexiones

El contratista deberá verificar en sitio los diámetros exteriores de las tuberías de acero existentes para construir las correspondientes piezas de empalme.

El contratista estudiará, en cada caso, el diseño de piezas especiales de empalme y la instalación de juntas dieléctricas.

En caso de empalmar con una terminación bridada, las contrabridas deberán corresponder a la misma normalización que las bridas de las válvulas o juntas de montaje vecinas con las cuales se acoplarán. Las contrabridas, espárragos y tuercas deberán ser construidos en acero. Las empaquetaduras podrán ser de asbesto grafitado u otro material de calidad equivalente o superior.

Las tuberías a intemperie deberán cumplir con la norma AWWA C-218, última edición.

#### A.7.10. Protección anticorrosiva

Se definen a continuación los requerimientos técnicos mínimos para la protección anticorrosiva de las cañerías y accesorios de acero enterrados.

##### A.7.10.1. *Documentos y normas de referencia*

- ASTM B 483: "Standard Specification for Magnesium Alloy Anodes for Cathodic Protection"
- ASTM D 4541: "Standard Method for Pull-Off Strength of Coating Using Portable Adhesion Testers"
- ASTM G 57: "Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using Wenner Four-Electrode Method"
- AWWA C-210: "Liquid-Epoxy Coating System for the Interior and Exterior of Steel Pipelines"
- AWWA C-213: "Fusion-Bonded Epoxy Coating for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines"
- AWWA C-215: "Extruded Polyolefin Coatings for the Exterior of Steel Water Pipelines"
- AWWA C-216: "Heat-Shrinkable Cross-Linked Polyolefin Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines"
- AWWA C-217: "Cold-Applied Petrolatum Tape and Petrolatum Wax Tape Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Buried or Submerged Steel Water Pipelines"

- AWWA C-222: “Polyurethane Coatings for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines”
- DIN 30.670: “Polyethylene coatings for steel pipes and fittings – Requirements and testing”
- DIN 30.671: “Thermoset Plastic Coatings for Buried Steel Pipelines”
- DIN 30.676: “Design and Application of Cathodic Protection of External Surfaces”
- CAN/CSA Z245.21: “External polyethylene coating for pipe”
- IRAM 2214: “Cables para Protección Catódica”
- NACE RP 0169: “Control of External Corrosion On Underground or Submerged Metallic Piping Systems”
- NACE RP 0177: “Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems”
- NACE RP 0188: “Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates”
- NACE RP 0274: “High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation”
- NACE RP 0286: “Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines”
- NACE RP 0490: “Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760  $\mu\text{m}$  (10 to 30 mils)”
- NACE RP 0572: “Design, Installation, Operation and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds”

En todos los casos, se utilizará la última edición, revisión o actualización publicada del documento correspondiente.

#### A.7.10.2. *Sistema de Protección Anticorrosiva*

El conjunto de cañerías y accesorios será protegido contra la corrosión mediante un sistema integral de protección anticorrosiva, compuesto por un componente de tipo pasivo o primario (recubrimientos anticorrosivos externo e interno) y un complemento activo para la protección de la superficie externa (protección catódica).

El diseño e instalación de la protección anticorrosiva cumplirán como mínimo con lo previsto en la Norma NACE RP 0169-2002 y con los requerimientos específicos contenidos en el presente apartado.

La elaboración del diseño y la supervisión de la instalación del sistema de protección anticorrosiva serán realizadas por un profesional con experiencia comprobada en el cálculo, especificación y montaje de sistemas de protección anticorrosiva y catódica para cañerías de transmisión.

#### A.7.10.3. *Recubrimientos Anticorrosivos*

##### a) Recubrimiento Interno

La especificación, aplicación e inspección del recubrimiento anticorrosivo interno cumplirá con lo previsto en la Norma AWWA C-210, utilizándose exclusivamente productos de calidad sanitaria, aptos para servicio en contacto con agua potable para consumo humano.

##### b) Recubrimiento Externo

La especificación, aplicación e inspección del recubrimiento anticorrosivo cumplirá con lo previsto en la Norma AWWA C-215 para la protección externa de caños y con lo

previsto en la Norma AWWA C-216 para el recubrimiento en campo de las uniones soldadas. Alternativamente, el recubrimiento anticorrosivo externo de los caños podrá realizarse de acuerdo con lo previsto en la Norma AWWA C-213.

Los accesorios metálicos enterrados o empotrados de geometría compleja, tales como válvulas, bridas, pasamuros, reducciones, casquetes, derivaciones, adaptadores, etc., serán protegidos con cintas de aplicación en frío a base de ceras micro-cristalinas de petróleo, de acuerdo con la Norma AWWA C-217.

Los accesorios metálicos sumergidos o instalados en el interior de cámaras o recintos serán protegidos por aplicación de pinturas epoxídicas o poliuretánicas, según AWWA C-210 o AWWA C-222, respectivamente.

Sólo en el caso de soldaduras circunferenciales, se admitirá realizar recubrimientos puntuales con mantas termocontraíbles. Su sistema de aplicación, a detallar por el oferente, incluirá una esmerada preparación de la superficie y una imprimación epoxi previa.

#### c) Compatibilidad e Interfase entre Productos

En todos los casos, el contratista verificará la compatibilidad química y mecánica de los productos utilizados entre sí y con respecto al sustrato; los procedimientos de aplicación incorporarán todos los aspectos relativos a la preparación y limpieza de la superficie, aplicación del recubrimiento, inspección, reparación y solución de interfases entre recubrimientos disímiles.

#### d) Requerimientos Adicionales de Inspección

Sin perjuicio de lo establecido en las Normas arriba citadas, los recubrimientos serán inspeccionados en campo aplicando cada una de las siguientes técnicas y ensayos de integridad:

- Medición de espesor de película seca y adherencia según métodos previstos en las Normas DIN 30671 y ASTM D 4541, en puntos definidos a criterio de la Dirección de Obra.
- Detección de "holidays" al 100% de las superficies internas y externas, según métodos previstos en la Norma NACE RP 0188 y, cuando corresponda, en NACE RP 0274 y NACE RP 0490.
- Verificación de integridad del recubrimiento externo por medio de envíos de corriente según criterios de densidad de corriente máxima previstos en la Norma DIN 30676, en tramos instalados mediante perforación o tunelado, o bien, en aquellos sectores donde por la naturaleza rocosa del terreno y/o las condiciones de instalación de la cañería, la Dirección de Obra sospeche de la existencia de daños en el recubrimiento anticorrosivo externo.

El contratista reparará todos los defectos detectados en los recubrimientos anticorrosivos de acuerdo con un procedimiento específico preestablecido a tales efectos, o bien, sustituirá el recubrimiento defectuoso; los sectores reparados o sustituidos de recubrimiento serán nuevamente inspeccionados de acuerdo con lo establecido en la presente Sección.

#### A.7.10.4. Protección Catódica

##### a) Requerimientos generales

La protección catódica de la cañería podrá implementarse mediante sistemas de corriente impresa y/o ánodos galvánicos de sacrificio.

Sólo se emplearán materiales, componentes y equipos específicamente diseñados o recomendados por su Fabricante para aplicaciones de protección catódica.

En todos los casos, el diseño y dimensionamiento del sistema se realizará para una vida útil no inferior a 30 años y garantizará un nivel de polarización catódica de acuerdo con los mínimos y máximos recomendados por NACE RP-0169 para prevenir efectivamente el desarrollo de corrosión externa en todos los componentes metálicos (caños y accesorios enterrados o sumergidos) y evitar efectos nocivos por sobreprotección catódica.

b) Aislación eléctrica de la cañería

La cañería se aislará eléctricamente en sus cabeceras mediante la instalación de juntas de aislación; adicionalmente, el contratista podrá proponer, a consideración de la Administración, la sectorización de la cañería a los efectos de optimizar el diseño del sistema de protección anticorrosiva. En todos los casos, los elementos de aislación eléctrica cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0286.

c) Relevamientos de traza y ubicación de componentes

La cantidad, tipo, ubicación y disposición relativa de los componentes activos (rectificadores, dispersores, ánodos) y de control (juntas de aislación eléctrica, CMPs, celdas de descarga, electrodos permanentes de referencia, testigos de corrosión, etc.) se definirá a partir de un relevamiento previo de la resistividad específica del terreno a lo largo de la traza proyectada de la cañería, realizado según la metodología recomendada en la Norma ASTM G57 y complementado con un relevamiento previo de interferencias constructivas significativas (tales como cruce o proximidad con otros servicios existentes, cruce de rutas y cauces de agua e instalación de la cañería en suelos químicamente contaminados).

El relevamiento de resistividad se realizará con una densidad no inferior a una lectura cada 100 m de traza, corregida según el método de Barnes, para obtener el valor de resistividad específica de capa a la profundidad de instalación prevista de la cañería.

Se instalará al menos una CMP (Caja de Medición de Potenciales) de un punto cada 1.000 m de traza; la ubicación exacta de las CMPs se definirá en función de la información obtenida de los relevamientos de resistividad e interferencias. Adicionalmente, se instalarán CMPs de diseño adecuado para permitir el monitoreo expeditivo desde superficie de la condición de todos los componentes activos y de control; en particular, la conexión de los ánodos galvánicos se realizará indefectiblemente en forma individual y a través de una CMP en superficie que permita su conexión, desconexión, medición de potencial en vacío y corriente drenada, su recambio o agregado de ánodos suplementarios sin necesidad de acceder a la cañería.

d) Conexión de componentes

La vinculación de los componentes activos y de control con la cañería, se realizará utilizando conductos de cobre según IRAM 2214, mediante soldadura de bajo aporte térmico tipo cupro-aluminotérmica. El recubrimiento anticorrosivo de la cañería se reparará e inspeccionará en el punto de unión utilizando un detector de holidays calibrado a tales efectos.

e) Ánodos galvánicos

Los ánodos galvánicos serán de magnesio, fabricados con aleación estándar AZ63 o HP (alto potencial) según ASTM B 483, tipo pre-packed, suministrados por el Fabricante con la carga correspondiente de backfill despolarizante y conductor de cobre

revestido, de sección no inferior a 4 mm<sup>2</sup>, según Norma IRAM 2214, empalmado en fábrica al alma del ánodo. La especificación de la aleación y del backfill se realizará en función de la resistividad específica del terreno en el punto de instalación. Los ánodos serán entregados con sus respectivos certificados de calidad provistos por el Fabricante, indicando las Normas de Diseño o Fabricación que correspondan.

f) Unidades de corriente impresa

Los dispersores de corriente serán de tipo vertical profundo; su diseño y construcción cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0572, priorizando la minimización de interferencias eléctricas con otras estructuras metálicas enterradas y la maximización de la longitud de cañería protegida desde cada emplazamiento. Para el dimensionamiento de los dispersores se realizará previamente un relevamiento vertical de resistividad específica desde superficie en los puntos previstos para su instalación, con densidad no inferior a una lectura cada 2 m, utilizando la metodología recomendada en la Norma ASTM G57 y corrigiendo la serie de valores mediante el método de Barnes a los efectos de obtener los correspondientes valores de resistividad específica de capa.

Las fuentes de corriente impresa consistirán en un conjunto transformador-rectificador integrado en el mismo gabinete y provisto de todas las protecciones, instrumentos, comandos y accesorios necesarios para su operación continua y confiable, instalados en la vía pública y a la intemperie. La solución propuesta contemplará todos los requisitos de ubicación y seguridad establecidos por las Autoridades Competentes y buscará minimizar la probabilidad de daños por hurtos y vandalismo.

El rendimiento energético global del conjunto transformador-rectificador, operando a plena carga, no será inferior al 90%.

La rectificación de la corriente entregada por el transformador se realizará mediante un puente rectificador capaz de suministrar una corriente continua de bajo ripple (menor al 5%). La regulación de la tensión de salida permitirá un ajuste fino lineal con precisión igual o superior a +/- 50 mV, cuyo valor será indicado por un voltímetro de medición de potencial estructura-suelo incorporado en el panel del equipo y referido a un electrodo estándar Cu-CuSO<sub>4</sub> permanente, instalado junto a la cañería.

La unidad contará con un temporizador programable desde el panel del equipo, específicamente diseñado para efectuar mediciones de polarización de la estructura bajo protección catódica, mediante el método de ciclaje sincronizado de la corriente impresa (técnica de medición On/Off de los potenciales de polarización). El sistema de control permitirá seleccionar ciclos de encendido (On) y apagado (Off) con una duración regulable por lo menos entre 0,1 seg. y 59,9 seg., capacidad de ajuste al décimo de segundo y regulaciones de tiempo totalmente independientes, a través de selectores digitales.

Los instrumentos incorporados en el panel para medición de los parámetros de salida del equipo (corriente drenada, tensión en bornes y polarización de la cañería) serán de Clase 2 o superior.

El conjunto transformador-rectificador contará con protecciones efectivas contra sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, conducidas tanto a través de las

líneas de alimentación eléctrica (entrada del equipo) como a través de la cañería bajo protección (salida del equipo).

g) Interferencias con otros servicios

El diseño y la construcción del sistema preverán y resolverán correctamente todos los aspectos técnicos y de seguridad relacionados a requisitos de continuidad, aislación e interferencia eléctrica con otras estructuras metálicas o energizadas, conectadas directa o indirectamente a la cañería bajo protección, o existentes en sus proximidades, tales como otras cañerías, tanques o equipos operados por OSE, cañerías de transporte o distribución de fluidos operados por terceros (por ejemplo, oleoductos o gasoductos), líneas de transmisión eléctrica, sistemas de puesta a tierra, etc., identificados durante el relevamiento previo de interferencias constructivas o durante las obras de montaje de la cañería. En tal sentido, se cumplirá con lo previsto al respecto en las Normas NACE RP 0169 y NACE RP 0177.

En los puntos de cruce y tramos de paralelismo cercano con otras cañerías metálicas existentes para transmisión de fluidos (gasoductos, oleoductos, poliductos, acueductos, etc.) se instalarán CMPs de diseño adecuado para permitir evaluar el grado de interferencia mutua entre ambos servicios, de acuerdo con los estándares operativos establecidos por las Autoridades Competentes y los Operadores Responsables de los servicios interferidos. La instalación de estas CMPs y su interconexión con los servicios operados por terceros, así como la realización de los ensayos de interferencia correspondientes, serán previamente acordadas y coordinadas por el contratista con los Operadores Responsables de dichos servicios. El contratista será responsable por la implementación de las medidas de mitigación necesarias para reducir el nivel de interferencia por debajo de los máximos establecidos en los estándares de aplicación correspondientes.

#### A.7.10.5. *Verificaciones y ensayos para habilitación*

Una vez instalado y conectado el sistema de protección catódica, el contratista realizará las siguientes verificaciones y ensayos finales para su habilitación:

1. Verificación funcional completa de las unidades de corriente impresa y de los ánodos galvánicos.
2. Relevamiento de potenciales en todos los puntos de monitoreo previstos.
3. Ensayos de interferencia mutua con otros servicios y corrección o mitigación de las mismas, según corresponda. La realización de estos ensayos será coordinada por el contratista con el Operador Responsable del servicio interferido, a los efectos de que se efectúen en presencia de un representante designado por este último, labrándose en cada caso el Acta correspondiente.

#### A.7.10.6. *Documentación de proyecto*

Previamente al inicio de los trabajos de construcción y con la debida antelación, el contratista presentará, para su evaluación y aprobación por parte de la Administración, toda la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento con

los requerimientos previstos en estas especificaciones, incluyendo, pero no limitado a, los siguientes documentos:

1. Proyecto de Protección Anticorrosiva, incluyendo planos y esquemas de instalación, memorias de cálculo y especificaciones técnicas de los materiales y equipos propuestos.
2. Procedimientos e Instructivos para la aplicación de recubrimientos anticorrosivos, inspección, relevamientos y montaje de las instalaciones.
3. Catálogos, Hojas Técnicas y Certificados de Calidad, Ensayo e Inspección de los productos propuestos (en particular, pinturas y recubrimientos anticorrosivos).
4. Informes de Relevamientos de Traza (resistividad e interferencias constructivas).
5. Cronograma de las actividades de relevamiento, aplicación de recubrimientos anticorrosivos, inspección, montaje y ensayos finales.
6. Organigrama del contratista para la realización de las actividades arriba mencionadas.

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista remitirá los Informes y Registros de Inspección correspondientes a las inspecciones previstas en las Normas de aplicación. Completados las verificaciones y los ensayos de habilitación, el contratista entregará la siguiente documentación final:

1. Documentación completa Conforme a Obra.
2. Informes de los ensayos y verificaciones finales, incluyendo los registros y actas correspondientes.
3. Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Protección Anticorrosiva, el cual incorporará las recomendaciones contenidas en la Sección 10 de la Norma NACE RP 0169 para el control y validación de la protección catódica de la cañería, así como las prácticas de mantenimiento recomendadas por los proveedores de los equipos.

## **A.8. Válvulas, piezas de montaje y reparación, elementos para desagües y conexiones.**

### **A.8.1. Generalidades**

El oferente cotizará válvulas del tipo y especificaciones que se detallan más adelante, en las cantidades que surjan del análisis del anteproyecto presentado en pliego.

El oferente presentará toda la información referida a: marca, tipo, materiales y condiciones técnicas de funcionamiento de las válvulas ofertadas. La oferta contendrá además, planos tipo con detalles de sus componentes, indicando materiales constitutivos, recubrimientos, dimensiones, pesos, tolerancias, etc.

El fabricante de las válvulas deberá tener una experiencia en el diseño y manufactura de las mismas no menor a 10 años. Se deberá indicar el lugar de fabricación de las válvulas ofertadas.

#### A.8.2. Normativa vigente

Deberán cumplir con las últimas ediciones de las normas ISO para su fabricación, control de calidad y ensayos.

#### A.8.3. Características generales

El cuerpo de todas las válvulas será de fundición dúctil o acero al carbono según las especificaciones correspondientes.

Las uniones serán a bridas, con las dimensiones y taladros de acuerdo a las normas ISO para la presión nominal (PN) indicada en los Requerimientos Técnicos de las Instalaciones.

Elementos como espárragos y tuercas, bulones, pernos, etc. deberán ser construidos en acero inoxidable.

Todas las superficies interiores y exteriores de las válvulas que estén en contacto con el agua, excepto las superficies maquinadas y de rodamiento, deberán ser pintadas en fábrica con pintura de base epóxica apta para agua potable.

Las válvulas se suministrarán con todos los elementos y accesorios necesarios para su montaje y correcta operación, según lo requerido en cada caso.

Las bridas de montaje serán según Normas ISO para la presión nominal correspondiente a cada tramo de la cañería.

**Los productos de revestimiento en contacto con agua potable deberán estar avalados por normas NSF (<http://www.nsf.org/>), o similares, como productos aptos para estar en contacto con agua potable de consumo humano.**

#### A.8.4. Ensayos de las válvulas

Se realizarán todos los ensayos propuestos por el fabricante según las Normas ISO correspondientes. La Administración podrá presenciar dichos ensayos en caso de que lo considere necesario de acuerdo a lo establecido en el Art. 56 del Pliego de Condiciones Particulares.

#### A.8.5. Verificaciones

Se examinará cuidadosamente la superficie de todas las válvulas con el objeto de descubrir posibles defectos de fabricación.

Se verificarán las dimensiones y los pesos teniendo en cuenta la información técnica suministrada por el oferente. Se revisará en forma cuidadosa la ejecución de los mecanismos, la fijación y ajuste de los anillos de cierre de las válvulas, los vástagos y sus tuercas y las guarniciones en general.

Serán objeto de rechazo por parte de la Administración todas las válvulas que presenten defectos de fabricación netos o disimulados o señales de oxidación. También se rechazarán todas las válvulas cuyos pesos y dimensiones difieran de lo especificado en la oferta en mayor cantidad que las respectivas tolerancias (en caso de no ser éstas explicitadas, quedará a cargo de la Administración la aceptación o el rechazo).

Los elementos rechazados por la Administración deberán ser repuestos por otros nuevos por parte del contratista a su costo.

#### A.8.6. Válvulas Mariposa

##### Ubicación

Se colocarán sobre la tubería principal, en las interconexiones con el resto del sistema, según el anteproyecto presentado en pliego y de acuerdo a los criterios de diseño (al menos 1 válvula cada 15 kilómetros de tubería aductora).

##### Sistema de By-Pass

Todas las válvulas de cierre directo sobre la cañería principal deberán incluir by-pass. También se instalará by-pass en las válvulas a colocar en las intercomunicaciones de la cañería con el resto del Sistema.

Se deberá diseñar un sistema de by-pass de aprobación por parte de la Administración para las válvulas de cierre de la línea a los efectos de asegurar el llenado lento sin forzar las válvulas principales durante esta maniobra.

##### Características generales

Las válvulas mariposa a ser suministradas serán bridadas según normativa ISO para la presión nominal correspondiente al tramo de la cañería en la que deberán ser instaladas.

Las válvulas deberán ser tales que, por tipo repetitivo, posean un número mínimo de partes, fáciles de inspeccionar y reemplazar, intercambiables unas con otras y en sus partes. Deberán ser aptas para operar en cámaras totalmente inundadas, tolerando esta situación sin deterioro.

Las características para la elección y diseño de las válvulas, tales como, presión de prueba al cierre, presión diferencial para el accionamiento, presión máxima de trabajo, etc. surgirán del Proyecto Ejecutivo.

Todas las válvulas mariposa a suministrar serán de eje horizontal y doble excentricidad de accionamiento manual, y deberán contar con mecanismo de reducción. El par requerido para su accionamiento será tal, que admita ser maniobrable por una sola persona.

##### Materiales constitutivos

- Cuerpo y Disco: Fundición Dúctil GGG 40 o superior
- Sello del Cuerpo: Acero Inoxidable con cobertura de Níquel
- Sello del Disco: EPDM montado en el disco, recambiable sin necesidad de desmontar el disco de la válvula
- Eje: Acero Inoxidable (13% Cr) o superior
- Sellos del eje: EPDM

##### Prueba en fábrica

El cuerpo de todas las válvulas se ensayará de acuerdo a la norma ISO 5208.

La presión de prueba hidrostática mínima será a 1,5 veces la presión nominal (PN).

La presión de prueba de estanqueidad mínima será 1,1 veces la presión nominal (PN).

### Kit de recambio y/o reposición

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de las válvulas mariposa en una relación de uno por cada 5 a suministrar.

### A.8.7. Válvulas de compuerta

#### Ubicación

Se colocarán válvulas de compuerta:

- como válvulas de cierre para los by-pass de las válvulas mariposas en línea,
- para los desagües de todos los tramos de la cañería,
- para el cierre de aislamiento de las válvulas de aire,
- en las salidas para conexión de los servicios de ruta y
- en los múltiples de los dispositivos antiarriete.

#### Características

Las válvulas de compuerta serán de accionamiento manual, con cierre estanco.

Las válvulas para los desagües incluirán vástago de maniobra y el resto contarán con volante de maniobra.

Las válvulas serán bridadas y las bridas serán dimensionadas y taladradas según normativa ISO para la presión nominal correspondiente a cada tramo de la cañería.

#### Materiales constitutivos

- Cuerpo y tapa: Fundición Dúctil GGG 40 o superior
- Junta cuerpo - tapa: EPDM
- Cierre: Fundición Dúctil GGG 40 o superior con guías centrales que eviten el rozamiento del caucho en zonas de cierre al accionar la válvula. Totalmente revestido en EPDM.
- Eje: Acero Inoxidable (13% Cr) o superior. Su sección tendrá la robustez apropiada a los esfuerzos que deberá soportar.
- Sellos: El sello entre el eje y el cuerpo de la válvula debe asegurarse a través de un sello mecánico apropiado, no admitiendo el uso de empaquetadura que requiera mantenimiento periódico.

#### Prueba en fábrica

El cuerpo de todas las válvulas se ensayará de acuerdo a la norma ISO 5208.

La presión mínima de prueba hidrostática sobre el cuerpo será a 1,5 veces la presión nominal (PN).

La presión mínima de prueba de estanqueidad sobre el cierre será 1,1 veces la presión nominal (PN).

### A.8.8. Válvulas de aire

#### Ubicación

Las válvulas de aire se ubicarán en los puntos de cotas altas relativas de la cañería. Estos puntos serán determinados en la etapa de Proyecto Ejecutivo, para las

condiciones de servicios indicadas en estas especificaciones. En el caso de válvulas de aire a instalar en tuberías de agua bruta, deberán ser aptas para trabajo con sólidos.

Características:

Las válvulas de aire a suministrar deberán ser aptas para una triple función:

- a) deberán permitir la salida del aire durante el llenado de agua de la cañería,
- b) deberán permitir la entrada del aire durante el vaciado de la cañería y
- c) deberán permitir el escape de aire acumulado en la cañería durante el servicio.

Las válvulas de aire a colocar en los puntos a determinar que, por la cota del terreno resulten claves para el llenado y vaciado de la cañería, serán de tipo "anti-slam". Estas válvulas tendrán el propósito adicional de asegurar un cierre sin impacto en el proceso de llenado brusco, permitiendo, además, la máxima capacidad de evacuación de aire.

Materiales constitutivos:

- Cuerpo: Fundición Dúctil GGG 40 o superior
- Sellos: EPDM
- Revestimiento interior y exterior: Epoxi
- Bridas y taladrado: según ISO y PN correspondiente al tramo de la conexión

Kit de recambio y/o reposición:

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de las válvulas de aire en una relación de uno por cada ocho a suministrar.

En el caso del "oído" o su equivalente (el cual tiene por propósito permitir el escape de burbujas de aire), se suministrará un kit de las piezas que lo compongan por cada cuatro válvulas a suministrar.

A.8.9. Válvulas de retención en sistemas antiariente (Tanques Unidireccionales)

Se cotizarán válvulas de retención de clapeta, según anteproyecto anexo al presente pliego, para ser instaladas en los múltiples de conexión para los Sistemas Antiariente (tanques unidireccionales). Valen las especificaciones indicadas en el punto **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y las características que surjan del Proyecto Ejecutivo.

Kit de recambio y/o reposición:

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de estas válvulas en una relación de uno por cada cuatro a suministrar.

A.8.10. Juntas de desmontaje autoportantes

Se suministrarán juntas de desmontaje autoportante de fundición dúctil, a bridas, para permitir el retiro de válvulas y equipos. También se suministrarán juntas de montaje e intervención, fabricadas completamente en acero inoxidable o fundición dúctil.

Las juntas de desmontaje autoportante tendrán bridas que deberán ser del mismo tipo o normativa que las bridas de las piezas vecinas con las cuales se acoplarán. Cada junta se deberá suministrar dotada de su correspondiente juego de espárragos, tuercas, etc.

Todos los elementos de bulonería, incluidos los de menor tamaño (menor o igual a 12 mm) deberán ser de acero inoxidable.

El oferente presentará especificaciones de la junta que ofrece, indicando medidas, tolerancias y especificando los materiales constitutivos de los elementos que la componen.

#### A.8.11. Elementos para desagües

El desagüe completo estará compuesto por una Te de vaciado con derivación tangencial a brida, un empalme doble brida de longitud 1m y una llave de paso.

Se suministrará el alargamiento del vástago necesario para la maniobra desde la superficie, su sistema de fijación a la cámara, la caja de superficie y los elementos de protección necesarios.

Para todos los tramos de la cañería, las válvulas de desagüe serán tipo compuerta con vástago de maniobra.

#### A.8.12. Elementos para la conexión de válvulas de aire

Las válvulas de aire no tendrán sistema de cierre incluido, sino que estarán provistas de una llave de paso inferior (válvula de compuerta con volante) con el fin de permitir ser aislada del resto de la instalación.

En los casos en que la cañería tenga una tapada excesiva, se preverá el suministro de empalmes doble brida para elevar las válvulas de escape de aire, impidiendo que resulten excesivamente enterradas.

#### A.8.13. Elementos para la conexión y anclaje de válvulas

El contratista deberá presentar un croquis propuesto para la instalación de los by-passes sobre la línea principal, indicando las piezas a colocar y verificando los cálculos hidráulicos.

Se suministrarán todos los elementos necesarios para conectar y anclar las válvulas, que se intercalan en las cañerías, a las cámaras y, por cada válvula, se colocará una junta de desmontaje autoportante que permita su eventual montaje y retiro. En el caso que, por razones de espacio, no se pueda contar con macizos de anclaje, se colocarán juntas de tipo acerrojadas.

En el Anteproyecto se ha propuesto el anclaje de las válvulas mediante cámaras de anclaje cuyo diseño será ajustado en la fase de Proyecto Ejecutivo.

## B. SUMINISTROS PARA EBAB/PTAP/EBAT

El presente capítulo tiene por objeto reunir las características de los principales suministros que el Contratista deberá entregar, montar o incluir para cumplir debidamente con el objeto de la obra. La lista no pretende ser exhaustiva, ni detallar el total de suministros que el Contratista deberá entregar para el cumplimiento de la totalidad del Contrato.

Los materiales presentados son indicativos, siendo necesario verificar los mismos en etapa de Proyecto Ejecutivo. Particularmente en el caso de la estación de bombeo de agua bruta (incluida su impulsión), los materiales a instalar deben ser aptos para contacto eventual con agua salobre del Río de la Plata.

En lo que refiere a los repuestos a considerar, valen las condiciones descritas en el documento de Especificaciones Técnicas Generales, a menos que en los siguientes puntos se establezcan condiciones particulares.

### B.1. Equipos electromecánicos

#### B.1.1. Generalidades

Las secciones siguientes incluyen lo referente a los equipos categorizados como electromecánicos.

Se establecen condiciones generales que deben cumplir los bienes así clasificados en cuanto a antecedentes de las marcas, presencia en el mercado y respaldo post venta.

Dentro de la categoría de equipos electromecánicos se incluyen, a título enunciativo y no taxativo, los siguientes suministros:

- Equipos de bombeo
- Bombas dosificadoras y accesorios
- Floculadores Mecánicos
- Agitadores Mecánicos
- Equipo de espesado y deshidratación mecánica de lodos
- Sopladores
- Generadores de productos químicos

#### B.1.2. Bombas Principales

##### B.1.2.1. *Bombas elevadoras de agua bruta (EBAB)*

- Designación: BC100-1; BC100-2; BC100-3 y BC100-4.
- Cantidad: cuatro (4).

#### Generalidades:

- Instalación: se instalarán cuatro equipos (3 en operación + 1 de respaldo). Tendrán succión individual desde pozo húmedo en estructura de bombeo asociada a la obra de toma.
- Funcionamiento: Las bombas se controlarán enlazadas a un caudalímetro electromagnético instalado a la salida de la EBAB. El control del caudal elevado se realizará en función de las necesidades de agua en la PTAP. Todos los equipos de bombeo contarán con variador de frecuencia, y la operación de equipos en paralelo debe considerar que todos operen a la misma frecuencia.

Puntos de funcionamiento:

- Punto 1:
  - Caudal: 973 l/s.
  - Altura manométrica total: 35,0 mca.
  - Rendimiento mayor o igual a 85% (+/- 2%)
- Punto 2:
  - Caudal: 843 l/s.
  - Altura manométrica total: 40,0 mca.
  - Rendimiento mayor o igual a 82% (+/- 2%)
- NPSH\_requerido: menor a 7mca.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga, radialmente partida, con eje instalado en posición vertical.
- Tipo de instalación: en seco, con codo de succión inferior y con motor desacoplado de la bomba e instalado en nivel seguro (no inundable). El eje de transmisión desde motor a equipo de bombeo debe contar con el dimensionamiento adecuado por parte del proveedor, y contar con rodamientos de apoyo intermedios.
- Rotor: tipo cerrado (“enclosed” or “closed”) y de tipo inatascable.
- Materiales: los materiales indicados son orientativos a verificar en proyecto ejecutivo.
  - Material del rotor: Acero Inoxidable clase SCS14 o equivalente.
  - Material carcasa: Hierro fundido.
  - Eje de transmisión motor a bomba: acero inoxidable o fibra de carbono.
- Motor eléctrico:
  - apto para cubrir todo el rango de operación de la bomba,
  - apto para trabajo con variador de frecuencia,
  - voltaje: 6,3 kV,
  - frecuencia: 50 Hz,
  - protección de motor: IP 55,
  - aislamiento: clase F,
  - potencia estimada: 450 kW,
  - número de polos estimado: 10.

- Producto a transportar: agua bruta del Río de la Plata, con contenido de sólidos (tamaño máximo de partícula 10 mm). Todos los materiales deben ser aptos para bombeo de agua salobre (“brackish water”).
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.
- Deben ser suministrados para cada equipo todos los elementos accesorios que permitan su correcta instalación y operación; como mínimo:
  - base del motor,
  - pedestal del motor,
  - placa de base,
  - eje de transmisión desde el motor hasta la bomba, acoples, caja de rodamiento y bujes de presión autocentrantes entre otros.
  - juego de anclajes,
  - juego de acoples y protector,
  - dos sensores de vibración para cojinete de empuje (x-x, y-y),
  - dos sensores de temperatura (uno para cada cojinete),
  - mano vacuómetro para succión,
  - manómetro para descarga,
  - juego de herramientas especiales.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.2. Bombas de recalque a Pólder*

- Designación: BC101-1; BC101-2 y BC101-3.
- Cantidad: tres (3).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán tres equipos (2+1R), succionando desde recinto lateral a la cámara de carga de agua bruta de la PTAP. La succión de cada equipo deberá ser individual.
- Funcionamiento: Las bombas se controlarán enlazadas a un caudalímetro electromagnético DN 500 mm instalado a la salida de la estación de recalque. El control del caudal elevado se realizará en función de la configuración operativa del Pólder. La consigna normal de operación es la de Recalque hacia Pólder de una porción del agua bruta (30%) bombeada desde la obra de toma al sistema Pólder + PTAP.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal unitario: 300 l/s.
  - Altura manométrica total: 20,0 m.
  - Altura geométrica: 6,50 m.

- Rendimiento mayor o igual a 75% (+/- 2%)

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga de eje horizontal y carcasa de voluta partida con succión y descarga en línea (In-line).
- Rotor: tipo cerrado.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Motor eléctrico:
  - apto para cubrir todo el rango de operación de la bomba,
  - apto para trabajo con variador de frecuencia,
  - voltaje: 380 V,
  - frecuencia: 50 Hz,
  - protección de motor: IP 55,
  - aislamiento: clase F,
  - potencia estimada: 93,2 kW,
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Tamaño máximo de las partículas: 10 mm.
- Producto a transportar: agua bruta (eventual de agua salobre).
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.3. Bombas de lavado de filtros*

- Designación: BS105-1; BS105-2; BS105-3 y BS105-4.
- Cantidad: cuatro (4).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán cuatro equipos (2+2R), dos (1+1R) en cada batería de filtración. Para instalar en tubería DN 800 mm con Tee lateral, válvula de retención y tapa bridada abulonada para extracción de bombas.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad "ON/OFF", habilitada por la secuencia de lavado de filtros.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 810 l/s.
  - Altura manométrica total: 6,0 m.
  - Altura geométrica: 2,2 m.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: sumergible de eje vertical tipo “propeller” instalada en tubo.
- Rotor: tipo hélice.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sello del eje: junta de amianto.
- Motor eléctrico: 80 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 66, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Rendimiento conjunto > 75%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: lodo sedimentado (proveniente de proceso de floculación con sulfato de aluminio y sedimentación laminar) con una concentración de sólidos suspendidos menor a 5 g/L.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.4. Bombas de extracción de lodo*

- Designación: BC201-1; BC201-2 y BC201-3.
- Cantidad: tres (3).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán tres (3) equipos, uno para cada módulo de sedimentación y un tercero en stand-by (con posibilidad de entrada a cualquiera de los dos módulos), el cual operará a velocidad variable, succionando directamente del ducto inferior de recolección de lodos sedimentados.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad “ON/OFF”, y el arranque y la parada de la misma se efectuará en forma automática. La operación será secuencial, sujeta a los parámetros de frecuencia y duración establecidos en el tablero de control.
- Los lodos purgados de los sedimentadores son bombeados hacia el tanque pulmón de lodos.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 570 l/s.
  - Altura manométrica total: 11,2 m.
  - Altura geométrica: 5,6 m.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga simple o multietapa de eje horizontal.
- Rotor: tipo vortex.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 90 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Rendimiento conjunto > 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: lodo sedimentado (proveniente de proceso de floculación con sulfato de aluminio y sedimentación laminar) con una concentración de sólidos suspendidos menor a 5 g/L.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.5. Bombas elevadoras de agua potable (EBAT)*

- Designación: BC107-1; BC107-2; BC107-3 y BC107-4.
- Cantidad: cuatro (4).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán cuatro equipos (3+1R), succionando desde una tanquilla o canal de succión que recibe el agua desde los depósitos de agua filtrada. La succión de cada equipo es individual.
- Funcionamiento: las bombas se controlarán enlazadas a un caudalímetro electromagnético DN 900 mm instalado a la salida de la EBAT. El control del caudal elevado se realizará en función de las necesidades de agua en el sistema Metropolitano y en particular del nivel de agua en el tanque de succión del Recalque de Melilla. Las consignas de operación serán definidas una vez que el sistema integrado con Aguas Corrientes se ponga en operación.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 2.222 m<sup>3</sup>/h
  - Altura manométrica total: 145,0 m.
  - Rendimiento mayor o igual a 82% (+/- 2%)
  - NPSH\_requerido: menor a 8,0 mca.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga de eje horizontal y carcasa de voluta partida con succión y descarga en línea (In-line).
- Rotor: tipo cerrado.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Motor eléctrico:
  - apto para cubrir todo el rango de operación de la bomba,
  - apto para trabajo con variador de frecuencia,
  - voltaje: 6,4 kV,
  - frecuencia: 50 Hz,
  - protección de motor: IP 55,
  - aislamiento: clase F,
  - potencia estimada: 1.250 kW,
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Tamaño máximo de las partículas: N/A.
- Producto a transportar: agua potable.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.6. Bombas en ampliación recalque Melilla*

- Designación: Bomba 05, 06 y 07.
- Cantidad: tres (3).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán tres equipos (3), succionando desde el múltiple de succión del recalque existente (a extender) y descargando en el múltiple de impulsión (a extender) hacia la troncal Cerrito.
- Funcionamiento: El control del caudal elevado se realizará en función de las necesidades de agua en el sistema Metropolitano y en particular del nivel de agua en el tanque de succión del Recalque de Melilla. Las consignas de operación serán definidas una vez que el sistema integrado con Aguas Corrientes se ponga en operación.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 2.000 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 50,0 mca.

- Rendimiento mayor o igual a 82% (+/- 2%)
- NPSH\_requerido: menor a 8,0 mca.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga de eje horizontal y carcasa de voluta partida con succión y descarga en línea (In-line).
- Rotor: tipo cerrado.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Motor eléctrico:
  - apto para cubrir todo el rango de operación de la bomba,
  - apto para trabajo con variador de frecuencia,
  - voltaje: 690,
  - frecuencia: 50 Hz,
  - protección de motor: IP 55,
  - aislamiento: clase F,
  - potencia estimada: 340 kW,
- Con variador de frecuencia.
- Tamaño máximo de las partículas: N/A.
- Producto a transportar: agua potable.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.7. Bombas de conducción a espesadores mecánicos*

- Designación: BC201-4 y BC201-5.
- Cantidad: dos (2).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán dos (1+1R) equipos, con succión positiva tomando desde el TP1 y conduciendo hacia espesadores mecánicos.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad "ON/OFF", enlazadas con el funcionamiento de los espesadores mecánicos, controlado por los niveles en TP1.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 320 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 10,0 m.
  - Altura geométrica: 7,8 m.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga simple o multietapa de eje horizontal.
- Rotor: tipo vortex.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 11 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Rendimiento conjunto > 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: lodo sedimentado (proveniente de proceso de floculación con sulfato de aluminio y sedimentación laminar) con una concentración de sólidos suspendidos menor a 5 g/L.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.8. Bombas de conducción a espesadores DAF*

- Designación: BS202-1 y BS202-2.
- Cantidad: dos (2).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán dos (1+1R) equipos, con succión positiva tomando desde el TP1 y conduciendo hacia espesadores mecánicos.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad "ON/OFF", enlazadas con el funcionamiento de los espesadores mecánicos, controlado por los niveles en TP1.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 560 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 8,5 m.
  - Altura geométrica: 7,3 m.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga simple o multietapa de eje horizontal.
- Rotor: tipo vortex.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.

- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 22 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Rendimiento conjunto > 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: agua de lavado de filtro con una concentración de sólidos suspendidos menor a 1 g/L. .
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.9. Bombas de saturación*

- Designación: BA202-1; BA202-2 y BA202-3.
- Cantidad: tres (3).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán tres (2+1R) equipos en la sala de bombas de la casa química, con succión positiva tomando desde el TP4 e inyectando agua saturada hacia las unidades de flotación DAF de espesado de agua de lavado de filtros.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad "ON/OFF", enlazadas con el funcionamiento de las unidades DAF.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 10,6 L/s.
  - Altura manométrica total: 65 m.
  - Contenido de aire: 10-12%.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: bomba centrífuga de eje horizontal de saturación de aire en agua.
- Rotor: especial para saturación de aire en agua.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 18,5 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Rendimiento conjunto > 65%.

- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: agua flotada con turbiedad menor a 5 NTU.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Los equipos deben incluir todos los accesorios necesarios para su funcionamiento:

- Filtros, manómetros, vacuómetros, rotámetros de aire, válvulas de aguja, tanque de purga de aire, etc.

#### Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### *B.1.2.10. Bombas de recirculación de clarificados de espesados a cabecera*

- Designación: BC204-1 y BC204-2.
- Cantidad: dos (2).

#### Generalidades:

- Instalación: se instalarán dos (1+1R) equipos en la sala de bombas de la casa química, con succión positiva tomando desde el TP4 y enviando a cabecera de proceso.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad "ON/OFF", la operación se encontrará sujeta a los niveles del TP4.

#### Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 945 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 15,6 m.
  - Altura geométrica: 4,6 m.

#### Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: centrífuga simple o multietapa de eje horizontal.
- Rotor: tipo cerrado.
- Material del rotor: Acero Inoxidable.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 60 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.
- Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
- Rendimiento conjunto > 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: agua flotada con turbiedad menor a 5 NTU.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

### Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### *B.1.2.11. Bombas de conducción a centrífugas decanter*

- Designación: BP203-1; BP203-2 y BP203-3.
- Cantidad: tres (3).

#### Generalidades:

- Instalación: se instalarán dos (1+1R) equipos, los que operarán a velocidad constante (seteable) succionando desde el tanque pulmón TP2 de lodos espesados, bombeando el lodo hacia las centrífugas de deshidratación de lodos.
- Funcionamiento: en condiciones de operación normal, se tienen 2 bombas operativas + 1 bomba stand-by; no obstante cabe la posibilidad de incrementar la capacidad de deshidratación de lodo mediante la operación en paralelo de las bombas, bombeando independientemente hacia las respectivas centrífugas de deshidratación, quedando una bomba como respaldo. La selección de la bomba que funcionará se efectuará manualmente por medio de llave selectora. Las bombas operarán en la modalidad "ON/OFF", y el funcionamiento de las mismas se realizará en forma programada sobre una base de 16 horas diarias (2 turnos de 8hs cada uno). El tanque pulmón de lodos digeridos desde el cual succionan las bombas tiene una capacidad de almacenamiento de 24 horas. En caso de un bajo nivel en el tanque pulmón de lodos digeridos, las bombas contarán con un dispositivo de protección contra funcionamiento en seco. La operación de las bombas estará enlazada con las centrífugas de deshidratación de lodos, las bombas dosificadoras de polímeros y los tornillos de transporte de lodos deshidratados hacia las volquetas.

#### Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 36 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 12,4 m.
  - Altura geométrica: 9,5 m.

#### Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: de cavidad progresiva.
- Carcasa: de hierro fundido nodular.
- Rotor: Cromo acero - cromado - UM40. Estator: SBE.
- Producto a transportar: lodos provenientes de tratamiento de potabilización (coagulante utilizado sulfato de aluminio y floculante polímero), espesado y por tanto con alto contenido de sólidos (4 a 6%).
- Presión de aspiración: en carga

- Régimen de trabajo: continuo, vinculado a la operación de las centrífugas de deshidratación de lodos, bombas dosificadoras de polímero y tornillos de transporte de lodos.
- Tamaño máximo de las partículas: 10 mm
- Producto corrosivo y abrasivo
- Temperatura mínima / máxima: 5 – 20 °C
- Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba. El fabricante establecerá el set-point de accionamiento del sistema de recirculación.
- Equipada con conexión CIP (“cleaning in place”) para limpieza del rotor y estator.
- Equipada con alarma y detención del motor para el caso de funcionamiento en seco.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

*B.1.2.12. Bombas de recirculación de desagües a cabecera de proceso*

- Designación: BS401-1; BS401-2 y BS401-3.
- Cantidad: tres (3).

Generalidades:

- Instalación: se instalarán tres (2+1R) equipos en el pozo de bombeo de recirculación el que conducirá el líquido a cabecera de proceso.
- Funcionamiento: La bomba operarán en la modalidad “ON/OFF”, la operación se encontrará sujeta a los niveles del PB determinados por sensor de nivel.

Punto de funcionamiento:

- El punto de funcionamiento garantizado será:
  - Caudal: 570 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura manométrica total: 17,0 m.
  - Altura geométrica: 13,3 m.

Características de la bomba y del fluido a conducir:

- Tipo: bomba centrífuga sumergible.
- Rotor: tipo vortex o semiabierto.
- Material del rotor: Hierro fundido nodular.
- Material carcasa: Hierro fundido.
- Sellos mecánicos dobles.
- Motor eléctrico: 60 kW, 380 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 55, totalmente cerrado, aislamiento clase F.

- Rendimiento conjunto > 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 5 mm.
- Producto a transportar: desagüe de unidades con contenido de sólidos.
- Temperatura del fluido: 5-20 °C.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

**B.1.3. Bombas Secundarias**

**B.1.3.1. Bombas de drenaje en EBAB**

Se deberán considerar los siguientes equipos de bombeo de tipo sumergibles, para tareas de drenajes dentro de la EBAB.

- Equipo de bombeo a instalar en cámara de entrada de agua bruta.
  - Cantidad: 2 (sistema 1+1);
  - Caudal: 40 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura: 20mca.
- Equipo de bombeo a instalar en sala de bombas.
  - Cantidad: 2 (sistema 1+1);
  - Caudal: 35 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura: 20mca.

**B.1.3.2. Bombas de extracción de pozo profundo en predio de EBAB**

Se deberá considerar el suministro e instalación de un equipo de bombeo apto para extracción de agua de pozo.

- Equipo de bombeo a instalar en pozo.
  - Cantidad: 1;
  - Caudal: 10 m<sup>3</sup>/h.
  - Altura: 60mca (a definir con prospección y ensayo de bombeo).
- Adicionalmente:
  - Dosificadora para hipoclorito de sodio. Tipo diafragma, 30 litros por hora.
  - Dosificadora para alcalinizante. Tipo diafragma, 60 litros por hora.

B.1.3.3. Bombas de alimentación a eyectores de cloro

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de alimentación a eyectores de cloro (BC301-1; BC301-2 y BC301-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua potable con cloro.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua tratada (EBAT).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Alimentación a eyector de pre y postcloración para generar el vacío necesario para la contrapresión de diseño del sistema.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 5,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	5 L/s
9.2. Altura manométrica total:	61,5 mca
9.3. Altura geométrica:	7,0 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con funcionamiento de clorador.

*B.1.3.4. Bombas de redilución de productos químicos (sulfato de aluminio)*

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de redilución de solución de Sulfato de Aluminio (BC301-4 y BC301-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Redilución de solución de Sulfato de Aluminio hasta una concentración máxima del 5%.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	13,5 m <sup>3</sup> /h
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	25 mca
<b>9.3. Rendimiento conjunto:</b>	> 65%
<b>9.4. Succión:</b>	Positiva.
<b>9.5. Modo de operación:</b>	On/Off.

*B.1.3.5. Bombas de redilución de productos químicos (alcalinizante)*

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de redilución de solución de Soda Cáustica (BC301-6 y BC301-7).
	Bombas centrífugas de eje horizontal

<p><b>3. TIPO DE EQUIPO:</b></p>	<p>(simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.</p>
<p><b>4. UBICACIÓN:</b></p>	<p>Casa química, sector dosificación.</p>
<p><b>5. FUNCIÓN:</b></p>	<p>Redilución de solución de Soda Cáustica hasta una concentración máxima del 5%.</p>
<p><b>6. MOTORES:</b></p>	<p>Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,1 kW</p>
<p><b>7. CANTIDAD:</b></p>	<p>(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by</p>
<p><b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b></p>	<p>Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.</p>
<p><b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b></p> <p><b>9.1. Caudal de Diseño:</b></p> <p><b>9.2. Altura manométrica total:</b></p> <p><b>9.3. Rendimiento conjunto:</b></p> <p><b>9.4. Succión:</b></p> <p><b>9.5. Modo de operación:</b></p>	<p>7,0 m<sup>3</sup>/h 25 mca &gt; 65% Positiva.  On/Off.</p>

B.1.3.7. Bombas de presurizadoras de abastecimiento de agua potable en PTAP

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas presurizadoras de abastecimiento de agua potable a servicio (BC108-1 y BC108-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua potable con cloro.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua tratada (EBAT).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Alimentación alternativa de la red de agua de servicio, cuando no exista presión suficiente en la tubería de impulsión de la EBAT.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 15,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Depósito de membrana de 50 L de capacidad a instalar en el múltiple de impulsión de las bombas, provisto de válvula de corte, manómetro y presóstato. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	17,5 m <sup>3</sup> /h
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	45,0 mca
<b>9.3. Rendimiento conjunto:</b>	> 65%
<b>9.4. Succión:</b>	Positiva.
<b>9.5. Modo de operación:</b>	On/Off, enlazado con presóstato.



*B.1.3.8. Bombas de presurizadoras de abastecimiento a red de riego y limpieza*

<b>1.PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2.DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas presurizadoras de red de limpieza y riego.
<b>3.TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.
<b>4.UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5.FUNCIÓN:</b>	Presurización de red de limpieza y riego.
<b>6.MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,2 kW
<b>7.CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8.MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9.CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	15,0 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	30 mca
9.3. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.4. Succión:	Positiva.
9.5. Modo de operación:	On/Off.

*B.1.3.9. Bombas de llenado de silos de coagulante*

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de llenado de silos de sulfato (BC301-8 y BC301-9).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para solución concentrada de sulfato de aluminio al 50%, densidad 1.35 – 1.4º Kg/L, corrosivo y abrasivo, tamaño máximo de partícula 5mm, insolubles <0.2% (en peso)

<p><b>4. UBICACIÓN:</b></p>	<p>Silos de sulfato de aluminio.</p>
<p><b>5. FUNCIÓN:</b></p>	<p>Llenado o carga de silos de sulfato de aluminio.</p>
<p><b>6. MOTORES:</b></p>	<p>Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,2 kW</p>
<p><b>7. CANTIDAD:</b></p>	<p>(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by</p>
<p><b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b></p>	<p>Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.</p>
<p><b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b></p> <p><b>9.1. Caudal de Diseño:</b></p> <p><b>9.2. Altura manométrica total:</b></p> <p><b>9.3. Rendimiento conjunto:</b></p> <p><b>9.4. Succión:</b></p> <p><b>9.5. Modo de operación:</b></p>	<p>30 m<sup>3</sup>/h 15,0 mca &gt; 65% Positiva.</p> <p>On/Off, accionamiento manual.</p>

B.1.4. Bombas Dosificadora de producto químico (sulfato de aluminio)

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Sulfato de Aluminio (BP301-1 y BP301-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para SULFATO DE ALUMINIO. Concentración de dosificación = 48%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (coagulación).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,50 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Sulfato de Aluminio (48%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316. Rotor: AISI 316. Estator: Elastómero EP. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.500 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

B.1.5. Bombas Dosificadora de producto químico (alcalinizante)

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Soda Cáustica (BP301-5 y BP301-6).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para SODA CÁUSTICA. Concentración de dosificación = 36%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector silos de acopio de soda.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (alcalinización).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Soda Cáustica (36%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316. Rotor: AISI 316. Estator: Elastómero EP. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.100 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con sensor de pH en salida cámara de contacto.

B.1.6. Bombas Dosificadora de producto químico (polímero de espesado)

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Espesado Mecánica (BP302-1; BP302-2; BP302-3 y BP302-4).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación de lodo previo a espesado).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(cuatro) 4: 3 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Espesado DAF (BP303-1 y BP303-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación agua de lavado de filtros).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Deshidratación (BP304-1; BP304-2 y BP304-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIONICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación de lodo previo a deshidratación).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,20 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE. Garantía: ver ETG. Repuestos: ver ETG.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	6.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

B.1.7. Bombas Dosificadora de producto químico (polímero de proceso)

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Proceso (BP301-3 y BP301-4).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIONICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación agua bruta).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,20 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE. Garantía: ver Pliego Técnico General.. Repuestos: ver Pliego Técnico General..
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	6.000 L/h 2 bar
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	2 bar
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.
<b>9.3. Modo de operación:</b>	

B.1.9. Generador de Dióxido de Cloro

1. <b>PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
2. <b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Equipo para generación de Dióxido de Cloro para combate de mejillón dorado, con capacidad de aplicación de hasta 12,7 kg/h.
3. <b>TIPO DE EQUIPO:</b>	Generación de dióxido de cloro a partir de Ácido Sulfúrico (78%) y Clorato de Sodio (solución comercial Purate®). El proveedor podrá proponer otro tipo de equipamiento, incluyendo todos los equipos secundarios necesarios.
4. <b>UBICACIÓN:</b>	Estación de Bombeo de Agua Bruta EBAB.
5. <b>FUNCIÓN:</b>	Combate mejillón dorado.
6. <b>CANTIDAD:</b>	(Dos) 2: 1 operativo + 1 respaldo.
8. <b>MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para trabajo con los productos químicos requeridos para la generación de ClO <sub>2</sub> . Garantía: ver Pliego Técnico General.. Repuestos: ver Pliego Técnico General..
9. <b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	<p>9.1. <b>Capacidad máxima aplicación ClO<sub>2</sub>:</b> 12,7 kg/h.</p> <p>9.2. <b>Capacidad normal de aplicación ClO<sub>2</sub>:</b> 3,8 kg/h.</p> <p>9.3. <b>Tanque acopio Ácido Sulfúrico al 78%:</b> 5.000 litros (PRFV).</p> <p>9.4. <b>Tanque acopio solución Purate®:</b> 5.000 litros (PRFV).</p> <p>9.5. <b>Bomba presurización generador:</b> 10 m<sup>3</sup>/h – 75 mca (apta para agua con bajo contenido de sólidos). Cantidad 2 (1+1).</p> <p>9.6. <b>Bomba transferencia Ácido Sulfúrico al 78%:</b> 10 m<sup>3</sup>/h (material polipropileno). Cantidad 1.</p> <p>9.7. <b>Bomba transferencia Purate®:</b> 10 m<sup>3</sup>/h (material polipropileno). Cantidad 1.</p> <p>9.8. <b>Modo de operación:</b> Funcionamiento manual o automático con consigna en kg/h. Automatismo con enlace a caudalímetro de EBAB (una vez establecida la consigna de kg/h, variación proporcional al caudal).</p> <p>9.10 <b>Sistema de filtrado para alimentación de agua sin contenidos de sólidos al equipo generador:</b> Mediante 3 filtros de anillas (200 micras) y de tipo autolimpiantes. Se deberá suministrar tanque de acopio con capacidad</p>

mínima de  $10\text{m}^3$  y bombas para lavado de filtros (2 bombas, caudal:  $15\text{m}^3/\text{h}$ , altura 35mca.

## B.1.10. Floculadores Mecánicos

### B.1.10.1. Generalidades

En cada cámara de floculación mecánica se instalará un agitador mecánico (total 24). El objeto de estos equipos es la de proporcionar agitación mecánica lenta cuya función es la de promover la formación, agregación y acondicionamiento de los flocs para la etapa de sedimentación.

Los agitadores de floculación serán turbinas de flujo axial accionadas por motores eléctricos acoplados a reductores de velocidad. La velocidad de rotación se regulará mediante variador de frecuencia.

### B.1.10.2. Requisitos operativos

Características principales de los floculadores mecánicos (FM102-1 a FM102-24):

- Cantidad: 24.
- Geometría de la cámara de floculación: Largo = 4,40 m; Ancho = 5,30 m; h útil = 4,00 m
- Rango de gradientes: 40 a 80 1/s.
- Con variador de frecuencia que permitirá disminuir la velocidad de rotación de las turbinas hasta en un 60%.

### B.1.10.3. Accionamiento

- **Motor eléctrico:**
  - Motor eléctrico de inducción
  - Eje vertical
  - Rotor tipo jaula de ardilla
  - Trifásico 380 V
  - Totalmente cerrado con ventilación exterior
  - IP 54
  - Cojinetes de rulemanes esféricos con lubricación protegida
- **Reductor de velocidad:**
  - Engranajes tipo helicoidal realizados en acero especial forjado en matrices teniendo los lados de los dientes debidamente cimentados
  - Los engranajes trabajarán bañados en aceite dentro de la carcasa de hierro fundido reforzada y resistente a la torsión dotada de una tapa para introducción de aceite, drenaje inferior e indicador de aceite
  - Los cojinetes serán de tipo rulemán, dimensionados para trabajo continuo.
  - El reductor se dimensionará para trabajar con factor de servicio mínimo igual a 2 en relación a la potencia consumida.
- **Cojinete superior con doble rulemán**
  - Será prolongado para interconexión del eje reductor de transmisión con los cojinetes para apoyo y guía del tipo cónico, dimensionado para soportar los esfuerzos radiales y axiales del conjunto en funcionamiento. El cojinete

tendrá engrasadores y se colocará fuera del nivel máximo de agua en el tanque, estando proyectado de modo de permitir la remoción del conjunto del accionamiento motor-reductor, sin necesidad de vaciar o retirar el sistema de agitación del tanque.

- La interconexión entre el eje del reductor y el eje de mezcla deberá realizarse a través de acoplamiento elástico.
- La distancia mínima entre rulemanes será de 1/6 del largo total del eje.

#### *B.1.10.4. Aspectos constructivos*

- **Base metálica**
  - Destinada al armado del conjunto moto-reductor de velocidad sobre losa superior de hormigón en la cámara de floculación, realizada con chapas de acero al carbono estructuradas con perfiles metálicos del mismo material.
- **Eje de transmisión**
  - Para interconexión de la hélice al eje de salida del reductor, totalmente realizado en acero inoxidable AISI-304. Indicar diámetro y largo del eje.
- **Impulsor tipo hélice**
  - Para instalación rígida en el extremo inferior del eje de transmisión, dotado de seis palas y estabilizadores en los extremos, totalmente realizado en acero inoxidable AISI-304, bronce u otro material a prueba de corrosión, no se aceptará acero al carbono revestido. Incluir el abastecimiento de elementos de fijación de las palas al eje de transmisión, totalmente realizados en acero inoxidable AISI 304.
- **Dispositivo antivórtice**
  - Se deberá instalar bajo la hélice de floculación, y deberá ser totalmente realizado en acero inoxidable AISI 304 u otro material a prueba de corrosión, no se aceptará acero carbono revestido.
- **Pintura**
  - Las partes metálicas que no sean acero inoxidable, deberán tener el siguiente procedimiento de limpieza y pintura:
  - Preparación de la superficie:
  - Remover todo aceite o grasa que eventualmente exista
  - Remover todas las rebabas e imperfecciones de soldadura según norma SSPC-PS-11-01-68T.
  - Limpieza chorro tipo: metal blanco, según norma SSPC-SP-10-63T.
  - Revestimiento
  - Material: coal-tar-epoxi según Norma SSPC-P-16-68T.

B.1.10.5. Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Floculadores mecánicos de DAF (FM202-1 y FM202-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	De eje vertical, para flujo axial o paletas perpendiculares al eje.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	En unidades de floculación mecánica de DAF. Se instalará 1 unidad en c/u de los 2 módulos de tratamiento en paralelo (Largo = 4,50 m; Ancho = 3,50 m; h útil = 4,00 m).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Agitación mecánica lenta cuya función es la de promover la formación, agregación y acondicionamiento de los flocs para la etapa de Flotación. Debe aplicar al líquido un gradiente hidráulico comprendido entre 40 y 80 s <sup>-1</sup> , (velocidad regulable de 15 a 40 rpm). Las unidades constituyen un TRH de 15 min. Se aplicará polímero como acondicionamiento previo.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,55 kW. Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Palas y eje construidos en Acero Inoxidable. Se deberá proveer de los soportes necesarios para fijar el mecanismo a la estructura de la unidad de floculación ejecutada en hormigón armado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Modo de operación:</b>	On/Off, funcionamiento continuo

	enlazado al tablero general de la planta. Velocidad parametrizable con variador de frecuencia.
--	--

#### B.1.11. Soplantes para lavado de filtros

Se suministrarán e instalarán tres (3) sopladores para el lavado de filtros de acuerdo a las siguientes especificaciones.

##### *B.1.11.1. Tipo y prestaciones*

Serán rotativos, clasificados como de desplazamiento positivo, con dos rotores conjugados los que podrán ser de perfil bilobular o trilobular según corresponda a la capacidad exigida y el diseño elegido por el fabricante.

Soplantes para lavado de filtros (C105-1; C105-2 y C105-3):

- Caudal de aire máximo: 4500 m<sup>3</sup>/h
- Diferencial de presión: 520 mbar
- Nivel de ruido a capacidad nominal: <90 dB (con cabina de insonorización)

##### *B.1.11.2. Accionamiento*

##### Motores

- Tipo: Asíncrono, rotor jaula de ardilla
- Tensión: 3AC, 400 V, 50 Hz.
- Clase de eficiencia: IE-2 ó superior de acuerdo a IEC 60034-30-2 2008
- Forma constructiva: IMB3
- Potencia nominal mínima: 10% superior a la máxima requerida por la unidad compresora
- Clase de servicio: S1
- Factor de servicio: 1.15
- Temperatura ambiente: 40° C
- Elevación de temperatura: 90° C
- Tipo aislamiento: Clase F
- Grado de protección: IP 55 de acuerdo a IEC 60034-5
- Instalación: A menos de 1000 m sobre el nivel del mar
- Arranque y control: Mediante convertidor de frecuencia.

##### Convertidores de Frecuencia

El control de los motores se efectuará por medio de convertidores de frecuencia los que deberán ser provistos por el mismo fabricante del soplador y se instalarán formando un conjunto integrado con el mismo.

### *B.1.11.3. Disposición general y aspectos constructivos*

El conjunto constituido por la unidad compresora, motor y accesorios irá montado sobre un bastidor de acero formando una unidad compacta.

Dicho conjunto comprenderá como mínimo:

- Unidad compresora
- Motor
- Poleas y correas de transmisión
- Filtro de aspiración reutilizable
- Bastidor de soporte
- Cubre correas
- Silenciador de admisión con filtro integrado provisto de indicador de suciedad.
- Silenciador de impulsión
- Apoyos antivibratorios
- Soporte elástico del motor
- Dispositivo de tensionado automático de las correas
- Válvula de alivio

El conjunto descrito estará contenido dentro de una envoltura metálica o cabina de insonorización la cual además de cumplir su función de atenuación de las emisiones sonoras, permitirá un fácil acceso a efectos de llevar a cabo tareas de mantenimiento tales como cambio de filtros, aceite, ajustes y recambio de correas, para lo que contará con puertas de acceso adecuadas.

### *B.1.11.4. Unidad compresora*

El cuerpo de la unidad compresora constituido por la cámara de compresión y los dos cárteres laterales será de fundición gris SAE 120(GG 25) ó nodular (GG 40). Será de ejecución aleteada

Los rotores construidos en fundición irán montados sobre ejes ejecutados formando una sola pieza con aquellos ó en caso contrario en acero SAE 4140 o similar. Ambos conjuntos rotantes deberán estar estática y dinámicamente balanceados al grado Q 2.5 y descansarán sobre rodamientos de rodillos dimensionados para una vida L10 no menor a las 100.000 horas.

Los engranajes que vinculan ambos rotores serán de dientes rectos construidos de acero tratado térmicamente de clasificación SAE 8620 o similar.

La lubricación de rodamientos y engranajes será en baño de aceite y salpicado asistida por discos lubricadores u otros dispositivos equivalentes. Para evitar el pasaje del aceite a las cámaras de compresión se dispondrán sellos laberínticos y retenes.

Los cárteres contarán con indicación de nivel de aceite así como de tapones roscados a efectos de facilitar el recambio del aceite.

Los equipos se entregarán con la provisión de aceite requerida para el primer llenado.

#### *B.1.11.5. Cabina de Insonorización*

Los equipos se suministrarán provistos de cabina de insonorización construida en chapa de acero con terminación exterior con pintura en polvo. Interiormente tendrá un revestimiento de material fonoabsorbente auto extingible.

#### *B.1.11.6. Ensayo en fábrica*

Los equipos se ensayarán en fábrica en presencia de un técnico designado por OSE. Los ensayos se regirán por lo establecido en la norma ISO 1217 Displacement Compressors Acceptance Test, u otra especificación cuya equivalencia resultara aceptada por OSE. Los ensayos destinados a determinar los niveles de ruido producidos por los soplantes se encuadrarán dentro de lo establecido en la norma ISO 2151 Noise test code for compressors and vacuum pumps.

Previo a los ensayos el fabricante deberá presentar los correspondientes certificados de calibración de los instrumentos de medición que serán empleados en las pruebas, emitidos por una entidad independiente.

Como mínimo deberán relevarse:

Curvas características caudal-velocidad de giro a cuatro niveles de presión los cuales se acordarán, tomándose a su vez cinco puntos en cada curva.

En cada punto se medirán:

- Presiones de admisión e impulsión
- Temperaturas de admisión e impulsión
- Caudal impulsado
- Potencia consumida
- Nivel de ruido
- Una vez concluidos los ensayos a conformidad de OSE, se firmarán tres copias de los correspondientes protocolos.

#### *B.1.11.7. Manuales de operación y mantenimiento*

Se entregarán tres ejemplares de manuales de operación y mantenimiento escritos en idioma español.

#### *B.1.11.8. Repuestos y garantías:*

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

### B.1.12. Agitadores Mecánicos

#### *B.1.12.1. Generalidades*

Los agitadores serán compactos, de tipo de paleta de flujo axial movidos por motores eléctricos y con actuador de control de nivel para su arranque y parada.

Se trata de agitadores sumergibles con hélice de diseño abierto, construido de forma que sus componentes hidromecánicos y eléctricos conformen una unidad. El motor deberá estar acoplado directamente al agitador.

### B.1.12.2. Requisitos operativos

Tanque pulmón de lodos de alta concentración TP1 (MS201-1 y MS201-2):

- Geometría del tanque: cilíndrica ( $\varnothing = 22,00$  m; h total = 6,50 m; h útil = 5,50 m).
- Cantidad: dos (2), a verificar por el proveedor en proyecto ejecutivo.
- Características del fluido: lodo con contenido medio de sólidos (0,50%).
- Empuje mínimo: 2500 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s (potencia específica entregada de referencia 5 W/m<sup>3</sup>).

Tanque pulmón de lodos de baja concentración TP3 (MS202-1 y MS202-2):

- Geometría del tanque: cilíndrica ( $\varnothing = 22,00$  m; h total = 6,50 m; h útil = 5,50 m).
- Cantidad: dos (2), a verificar por el proveedor en proyecto ejecutivo.
- Características del fluido: lodo con bajo contenido de sólidos (0,05%).
- Empuje mínimo: 2500 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s (potencia específica entregada de referencia 5 W/m<sup>3</sup>).

Tanque pulmón de lodos espesados TP2 (MS203-1):

- Geometría del tanque: cilíndrica ( $\varnothing = 15,00$  m; h total = 5,20 m; h útil = 4,20 m).
- Cantidad: uno (1), a verificar por el proveedor en proyecto ejecutivo.
- Características del fluido: lodo con alto contenido de sólidos (4,00%).
- Empuje mínimo: 1200 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s (potencia específica entregada de referencia 7,5 W/m<sup>3</sup>).

### B.1.12.3. Materiales

- Carcasa del motor: Acero inoxidable ASTM 316L
- Cubierta del estator: Hierro fundido, ASTM 35B
- Eje: Acero inoxidable (ASTM/AISI 431)
- Material de la hélice: ASTM 316L
- F<sub>propulsión</sub>: 100-200 N
- Alojamiento del aceite: Compuesto moldeable en láminas con base de viniléster
- Dispositivo de elevación: Acero inoxidable ASTM 316L
- Anillo de chorro: Acero inoxidable ASTM 304
- Aceite: Aceite de parafina ISO VG 32

- Juntas tóricas: Goma de nitrilo de serie.

#### *B.1.12.4. Motores*

Los motores serán de inducción con rotor jaula de ardilla confinado en una carcasa estanca al agua conteniendo aire como medio refrigerante. La tensión de servicio es de  $400 \pm 5\%$  V, trifásico AC, 50Hz.

El bobinado estatórico tendrá aislamiento clase H (+ 180 °C). El estator será tratado con tres baños y posterior horneado con barniz de igual clase de aislación y se fijará en su carcasa mediante calentamiento previo. No se admitirá el uso de bulones, tirantes roscados u otros dispositivos de fijación que impliquen penetración en la carcasa del estator.

El motor será de diseño específico para su empleo en agitadores sumergibles, y previsto para operación continua con temperaturas hasta 40°C del medio bombeado de modo que la temperatura promedio del bobinado estatórico no sobrepase los 80°C. El estator tendrá incorporados termocontactos en las tres fases, los que operarán a una temperatura de 140°C y un sensor analógico en al menos una de las fases que permita medir y registrar la temperatura.

Se suministrarán las curvas de desempeño del motor incluyendo parámetros tales como, par, corriente, factor de potencia, potencia consumida, potencia en el eje y eficiencia, además de información referida a las condiciones de arranque y funcionamiento en vacío.

Dado que los equipos operarán accionados por convertidor de frecuencia, los motores deberán ser aptos para esta modalidad.

#### *B.1.12.5. Caja de conexión*

La caja de conexiones deberá contar con dos borneras de terminales separadas entre sí, destinadas a la alimentación de potencia al motor y al cable de control. Los terminales serán del tipo de fijación roscada por compresión no admitiéndose otro sistema. La caja de conexiones constituirá un recinto separado de la carcasa del motor.

#### *B.1.12.6. Cables de potencia y control*

El agitador se suministrará con 25 metros de cable sumergible de potencia y control.

El cable de potencia deberá estar dimensionado de acuerdo a los estándares IEC y deberá tener la longitud suficiente de forma de alcanzar la caja de conexiones, sin ningún tipo de añadiduras. La cubierta exterior del cable será ejecutada en caucho clorado resistente al aceite y con baja absorción de agua. Deberá poseer, además, la flexibilidad mecánica requerida para soportar las sollicitaciones generadas a la entrada de la bomba.

Estará aprobado para soportar una temperatura mínima de 90°C.

Los cables al igual que el motor deberán soportar inmersión continua hasta una profundidad de 20 m sin pérdida de sus propiedades de estanqueidad.

La entrada de cables hacia la bomba consistirá en un conjunto formado por manguitos de elastómero y arandelas dispuestos de acuerdo a tolerancias estrechas respecto al cable. El conjunto actuará por compresión impidiendo la transmisión de esfuerzos del cable hacia las borneras de conexión. Deberá impedir un fácil recambio del cable.

#### B.1.12.7. Protecciones

- Motor

El estator incorporará termo contactos normalmente cerrados en cada fase del bobinado, de modo de que en caso de activarse generen una alarma y detengan el motor.

Sistema de sellado

Para el caso de falla del sistema de sellado se dispondrá de un sensor de presencia de agua en el baño de aceite, que dará la alarma y detendrá la unidad.

- Rodamientos

Los rodamientos estarán provistos de sensores PT100.

#### B.1.12.8. Equipo eléctrico

- **Tablero**

Contará con su correspondiente tablero eléctrico el que deberá ser armado y probado en fábrica por el propio fabricante.

El gabinete contendrá como mínimo los siguientes componentes por cada equipo de bombeo:

- Llave seccionadora principal
- Botón de parada de emergencia
- convertidor de frecuencia
- Ventiladores
- Unidad de control del agitador
- Borneras de potencia y control
- Canalizaciones
- Cierre con cerradura

- **Unidad de control**

En el frente del tablero se ubicará una unidad de control del equipo de agitador, la cual contará con pantalla LCD, teclado y luces indicadoras, exhibiendo las variables de estado de operación de ambos agitadores. Permitirá realizar el ajuste manual y la modificación de los parámetros de operación de los mismos.

Dispondrá como mínimo de:

- 3 entradas digitales
- 3 entradas analógicas de corriente (0-20/4-20 mA) y tensión (0-10V)
- salidas digitales de relé
- Interface para conexión Ethernet
- Funciones: La unidad de control incorporará las siguientes funciones de ajuste y monitorización: punto de trabajo, avisos y alarmas, registro de alarmas, selección del parámetro de control del sistema, posibilidad de configurar

puntos de trabajo alternativos, establecimiento de operación por presión proporcional.

#### *B.1.12.9. Repuestos y garantías:*

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### B.1.13. Espesador mecánico de lodos

##### *B.1.13.1. Generalidades*

Serán de tipo tambor rotativo, incorporando una unidad previa de floculación de lodo (con inyección de polímero) con agitador mecánico vertical y sistema de limpieza de tambor median aspersores de agua.

Procesarán el lodo sedimentado proveniente de tratamiento físico químico, coagulante empleado sulfato de aluminio y aplicación de polímero (previamente regulado y homogeneizado en TP1).

##### *B.1.13.2. Requisitos operativos*

Los Espesadores Mecánicos (EL201-1; EL201-2; EL201-3 y EL201-4) serán capaces de operar satisfactoriamente bajo las siguientes condiciones operativas:

- Cantidad: cinco (3+1R).
- Carga hidráulica: 73 m<sup>3</sup>/h.
- Carga de sólidos: 365 kgSS/h.
- Concentración del lodo de entrada: 0,35 – 0,50% de sólidos secos.
- Concentración del lodo de salida: 4-6%.
- Captura de sólidos: >90%.
- Consumo estimado de polímero: 2-4 kg/tonSS.

##### *B.1.13.3. Aspectos constructivos*

Los elementos que estén en contacto con agua (floculador, tambor,) deberán ser de Acero Inoxidable AISI 304L.

Skid y otros elementos en Acero Carbono con cobertura epóxica.

Motores eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásicos.

El motor del floculador y tambor contará con variadores de frecuencia.

##### *B.1.13.4. Repuestos y garantías:*

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### B.1.14. Centrífugas de deshidratación de lodo

##### *B.1.14.1. Generalidades*

La presente especificación corresponde al suministro e instalación de tres (3) Decaners Centrífugos (DC) con sus equipos asociados.

El proveedor del DC deberá o proveer o dar el visto bueno de las especificaciones técnicas de los equipos asociados:

- La bomba de descartes de barros al DC.
- La bomba dosificadora de polímeros al DC con su bomba de respaldo.

Los presentes equipos deberán ser tenidos en cuenta a los efectos del tablero del DC y las secuencias de arranque y parada.

Las presentes especificaciones podrán ser ajustadas en función de las características constructivas o funcionales de cada proveedor.

##### Tipo

Será del tipo cilindro rotativo o bowl con tornillo sin fin.

##### Sentido de flujo

El flujo del efluente tratado será a contracorriente respecto al efluente de ingreso.

##### *B.1.14.2. Aspectos constructivos*

Todas aquellas partes en contacto con el fluido deberán estar construidas empleando aceros inoxidables NiCrMo.

Las superficies expuestas al desgaste por abrasión se recubrirán con materiales especialmente seleccionados para este fin.

Los conjuntos rotantes estarán montados sobre rodamientos dimensionados de tal forma de garantizar una vida de  $L_{10}=100.000$  horas.

Los elementos componentes serán de alta calidad, reservándose la Administración el derecho de aceptar o rechazar el suministro, según la calidad del mismo.

El Contratista deberá adjuntar todas las especificaciones técnicas del equipo propuesto, incluyendo el principio de funcionamiento, elementos constitutivos, materiales, sistema de limpieza, sistema motriz y otros que se estime conveniente.

##### *B.1.14.3. Requisitos Operativos*

Las Decanter Centrífugas (DL203-1; DL203-2 y DL203-3) será capaz de operar satisfactoriamente bajo las siguientes condiciones operativas:

- Tipo de Lodo: proveniente de tratamiento físico químico, coagulante empleado sulfato de aluminio y aplicación de polímero del tipo catiónico (espesado de lodos de sedimentado y agua de lavado de filtros).
- Carga hidráulica: 36 m<sup>3</sup>/h.
- Carga de sólidos: 1.400 kgSS/h.
- Concentración del lodo de entrada: Promedio de 4% de sólidos secos.
- Concentración del lodo de salida: >20%.
- Consumo estimado de polímero: 6 kg/tonSS.

### Accionamiento

Se emplearán accionamientos independientes para cilindro y tornillo.

Los motores serán de tipo jaula de ardilla 3 AC 400 V 50 Hz., construidos de acuerdo a los estándares IEC 60034, debiendo pertenecer a la clase de eficiencia IE 3 ó superior de acuerdo a la clasificación IEC 60034-30/2008 y subsiguientes.

Ambos motores estarán controlados por correspondientes convertidores tensión-frecuencia (VFD) provistos por el fabricante e integrados al decanter, de forma de permitir variar de manera independiente la velocidad de rotación del cilindro y del tornillo.

El motor correspondiente al tornillo deberá ser de montaje coaxial con el eje de aquél, requiriéndose así un único juego de correas (el correspondiente al cilindro).

### Control

Por medio de los VFD se regularán las velocidades relativas del cilindro y tambor así como la magnitud de las fuerzas G.

El equipo deberá contar con un sistema de censado del par requerido por el tornillo de manera de protegerlo en caso de atascamiento.

### Regulación de nivel

Deberá ser posible variar el nivel del efluente en el cilindro ajustando el nivel de rebose en las salidas del efluente líquido.

#### *B.1.14.4. Repuestos y garantías:*

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego Técnico General.

### B.1.15. Tornillos transportadores

#### *B.1.15.1. Transporte de Lodo Flotado*

Generalidades:

- Instalación: La descarga y transporte de lodo flotado de la unidad DAF de espesado de agua de lavado de filtros, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) único tornillo receptor y de transporte de lodo flotado hacia el tanque pulmón de lodos (TP3).
- Funcionamiento: El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de la unidad DAF.

Instalación y características constructivas:

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos flotado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores longitudinales sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillos y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.

- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo espesado:

Descripción	Cant.	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Tornillo de colecta y transporte de lodo flotado	1	6,5-8,5	STT202-1	22,8	230	0	3,0

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de lodo del DAF, siendo un máximo de 8,5 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 3 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.
- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 400 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 3,0 kW (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”
- Protección: todas las partes movibles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### B.1.15.2. Transporte de Lodo Espesado

Generalidades:

- Instalación: La descarga de los espesadores mecánicos de lodos, ubicados en el local de espesado/deshidratación, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) tornillo receptor de las descargas de los cinco (5) equipos de espesado, el cual conduce a otro tornillo transversal de transporte hacia el tanque pulmón de lodos (TP3).
- Funcionamiento: El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de los espesadores mecánicos de lodos.

Instalación y características constructivas:

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos espesado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores, longitudinales

sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillo y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.

- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo espesado:

Descripción	Cant.	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Tornillo de colecta de lodo espesado	1	24-36	STT201-1	18,5	230	0	7,5
Tornillo de transporte a TP3	1	24-36	STT201-2	8,5	230	0	4,0

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de proceso de los espesadores, siendo un máximo de 36 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 4 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.
- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 400 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 7,5 kW para el tornillo de colecta de lodo espesado y en 4,0 KW para el tornillo de transporte a TP3 (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”
- Protección: todas las partes movibles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

### B.1.15.3. Transporte de Lodo Deshidratado

Generalidades:

- Instalación: La descarga de las centrífugas de deshidratación de lodos, ubicadas en el local de espesado/deshidratación, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) tornillo receptor de las descargas de los tres (3) equipos de deshidratación, el cual conduce a uno de los tornillos

de distribución ubicados cada uno en una de las siete (7) tolva de acumulación de lodo.

- **Funcionamiento:** El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de las centrífugas de deshidratación de los lodos. El primero de los tornillos toma directamente desde la descarga de la centrífuga y transporta el lodo hacia uno de los tornillos ubicados sobre cada una de las siete (7) tolvas de acumulación. Estos tornillos realizan el transporte horizontal del lodo en cada una de las tolvas.

**Instalación y características constructivas:**

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos deshidratado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores, longitudinales sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillo y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.
- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo deshidratado:

Descripción	Cant.	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Conducción a tornillos de distribución	1	10-20	STT203-1	25	230	0	5,5
Distribución en volquetas	7	10-20	STT203-2 a STT203-8	6	230	5-10	1,5

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de proceso de las centrífugas, siendo un máximo a 15 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 15 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.
- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 690 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 5,5 kW para el tornillo de transporte a distribución y en 1,5 KW para los tornillos de distribución en volquetas (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”

- Protección: todas las partes móviles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

Repuestos y garantías:

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

## B.1.16. Equipos de preparación de polímero

### B.1.16.1. *Generalidades*

Se instalarán diversos equipos de preparación de polímero según las distintas demandas que presentará la planta. Los equipos se instalarán todos en la casa química, donde también se proyecta el espacio previsto para el acopio del producto granular en pallets.

Los equipos operarán en forma continua, con arranque / parada automática del sistema de preparación de la solución en función de los niveles en los tanques del equipo; los agitadores operarán en forma permanente. También se preverá el arranque / parada en forma manual por medio de botonera.

Los equipos manejarán una concentración máxima de la solución de 0,20% y el tiempo de maduración mínimo será de 60 min.

### B.1.16.2. *Requisitos operativos*

Las características de los equipos así como del producto a manejar son las siguientes:

Sistema de preparación de polímero de proceso (PP301-1):

- Cantidad: uno (1).
- Capacidad máxima 8 Kg polímero activo / hora (Caudal mínimo al 0,2% = 4000 L/h).
- Polímero del tipo aniónico (a definir en pruebas de operación), en polvo.

Sistema de preparación de polímero de espesadores mecánicos (PP302-1):

- Cantidad: uno (1).
- Capacidad máxima 8 Kg polímero activo / hora (Caudal mínimo al 0,2% = 4000 L/h).
- Polímero del tipo catiónico (a definir en pruebas de operación), en polvo.

Sistema de preparación de polímero de espesador DAF (PP303-1):

- Cantidad: uno (1).
- Capacidad máxima 2 Kg polímero activo / hora (Caudal mínimo al 0,2% = 1000 L/h).
- Polímero del tipo catiónico (a definir en pruebas de operación), en polvo.

Sistema de preparación de polímero de deshidratación de lodos (PP304-1 y PP304-2):

- Cantidad: dos (2).
- Capacidad máxima 8 Kg polímero activo / hora (Caudal mínimo al 0,2% = 4000 L/h).
- Polímero del tipo catiónico (a definir en pruebas de operación), en polvo.

**B.1.16.3. Aspectos constructivos**

- Los accesorios mínimos y características especiales que deberá presentar el equipo son:
  - Tanque de tres compartimientos: compartimiento de preparación y mojado del producto, de maduración y de almacenamiento / dosificación, con mezcladores / agitadores en cada uno de ellos con un mínimo de dos (2) hélices
  - Tolva de carga de producto de capacidad mínima igual a 25 Kg
  - Sistema de dosificación en seco tipo tornillo o helicoidal
  - Sistema de alimentación de agua compuesto por: reductor de presión, rotámetro, válvula solenoide de entrada a tanque
  - Tablero de mando del sistema, cuyas prestaciones mínimas deberán ser control de preparación de solución (monitoreo de concentración de la solución, caudal de agua, cantidad de producto), alarmas correspondientes a bajos / altos niveles en el tanque, alarma por interrupción o baja presión en la alimentación de agua potable.
  - Visores de nivel en el tanque (muy alto nivel, alto nivel, bajo nivel, muy bajo nivel)
  - Salidas de purga / vaciado de los tanques

Los materiales de los distintos componentes del equipo deberán ser adecuados para las condiciones y características del local donde se instalará, así como de las características del producto a manejar.

**B.1.16.4. Repuestos y garantías:**

Válidas las condiciones indicadas en el documento Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

**B.1.17. Barredor de lodos**

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Barredor superficial de lodos (BL202-1 y BL202-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Raspador mecánico para barrido de lodos flotados.

4. UBICACIÓN:	Celda de flotación en unidades DAF.
5. FUNCIÓN:	Barrido mecanizado de lodo flotado hacia canal de recolección.
6. MOTORES:	Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Con variador de frecuencia (para ajuste de velocidad de barrido). Potencia estimada: 1,1 kW
7. CANTIDAD:	(dos) 2
8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:	Raspadores de acero al carbono doblados con bordes de goma sustituibles. Garantía: ver Pliego Técnico General. Repuestos: ver Pliego Técnico General.
9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:	ON/OFF, funcionamiento continuo enlazado al tablero de la unidad FQ DAF.

## B.2. Sistema de Ozonización

### B.2.1. Introducción

El sistema de dosificación de ozono deberá contar con todos los elementos necesarios para la generación y aplicación del producto, siendo los componentes principales del mismo:

- Equipos de Generación de Oxígeno Gaseoso (GOX).
- Equipos de Generación de Ozono.
- Sistema de Enfriamiento.
- Equipos de Destrucción de Ozono.
- Tuberías, difusores y otros equipos.
- Tablero general.

El sistema será dimensionado para producir habitualmente una cantidad de ozono suficiente para dosificar una dosis de 1,50 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 4,5 mg/L. Sin embargo, el sistema deberá posibilitar la dosificación comprendida en todo el rango entre 0,06 y 4,50 mg/L.

**El diseño, selección y suministro de todos los componentes del sistema de ozonización y la instrumentación relacionada, será de responsabilidad completa e íntegra de un único proveedor.**

El proveedor seleccionará la modulación de todos los elementos arriba indicados, en la modalidad que entienda más conveniente, para alcanzar el correcto funcionamiento (en el rango de dosificación indicado) y durabilidad del sistema. En el caso de

generadores de tecnología de tipo tubular, no se aceptarán propuestas que incluyan un único equipo. Para el resto de los componentes (Generación de Oxígeno Gaseoso, Sistema de Enfriamiento, etc.) se requerirá de una redundancia mínima en la instalación de dos (2) equipos, configurada de tal manera que para la dosis máxima de ozono se encuentren todos los equipos operativos.

Las especificaciones que siguen a continuación son una mera guía de porte y requisitos generales del sistema a nivel de anteproyecto, los que deben ser revisados y en caso de requerirse adaptados por el proveedor para cumplir con los siguientes objetivos principales:

- Generar ozono a partir de oxígeno gaseoso, con una capacidad máxima de producción de 33,3 kgO<sub>3</sub>/h.
- Dosificar ozono en posición de inter-ozonización en la cámara de contacto previo a los filtros mediante difusores.
- Dotar al sistema de todas las instalaciones accesorias para su correcto y seguro funcionamiento.

El sistema deberá contemplar todas las provisiones necesarias para poder lograr a futuro un incremento de la capacidad instalada en esta primera etapa, de forma de poder alcanzar en una etapa futura una capacidad final de generación y dosificación de ozono de 44, kgO<sub>3</sub>/h.

#### B.2.2. Generalidades

El proveedor del sistema de ozono deberá ser una compañía legalmente establecida en el país, o compañía extranjera que cuente con empresa representante oficial legamente establecida en el país; en ambas opciones la empresa local deberá acreditar probada trayectoria y antecedentes en sistemas de ozono, y personal técnico local debidamente entrenado para dar soporte y servicio al equipamiento.

El fabricante deberá ser de reconocida trayectoria en suministro de sistemas de ozonización.

El fabricante de los componentes del sistema de ozono tendrá a su cargo la elaboración del proyecto ejecutivo, la supervisión de la instalación de los equipos, su configuración, puesta en servicio, capacitación a personal de OSE y ajustes si estos fueran necesarios. Para la realización de estas tareas deberá aportar todo el instrumental y herramientas necesarias sin perjuicio del apoyo de medios que el Contratista deberá asegurarle.

El proveedor de los generadores de ozono deberá nominar un “jefe de proyecto” que deberá ser una persona con suficiente experiencia y antecedentes en instalaciones de sistemas de ozono completos llave en mano de este porte. El proveedor deberá presentar el curriculum del técnico antes mencionado, el cual deberá denotar notoria experiencia en diseño, instalación y operación de sistemas de ozonización.

Se deberá presentar documentación probatoria:

- Que acredite que el fabricante cuenta con una experiencia en el diseño y manufactura de los mismos no menor a 10 años.
- De tres instalaciones de producción de ozono similares a la propuesta, de por lo menos 600 ppd cada una, operando sin inconvenientes por al menos 5 años, incluyendo información de contacto de los clientes.

El contratista debe hacer las provisiones necesarias para el almacenamiento de los equipos de ozono, en un lugar sin vibraciones con aire acondicionado, durante el período que pase entre el momento en que se entrega el equipo y se instale.

El contratista será responsable del envío, almacenamiento y entrega final al sitio, así como de las condiciones de almacenamiento de los equipos y de todo lo que implica la instalación y puesta en marcha.

El proveedor de los equipos del sistema de ozono deberá inspeccionar las instalaciones, ser responsable del arranque y puesta en marcha (commissioning), pruebas de funcionamiento y de un servicio posterior a la recepción de la obra.

Con posterioridad a la puesta en marcha de las instalaciones, el proveedor se hará cargo de las tareas de mantenimiento de las instalaciones de generación de ozono por toda la duración del proyecto (30 años). Para esto, deberá contar localmente y a su cuenta, los repuestos que juzgue necesarios como esenciales para dicho mantenimiento.

El servicio de mantenimiento contratado incluirá:

- Una visita de control anual programado realizada por un técnico local.
- Una visita de control anual programado realizado por un técnico experto en ozono de una duración mínima de 3 días.
- Servicio técnico de asistencia frente a eventuales fallas del sistema que se encuentren fuera de la operativa regular.

En caso de la representación local juzgue que ante un eventual inconveniente necesite de la asistencia de un profesional experto de residencia en el exterior, el mismo deberá presentarse en las instalaciones de la planta en un período máximo de 72 hs luego de comunicar a OSE de la necesidad de la presencia de éste en las instalaciones.

### B.2.3. Proyecto Ejecutivo

El Proyecto Ejecutivo comprenderá todas las piezas gráficas, diagramas, memorias de cálculo, justificativas y descriptivas, y especificaciones técnicas requeridas para la completa ejecución de las obras objeto del contrato. Cuando utilice o haga referencia a Normas específicas (de proyecto, ejecución, verificaciones, ensayos u otras), se considerarán parte del Proyecto.

El proveedor del sistema de generación de ozono será responsable por diseño ejecutivo del equipamiento que constituye el sistema, y del sistema en su globalidad

en conjunto con los encargados del diseño de las instalaciones de la PTAP por parte del contratista. El responsable de firmar el proyecto ejecutivo del sistema de ozono será la figura de “Jefe de Proyecto” antes indicada.

El proveedor del sistema de ozono debe producir una serie de memorias de cálculo para todos los componentes principales del sistema de ozono. Estas memorias deben incluir información de dimensionado, consumo eléctrico, cálculos del factor de potencia, cálculos de flujo de fluidos (gas y líquido) para las tuberías, presiones de diseño en cada nodo, válvulas, dimensionado del soplador. También debe incluirse información acerca de la eficiencia de generación y transferencia de ozono y datos de eficiencia del destructor de ozono.

La información presentada en las memorias de cálculo debe ser coherente y coincidir con los datos de garantía de rendimiento y serán referencia durante las pruebas de rendimiento.

#### B.2.4. Equipos de Generación de Oxígeno

El sistema de alimentación de oxígeno gaseoso (GOX) será preferiblemente a través de la tecnología PSA (Pressure Swing Adsorption). Sin embargo, se podrán proponer otras tecnologías como ser VSA (Vacuum Swing Adsorption).

Se deberá dotar del equipamiento completo para la generación, a saber:

- Compresores de aire.
- Secadoras de Aire.
- Filtros de aire y oxígeno.
- Tanques de acumulación de Aire.
- Tanques de adsorción.
- Analizador, monitor de pureza de Oxígeno con señal de alarma y válvula de desvío en caso de pureza menor de 92%.
- Tanques de acumulación de Oxígeno.
- Tuberías, válvulas de cierre y regulación, accesorios.
- Tablero de control.

El gas de alimentación a los generadores de ozono deberá contar con las siguientes características:

- Caudal máximo O<sub>2</sub> (másico): 323 kg/h.
- Caudal máximo O<sub>2</sub> (flujo): 225 Nm<sup>3</sup>/h.
- Contenido de oxígeno PSA 93% ± 1% vol (diseño).
- Contenido de agua <2,6 ppm (equivalente al punto de rocío atmosférico de -70 ° C).
- Sin partículas sólidas (filtro de malla de 0,1 µm).
- Contenido de aceite: < 0,01 mg/m<sup>3</sup>
- Temperatura 0 ° C > x <40 ° C.

Los equipos de generación de oxígeno contarán con las siguientes características:

- Caudal total de compresores: 3.300 m<sup>3</sup>/h.
- Presión máxima de compresor: 7,5 bar.
- Tanque pulmón de aire: 4.000 L.
- Tanque pulmón de O<sub>2</sub>: 4.000 L.
- Regulador de presión de oxígeno.
- Potencia estimada total del sistema: 337,5 kW.

#### B.2.5. Equipos de Generación de Ozono

Los equipos de generación de ozono contarán con las siguientes características:

- Alimentación de gas: oxígeno a partir de PSA.
- Presión de oxígeno de entrada: 3-6 bar
- Rango esperado de caudal O<sub>3</sub> (másico): 11,1 – 33,3 kg/h (para dosis respectiva promedio de 1,5 mg/L y máxima de 4,5 mg/L).
- Concentración de generación: 148 g/Nm<sup>3</sup> (10 %wt).
- Potencia estimada total del sistema: 375 kW.
- Consumo específico de energía: < 9,0 kW/kgO<sub>3</sub>.

El equipo principal suministrado estará montado en skid con todos los componentes pre-canalizados y pre-cableados dentro de los límites del paquete de equipos, de modo que se requiera un mínimo de instalación en campo. Esto incluirá, entre otros, todos los sistemas eléctricos, de instrumentación, de válvulas y de control según se indique en los diagramas de proceso e instrumentación, a menos que se especifique lo contrario.

Los equipos de generación funcionarán en un esquema habitual encontrándose todos operativos y variando su capacidad de producción en función de la dosis de ozono seteada por el operador.

#### B.2.6. Sistema de Enfriamiento

Se deberá instalar un sistema de agua de enfriamiento de circuito cerrado para mantener una operación libre de problemas a largo plazo y evitar la posible corrosión causada por agua de enfriamiento de baja calidad.

A continuación, se presentan los requisitos mínimos del agua de enfriamiento:

- Temperatura: 5 - 15°C.
- Aumento de temperatura: 2,5°C.
- Rango de caudal: 13 – 38,9 m<sup>3</sup>/h
- Presión de funcionamiento normal aprox.: 1,5 - 3 bar.
- pH: 6 – 8.
- Sólidos suspendidos: <1 mg/L.
- Hierro: <0,3 mg/L.

- Manganeso: <0,05 mg/L.
- Cloruro: < 100 mg/L.
- Sin cloro residual u otros biocidas.
- Prueba visual de turbidez ópticamente clara: sin turbidez; sin sedimentos libre de partículas / filtro de 80 µm.
- Libre de bacterias y / o sólidos en suspensión, que causan orgánicos y / o inorgánicos depósitos / biopelículas no deben estar presentes.
- Potencia estimada total del sistema: 345 kW.

### B.2.7. Equipo de destrucción de Ozono

Se instalarán unidades de destrucción de ozono de tecnología termo-catalítica, a los efectos de remover todo el ozono que no sea disuelto en el agua de proceso para su conversión a oxígeno.

Las unidades destructoras se localizarán en una estructura protegida, directamente en la parte superior del contactor.

Los equipos de destrucción deberán tener una capacidad para tratar un volumen de gas equivalente a la capacidad de máxima de dosificación necesaria para un reactor funcionando a capacidad plena (22,5kgO<sub>3</sub>/h por reactor) y a una concentración de ozono del 7%.

Las unidades de destrucción de ozono estarán diseñadas para mantener un vacío entre 50 y 100 mm de columna de agua en el espacio superior del contactor, y estarán controladas por un transmisor de presión y un accionamiento de frecuencia variable (VFD) en el soplador.

A continuación, se presentan los requisitos mínimos del sistema de destrucción:

- Se instalarán dos (2) unidades, una (1) por cada contactor.
- Compresores de extracción para un caudal aproximado de 150 Nm<sup>3</sup>/h.
- Serán de tecnología catalítica
- Concentración de ozono de salida menor a 0,1 ppm.
- Contará con desnebulizador previo al ingreso a las unidades de destrucción, para minimizar la acumulación de humedad y espuma en los elementos del equipo.
- Potencia unitaria estimada (compresor + unidad destructora): 1,3 kW.

Siendo que el sistema de generación de ozono se alimentará de una fuente de oxígeno, NO se admitirán sistemas de destrucción por tecnología térmica debido al riesgo de incendio que implican estos sistemas.

### B.2.8. Tuberías, difusores y accesorios

#### Tuberías:

Todas las tuberías serán de acero inoxidable AISI 316 L, ASTM A312, cedula SCH 40S. Las uniones serán mediante soldadura a tope o bridada, no se admitirán uniones roscadas.

Las tuberías deberán ser limpiadas de acuerdo a la norma CGA G-4.1.

Difusores:

Se instalarán difusores en el primer, segundo y tercer recinto de la cámara de contacto, las que tendrán una profundidad útil de 6,10 m.

Se dimensionarán para conducir un caudal total de gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de 225 Nm<sup>3</sup>/h repartido en las 12 unidades (18,8 Nm<sup>3</sup>/h en cada unidad), considerando para el dimensionado el aporte de gas en dos (2) cámara de reacción (9,4 Nm<sup>3</sup>/h en cada cámara de reacción).

El material de los difusores podrá ser de acero inoxidable AISI 316 L, teflón o cerámica.

Generarán burbujas con un tamaño de entre 2 a 5 mm de diámetro.

La pérdida de carga máxima admitida es de 0,35 mca.

Accesorios:

El sistema deberá contar con todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, se lista a continuación de manera no taxativa:

- Válvulas manuales y antirretorno.
- Válvulas actuadas.
- Instrumentación:
  - Sensor de punto de rocío en corriente de O<sub>2</sub>.
  - Transductores de presión de O<sub>2</sub> a la entrada a generadores y de O<sub>3</sub> a la salida de generadores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores.
  - Caudal de gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores, en gas de salida a destrucción y en gas tratado a la salida de los destructores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en líquido efluente a cámara de contacto.
  - Sensores de temperatura para sistema de enfriamiento.
  - Monitores de concentración de O<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en aire ambiente.

B.2.9. Tablero General

La mayoría de los componentes principales del sistema de ozono (compresores, secadores, generadores, destructores, etc.) estarán equipados con sus propios paneles de control (con o sin PLCs) y se requiere un (1) Panel de Operación y Control Principal (Main Operation Control Panel) para manejar todos los elementos del sistema, así como todos los sistemas auxiliares e instrumentos de campo.

El MOCP englobará los siguientes elementos:

- Unidades de Generación PSA (incluyendo compresores y secadores).
- Unidades de Generación de Ozono.
- Unidades de Refrigeración.
- Unidades de Destrucción de Ozono.
- Sensores de Ozono Ambiente.

El control y la supervisión del sistema completo de ozono serán manejados por el panel de control centralizado (principal) del sistema de ozono (MOCP) el cual será diseñado y suministrado por el fabricante del sistema de ozono.

El MOCP debe tener PLCs redundantes, uno en stand-by y una fuente de alimentación UPS de respaldo suficiente para suministrar energía a sus PLCs, además de actuar como fuente de alimentación interrumpible para instrumentos de campo y analizadores de monitoreo y seguridad.

Si el generador de ozono y los sistemas de control del destructor no están equipados con sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), la sección de control/PLC de estos sistemas deberá ser alimentada por el sistema de alimentación de baja tensión del UPS MOCP (todo a 240Vac). Cualquier válvula de cierre de seguridad (oxígeno, ozono, etc.) debe cerrarse en caso de pérdida de energía o de señal.

La razón de esto es que, durante un corte de energía, los paneles de control y los instrumentos deberán permanecer

#### B.2.10. Materiales

Los materiales suministrados e instalados serán de primera calidad, nuevos, debiendo cumplir o superar los estándares requeridos en el presente documento.

Los materiales de fabricación deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Acero Inoxidable: ANSI tipo 316-L para toda las partes en contacto con gas oxígeno, gas ozono, agua superozonizada y para el circuito cerrado de agua de refrigeración, y se usará acero inoxidable ANSI tipo 304-L para las otras partes según la aplicación.
- Elastómeros basados en Teflón o fluorocarbono para estar en contacto con ozono.
- Acero Estructural: CSA G40.21 M 1977
- Acero galvanizado: Acero ASTM-A-53 galvanizado en caliente de acuerdo a ACNOR G 164
- Acero al Carbono: ASTM-A-53B
- Aluminio estructural: ASTM B-241 aleación 6061-T6
- PVC: ASTM-1784, cédula 80
- Polipropileno: ASTM-D-2146, cédula 80

Materiales como el Viton A, acero inoxidable 304L, aluminio, plástico reforzado con fibra de vidrio o silicona no podrán ser utilizados en contacto con gas ozono concentrado.

El contratista deberá asegurar que todos los materiales se adaptan a las condiciones de uso especificadas para cada parte de la instalación de generación de ozono.

Las diferentes superficies metálicas deben estar separadas por materiales adecuados para evitar la corrosión galvánica.

## B.2.11. Sistema de Control

### B.2.11.1. Control del generador de ozono

Los dos tipos de filosofías de control para el sistema de ozono son el de ritmo de flujo y de dosis ajustada. La descripción de estos dos (2) métodos generales de control automático se resume a continuación:

- Control por caudal: En este modo de funcionamiento, el sistema de ozono utiliza el punto de ajuste de dosis de ozono introducido por el operador y la señal de flujo de un flujómetro.
- Control por dosis: El operador introduce un punto de referencia de ozono y el sistema de ozono calcula la producción de ozono requerida y un circuito secundario de retroalimentación usando la señal de un analizador de ozono disuelto en el tanque de contacto de ozono ajusta el punto de referencia de dosis del circuito primario basado en un punto de referencia residual deseado.

Se requerirá que el sistema de ozono pueda ser operado en cualquiera de dichos modos y en un modo manual, teniendo prioridad el método por control de ritmo de flujo.

### B.2.11.2. Control de destructores de ozono

Los destructores de ozono deberán tener su propio controlador PID para regular el elemento de precalentamiento para proporcionar una diferencia de temperatura en el gas entrante y evitar la condensación en el medio catalítico.

Se tendrá la velocidad de VFD del soplador controlada por un transmisor de vacío instalado aguas arriba del destructor de ozono. Se podrá incluir un lazo de control de alimentación que ajusta la velocidad del VFD cuando hay un cambio en el volumen de gas inyectado.

### B.2.11.3. Analizadores de ozono residual

Los tanques de contacto de ozono de la PTAP deberán estar equipados con al menos cuatro (4) analizadores de ozono residual, dos (2) por cada reactor, para poder seguir con precisión los cambios en la demanda de ozono y ajustar la dosificación en consecuencia.

Se deberá utilizar una bomba de muestreo para cada analizador para extraer una corriente constante de agua ozonizada del punto de muestreo y minimizar el tiempo de retención en la tubería de muestreo (que deberá ser de acero inoxidable 316).

El flujo adicional no requerido por el analizador de ozono se enviará al desagüe.

### B.2.11.4. Analizadores de seguridad de ozono y oxígeno ambiente

Se requerirán analizadores de ozono ambiental y de oxígeno para monitorear tanto los niveles de ozono tóxico como los niveles de oxígeno potencialmente peligrosos. Se necesitarán varios analizadores en el edificio del sistema de ozono adyacente al tanque de contacto. Los analizadores de ozono deberán ser del tipo de medición de la absorbancia de los rayos UV con una bomba de muestreo integrada y capacidad de auto-cero.

Los puntos de muestreo del analizador de ozono deberán estar aproximadamente a 300 mm sobre el nivel del suelo, ya que el ozono es más denso que el aire. La ubicación adecuada también deberá tener en cuenta la ventilación de la sala y el flujo de aire, así como la ubicación de los analizadores cerca de los puntos de fuga potenciales. Deberán suministrarse y programarse alarmas de nivel múltiple (Alto y Alto-Alto) y de focos de colores conectados a los analizadores que permitan a los operadores ver rápidamente los niveles de ozono ambiental incluso antes de entrar en el área. Las alarmas de oxígeno y ozono deberán estar conectadas al sistema de ozono para apagar el equipo (excepto los destructores de ozono) e iniciar el sistema de extracción de ventilación de emergencia automáticamente en el caso de una alarma de alto-alto.

#### *B.2.11.5. Analizadores de media y alta concentración*

Los analizadores de ozono de alta concentración estarán instalados en cada uno de los generadores de ozono para monitorear y controlar la producción de ozono. Los analizadores de tipo absorbancia de rayos UV son la única opción adecuada para este tipo de medición.

#### *B.2.11.6. Medición de flujo*

Para los sistemas de ozono, se requiere el monitoreo de flujos: Oxígeno, ozono y gases filtrados del tanque de contacto.

Se usarán caudalímetros de tipo másico compensados por temperatura. Se admitirá utilizar dos tipos de caudalímetros másicos: coriolis o medidores de masa térmica.

#### B.2.12. Ensayos de fábrica

Antes de la entrega del sistema de ozono por parte del fabricante, se requerirá que el fabricante realice una prueba de aceptación en fábrica (FAT) en la que los generadores de ozono funcionen en la planta o instalación de ensayo del fabricante. Uno o más representantes de OSE y su Consultor de Ingeniería deberán estar presentes durante las pruebas FAT. El fabricante deberá elaborar un informe escrito de la prueba FAT para su aprobación antes de la entrega.

Para este equipamiento está previsto que OSE designará dos ingenieros para presenciar los ensayos en fábrica, según lo indicado en el capítulo “Suministros” de las ETG.

### **B.3. Sistema de Desinfección (cloro gas)**

#### B.3.1. Introducción

Las especificaciones a continuación establecen las condiciones mínimas para el suministro e instalación de los equipos de cloración, destinados al sistema de desinfección de la PTAP Arazatí, caracterizados a continuación en las Disposiciones Técnicas específicas.

El sistema será dimensionado para aplicar habitualmente una dosis de 4 a 6 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 10 mg/L. El sistema considera la aplicación de cloro

en posiciones 1) Precloración y 2) Postcloración. La posición de Intercloración se descarta, dado el carácter de filtración biológica de las unidades, así como también la presencia de interozonización.

En caso de que no sea posible para el proveedor atender a ciertos detalles de las especificaciones debido a diferencias técnicas de fabricación, el mismo deberá describir completamente los aspectos que no estén en acuerdo con las mismas.

El proveedor podrá ofertar equipamiento que no atienda a todas las especificaciones técnicas descritas en este apartado, presentando en la oferta un listado de locales donde se hallan instalado equipamientos semejantes. Así mismo, deberá justificar el correcto funcionamiento de lo ofrecido.

El suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de todo el equipamiento y tuberías deberá ser de responsabilidad de un único fabricante o de su representante autorizado, aquí denominado proveedor, con comprobada experiencia en el suministro, instalación y puesta en operación de sistemas de cloración.

El proveedor debe suministrar e instalar todos los equipos aquí especificados, así como incluir todos los accesorios, controles, válvulas, tuberías, llaves, reguladores, filtros, juntas y adaptadores necesarios para el perfecto funcionamiento y seguridad de las instalaciones.

### B.3.2. Generalidades

El Contratista deberá realizar el diseño y proyecto ejecutivo del nuevo sistema de cloración. El Contratista tendrá a su cargo la elaboración del proyecto ejecutivo, la supervisión de la instalación de los equipos, su configuración, puesta en servicio, pruebas y ajustes si estos fueran necesarios. Para la realización de estas tareas deberá aportar todo el instrumental y herramientas necesarias sin perjuicio del apoyo de medios que el Contratista deberá asegurarle.

Para todo esto deberá contar con un técnico experto en cloración que realice el proyecto ejecutivo y supervise la instalación, configuración, pruebas, limpieza y puesta en marcha del sistema de cloración. Dicho técnico deberá estar avalado por el fabricante de los principales equipos del sistema de cloración (clorador, eyector, válvulas reguladoras de presión y switchover) y deberá tener al menos 5 años de experiencia en instalación y operación de sistemas de cloración.

El proyecto ejecutivo deberá tener en cuenta todos los elementos del sistema de cloración de manera que sean compatibles, por tanto el proyecto ejecutivo deberá incluir todos los elementos que sin estar explícitamente descritos en estos recaudos sean necesarios para asegurar buen funcionamiento del sistema en su conjunto.

El proyecto ejecutivo deberá dimensionar las tuberías de agua superclorada y cloro gas, el eyector y las bombas para alimentar los eyectores. También deberá diseñar los dispositivos difusores de agua superclorada en línea.

El diámetro de las tuberías deberá ser determinado en función de los trazados finales y los equipos a instalar. También se deberá prever todos los soportes para las tuberías a instalar.

El proyecto ejecutivo deberá incluir todos los elementos de seguridad que son requeridos en instalaciones de este tipo.

Los cloradores, eyectores, válvulas reguladoras de presión y el switchover deberán ser suministrados por el mismo fabricante, que deberá ser de reconocida trayectoria en suministro de equipos de cloración. El técnico especializado en sistemas de cloración que realizará el proyecto ejecutivo y supervisará la instalación y puesta en marcha del sistema, deberá contar con el aval de dicho fabricante.

La puesta en funcionamiento del sistema y la limpieza previa y tests de tuberías se realizarán en presencia del Ingeniero Especialista en Sistemas de Cloración designado por el fabricante, del Jefe de Obra representando al Contratista y del Director de Obra de OSE.

Luego de la puesta en marcha se deberá verificar la capacidad máxima de cloración del sistema debiéndose comprobar que alcanza la capacidad requerida de 100 Kg/hora para la situación operativa más exigida.

**El diseño, selección y suministro de todos los componentes del sistema de cloración y la instrumentación relacionada, será de responsabilidad completa e íntegra de un único proveedor.**

### B.3.3. Cilindros en operación

El cloro será extraído en estado líquido desde cilindros de almacenamiento de capacidad 907 Kg (Ton Container).

Se instalarán dos (2) baterías compuestas de dos (2) cilindros cada una. Una de las baterías estará en operación, y la segunda estará de respaldo. El cambio entre las baterías de cilindros se realizará de forma automática, por un sistema denominado "change over". Este sistema está compuesto básicamente por los siguientes componentes:

- Tanques de expansión equipados con disco de rotura y presostato; cantidad: 3.
- Un presostato, denominado "switch de presión"; cantidad: 1.
- Válvulas esféricas con actuador eléctrico; cantidad: 2.
- Panel de control.

En las líneas de cloro líquido, inmediatamente aguas abajo de las válvulas esféricas actuadas, se instalará una válvula de cierre manual de 1"; a esta válvula se la denomina "line valve".

A su vez, cada uno de los cilindros en operación será apoyado sobre balanzas electrónicas equipadas con apoya tubos giratorios. Cada balanza tendrá display digital y una señal eléctrica que indica el peso de cada unidad será enviada a un tablero general y de éste al sistema Scada de la Planta.

En cada uno de los cilindros en operación, se instalará una válvula actuada que operará cerrando la válvula del cilindro; a esta válvula se la denomina "shutoff". El cierre de estas válvulas será comandado directamente por los operadores; para esto se instalarán pulsadores debidamente ubicados en el nuevo edificio de cloración. Esto

representa un cambio respecto a lo definido en las especificaciones técnicas preparadas por la Administración.

#### B.3.4. Evaporadores

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)**. Se instalarán dos (2) evaporadores, siendo uno de ellos operativo y el otro de reserva.

En la línea de cloro en estado gaseoso que se encuentra a presión, se instalarán en paralelo dos (2) filtros para cloro de 1"; uno de los filtros estará operativo, y el restante estará de reserva. En cada uno de los filtros se colocará una cinta térmica para prevenir un posible pasaje de cloro en estado líquido hacia la válvula reguladora de vacío.

Por cada evaporador se instalará una válvula reguladora de vacío de capacidad **190 Kg/h (10.000 lb/día)**. Cada válvula reguladora de vacío estará interconectada a uno de los evaporadores, de forma que evaporador y válvula reguladora de vacío deben ser operados como un sistema integrado. Esto es, cuando se realice el intercambio entre los evaporadores, también se debe realizar el intercambio entre las válvulas reguladoras de vacío.

En la derivación de la tubería de agua potable para abastecimiento de los evaporadores, se instalarán sendos filtros para agua potable (tipo Y).

El calentador eléctrico debe ser montado externamente al tanque de agua caliente, de manera de tener la posibilidad de removerlo sin necesidad de vaciar el tanque de agua.

El calentador será accionado por un sensor de temperatura tipo capacitivo localizado en el tanque de agua. El agua calentada será transferida de la sección de calentamiento para el tanque de agua por medio de una bomba de recirculación fabricada totalmente en bronce.

La cámara de vaporización debe ser construida en acero Sch 80 y debe ser proyectada, construida y probada en acuerdo con las normas ASME y de Chlorine Institute. Presión de trabajo: 38 kg/cm<sup>2</sup>.

La entrada de cloro líquido y la salida de cloro gas deben ser claramente indicadas.

La superficie interna del tanque de agua y la superficie externa de la cámara de vaporización debe contar con protección catódica contra la corrosión con ánodos de magnesio.

Los evaporadores deberán ser provistos como mínimo de los siguientes accesorios:

- Dos (2) calentadores eléctricos de inmersión, 18 kW de potencia, 220/240 V, 50 Hz.
- Gabinete resistente a la corrosión, de poliéster reforzado por fibra de vidrio o em ABS, conteniendo en el panel frontal los siguientes controles:
  - Indicador de nivel de agua

- Indicador de presión de gas con escala doble: psig e Mpa
- Indicador de temperatura de gas en grados centígrados
- Indicador de temperatura de agua
- Amperímetro de protección catódica
- Control automático de nivel y reposición de agua, incluyendo válvula solenoide y electrodos de nivel instalados en el evaporador.
- Interruptores y alarmas de nivel bajo, y de baja y alta temperatura.
- Uniones tipo amoníaco en todas las entradas y salida.
- Válvulas de cloro líquido.
- Sistema de alivio de presión de gas, con disco de rotura para 28 bar (400 psi). En caso de que la presión de la línea supere ese valor, el disco deberá romper y activar una válvula de presión, regulada para 1,4 bar (20 psi), actuando la alarma sonora. Si la presión continúa subiendo, se abre la válvula de alivio de presión de 38,6 bar (560 psi), descargando el gas en un área segura, fuera de los locales. Luego de la abertura, la válvula de alivio debe cerrar inmediatamente una vez que la presión baje de los 38,6 bar.
- Unidad reguladora de vacío y de cierre automático operada eléctricamente. La unidad debe reducir la presión del gas por debajo de la presión atmosférica, así como también cerrar la válvula y activar la alarma en caso de un evento de mal funcionamiento del evaporador, falta de energía o caída en la temperatura del agua. **Deberá contener un interruptor de alta presión para activar la alarma en caso de que el regulador no funcione. La válvula también debe cerrarse en caso de pérdida de vacío. La unidad debe contener un calentador de 25 W de potencia, 120 V, 50 Hz.**

### B.3.5. Cloradores

Serán suministrado tres (3) cloradores para: precloración, postcloración y respaldo. Cada uno deberá tener una capacidad de dosificación de hasta 190 kg/h de cloro gas (10.000 lbs/d) y serán de tipo a vacío montados en un gabinete de poliéster revestido con fibra de vidrio o en ABS. Deberá contar con todos los componentes operacionales, tales como válvula reguladora de vacío, válvula de alivio, medido de flujo de cloro (graduado en kg de Cl por día), vacuómetro de gas y del inyector, y orificio de área variable para control manual de la dosificación de gas cloro. Todos estos componentes deberán estar visibles desde afuera de la unidad y deben ser fácilmente accesibles.

Cada clorador deberá ser capaz de dosificar la dosis máxima requerida, con un rango de variación manual de la dosificación de por lo menos 20:1. En funcionamiento automático, el rango de variación de dosificación del clorador, mediante válvula de control motorizada, deberá ser de por lo menos 10:1.

A su vez, cada clorador atenderá a un solo punto de aplicación de cloro, por lo que se instalará un eyector por clorador. El vacío necesario para el funcionamiento de los cloradores es dado por el pasaje de agua a presión a través de eyectores.

Existiendo falla en el sistema de alimentación de agua al eyector o de vacío, la unidad reguladora de vacío debe cerrar automáticamente. Deben ser previstos medios para limitar el vacío en la alimentación de cloro con la finalidad de evitar el sifonamiento de agua en el equipo de medición.

Todos los componentes y superficies que puedan estar en contacto con el cloro gas en presencia de humedad deben ser construidos de materiales resistentes al cloro húmedo.

### B.3.6. Eyectores

Se instalarán dos eyectores de 3" para una capacidad de 4.000 lb/día. El proveedor debe verificar el eyector seleccionado en la etapa de diseño.

Los eyectores se alimentarán con un caudal mínimo de agua de 5,0 L/s, a una presión de 5,30 kg/cm<sup>2</sup>.

Se debe instalar un manómetro aguas arriba y un vacuómetro en la tubería de suministro de cloro de gas de bajo vacío.

La instalación de una válvula de retención de seguridad debe instalarse en la línea que suministra gas cloro de bajo vacío, de acuerdo con lo presentado en los tabloneros de diseño.

### B.3.7. Tuberías y equipos complementarios

#### Condiciones Generales

El proveedor proporcionará e instalará todas las tuberías, válvulas, conexiones, juntas, tornillos y tuercas, soportes y demás materiales necesarios para la instalación completa del sistema, desde los camiones de cloro hasta los inyectoros. Todo el material en contacto con el cloro debe ser compatible para este servicio. Toda la instalación, limpieza y pruebas deben realizarse de acuerdo con las recomendaciones del Chlorine Institute. Durante el montaje, el aceite, la grasa u otros materiales extraños dentro de cualquier parte del sistema deben eliminarse por completo mediante métodos como el lavado o la limpieza con un paño saturado con tricloroetano u otro disolvente clorado adecuado. EL PROVEEDOR NO DEBE UTILIZAR HIDROCARBUROS O ALCOHOLES PARA LA LIMPIEZA. Los equipos, accesorios, tuberías y accesorios nuevos manchados de aceite deben desmontarse y limpiarse antes de su uso. ATENCIÓN. Algunos disolventes clorados como el tetracloruro de carbono (CCl<sub>4</sub>) pueden producir efectos fisiológicos graves a menos que se utilicen y eliminen siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante.

### Tubería de cloro líquido y gas presión

Todas las tuberías de cloro líquido y gaseoso “seco” sometidas a presión mayor que la atmosférica deben ser de acero negro Sch 80, ASTM A 106, grado B.

Serán admitidos dos tipos de uniones:

- **Soldadura a tope.** Las conexiones para las soldaduras a tope serán de acero al carbono forjado clase 300, según normas ASTM 105, grado 2 y ANSI B16.1
- **Unión roscada.** Las uniones serán roscadas NPT selladas con litargirio y glicerina. Si debido a la longitud de las tuberías se hicieran necesarias uniones desmontables se instalarán bridas tipo amoníaco, conexión a rosca NPT, con junta de plomo, no se aceptarán uniones dobles.

Las **uniones** de las unidades reguladoras de vacío, filtros de gas, válvulas de diafragma y protección para manómetros y válvulas, serán de unión roscada según se especifica arriba.

Las juntas para servicio de cloro deben ser de tipo amoníaco de 2 pernos, clase 500. Las uniones deben tener roscas internas y bridas de unión con empaquetaduras de plomo. Los tornillos serán de acero inoxidable resistente a la acción del cloro.

Las conexiones roscadas deben realizarse con compuestos selladores o cintas especialmente recomendadas para el servicio de cloro.

### Tuberías de cloro gas vacío

Las tuberías y accesorios que se utilicen para la conducción de cloro gas vacío deberán ser de PVC rígido (polyvinyl chloride) usado en la fabricación de la tubería Schedule 80 debe ser Tipo 1, Grado 1 PVC 1120 (clase 12454-B) como se identifica en la Norma ASTM D1784. El compuesto debe tener las cantidades especificadas de pigmento, estabilizadores, y otros aditivos aprobados por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos para la transmisión de agua potable.

Deberán ir pintadas de color amarillo con tres líneas transversales de color verde que se repetirán cada 1 metro de tubería.

Las dimensiones físicas y tolerancias deben estar de acuerdo a los requerimientos exigidos por la Norma ASTM D 1785.

El marcado en las tuberías de PVC Schedule 80 deben cumplir la Norma ASTM D 1785 para indicar el nombre del fabricante o marca, el código del material, el tamaño nominal de la tubería, el calibre (Schedule) de la tubería, la clasificación de presión (Rating), el número de designación ASTM D 1785, y los sellos NSF para el agua potable.

### Válvulas

Las válvulas de cierre instaladas en las tuberías de cloro a presión deben ser de tipo línea conforma con las especificaciones técnicas del Chlorine Institute.

### Pruebas

Luego de finalizada la instalación de las tuberías de conducción de cloro líquido y gas, deberá ser aplicado vapor en la extremidad superior de las conducciones. El condensado y los materiales extraños presentes en la misma deben ser drenados de la

tubería por la extremidad inferior. La aplicación de vapor debe continuar hasta que la tubería esté completamente caliente y limpia. A continuación, se debe detener la aplicación de vapor y, mientras la tubería todavía está caliente, se debe soplar aire seco con un punto de rocío máximo de  $-40^{\circ}\text{C}$  en la tubería hasta que el punto de rocío del aire de escape sea igual al de entrada. Esto puede tardar varias horas. Luego, la tubería debe cerrarse herméticamente para evitar la entrada de humedad.

Después del secado, el tubo debe lavarse con tricloroetano para asegurarse de que se haya eliminado todo el aceite y la grasa. Después de eso, toda la tubería de cloro gaseoso y líquido debe llenarse con aire seco a una presión de 10 bar (150 psi) y debe probarse si hay fugas en todas las juntas con agua jabonosa. Todas las fugas deben repararse y la línea nuevamente se debe limpiar y secar. Luego se deben introducir pequeñas cantidades de cloro gaseoso en la línea a la presión de prueba elevada a 10 bar (150 psi) con aire seco, y el sistema nuevamente se prueba para detectar fugas.

#### B.3.8. Equipamiento específico a considerar

- **Sistema de cambio automático “switchover” de ton containers en operación.**
  - Sensores de presión instalado en la línea principal de cloro líquido.
  - Válvulas shut-off de cierre automático con motor eléctrico (4). En la operación normal, estarán 2 abiertas y 2 cerradas.
  - El agotamiento del volumen de cloro de los ton containers en uso (2) será detectado por baja presión en el sensor. Lo que procederá al cierre de las válvulas abiertas (2) y apertura de las cerradas (2) correspondiente a los cilindros de respaldo.
  - Si el sensor de presión sigue detectando presión baja, significa que los ton containers están vacío. Lo que disparará una alarma e interrumpirá el proceso de cloración.
  
- **Equipamiento a ser considerado:**
  - **Balanzas (4).** Para cilindros de 1 tonelada (907 kg) equipadas con apoya tubos giratorios. Cada balanza tendrá display digital y una señal eléctrica que indica el peso de cada unidad será enviada a un tablero general y de éste al sistema Scada de la Usina. Servirá para una capacidad total de 1680 kg y una precisión no mayor a 0,5 kg.
  - **Polipasto eléctrico montado sobre riel (1).** Servirá para una capacidad de 2,0 ton y 3,0 m de izado.
  - **Evaporador** (2 unidades, operando 1 de reserva). Salidas de información digital al PLC (a compatibilizar con el equipamiento de medición a instalar):
    - Nivel bajo de agua.

- Baja temperatura de agua.
  - Alta temperatura de agua.
  - Estado del disco de ruptura en tanque de expansión.
- **Cloradores** (2 unidades, operando 1 de reserva). Salidas de información analógica al PLC (a compatibilizar con el equipamiento de medición a instalar):
  - Caudal de cloro.
  - Apertura de la válvula de regulación en el clorador.
- **Sensor de bajo vacío (2, 1 por cada clorador)**. Instalado en la línea de cloro gas que sale del clorador (puede estar en el clorador clorador). Salida digital a PLC.
- **Sensor de alto vacío (1)**. Instalado en la línea de cloro gas que sale de los evaporadores hasta los cloradores. Salida digital a CLP.
- **Válvulas reguladoras de vacío (2)**. Salida digital para indicar baja temperatura en el cuerpo de la válvula.
- **Analizadores de cloro residual + bombas de alimentación (1)**. Contendrá dos bombas con operación 1+1.
- **Cámara de expansión**. Salida digital con estado disco de rotura. Total cinco (5) unidades.
- **Válvulas “shut-off” (4)**. En una situación de emergencia estas válvulas cierran de forma automática mediante motor eléctrico (instalada a la salida de cada cilindro). Se debe enviar al PLC el estado de estas válvulas.
- **Equipamiento de emergencias:**
  - **Alarmas**. Lumínica y sonora.
  - **Detectores de cloro gas ambiente (10)**. Instalados en la sala de acopio y operación de cilindros, evaporadores y cloradores.
  - **Sistema de neutralización de cloro gas (1):**
    - Extractores de aire para conducir el aire contaminado de la sala hacia el Scrubber.
    - Ventiladores de aire a la entrada de la sala.
    - Gas Scrubber: equipamiento de funcionamiento automático para neutralizar el volumen de cloro contenido en 1 cilindro de ton container. La neutralización de cloro gas se realizará mediante solución de NaOH.
  - **Pulsadores de emergencia (4)**. En caso de ser accionados cierran las válvulas shut-off instaladas a la salida de cada cilindro ton container.

## B.4. Instrumentos

### B.4.1. Sensor de pH

Se medirá el valor de pH en la llegada de agua bruta, en el agua coagulada y en la cámara de contacto y alcalinización. Se instalarán a los efectos de monitoreo y control de proceso de coagulación y alcalinización.

- Cantidad: Cuatro (4)
- Ubicación:
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas arriba del resalto).
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas abajo del resalto y dosificación de PPQQ).
  - Dos (1+1) en Cámara de Contacto (aguas abajo del punto de dosificación de alcalinizante).

El medidor deberá tener un panel donde indicará la medida en unidades pH.

Características del fluido:

- Agua Bruta, Agua Coagulada y Cámara de Contacto y Alcalinización.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo -10 a 105 °C.
- Alimentación eléctrica: 24 V DC.
- Indicador: lectura digital en pH.
- Error total del sistema:  $\pm 0,01$  pH.
- Grado de protección mínima: IP67.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno, PTFE o acero inoxidable.
- Material del electrodo: vidrio.
- Rango de medida: 0-14 pH.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.

### B.4.2. Sensor de conductividad eléctrica

Se instalarán sensores de conductividad eléctrica en la EBAB y en entrada a la planta, a los efectos de monitoreo indirecto de salinidad en agua bruta antes de la entrada al proceso de potabilización.

- Cantidad: Cuatro (4)
- Ubicación:
  - Uno (1) en pozo húmedo de EBAB.
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas abajo del resalto).
  - Uno (1) en Tubería de Recirculación desde Pólder.
  - Uno (1) en Tubería de Agua Bruta.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Grado de protección mínima: IP68.

- Rango de medida: 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20  $\text{mS}/\text{cm}$ .
- Error:  $\pm 1,5 \%$  del valor medido.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del electrodo: ambos de grafito.
- Material del cuerpo del sensor: PES.

#### B.4.3. Sensor de nivel radar

Se medirá el nivel aguas arriba del canal Parshall, de manera de determinar el caudal afluente a la planta para poder efectuar los controles de dosificación respectivos, y en el pozo de achique para control de encendido y apagado de bomba. Conjuntamente será instalado un equipo en la Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB), con la funcionalidad de registro de niveles de operación.

- Cantidad: Once (11)
- Ubicación:
  - Uno (1) en EBAB.
  - Dos (1+1) en canal Parshall.
  - Dos (2) en canales de acceso a baterías de filtración.
  - Dos (2) en tanques de agua filtrada.
  - Uno (1) en TP1.
  - Uno (1) en TP3.
  - Uno (1) en TP4.
  - Uno (1) en TP2.

El sensor será de tecnología de radar de espacio libre no inmerso, adecuado para su uso en potabilización, pero también en el tratamiento de los efluentes generados en el proceso.

El transmisor se instalará junto al sensor constituyendo una unidad compacta capaz de ser montada al aire libre encima del espejo de agua. Por tal motivo debe ser capaz de soportar la radiación directa del sol y ser operativo en un rango amplio de temperaturas y estar protegido contra la radiación ultravioleta.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo 0 - 30 °C.
- Alimentación eléctrica: 24 V DC.
- Exactitud:  $\pm 0,2 \%$  o  $\pm 5 \text{ mm}$ , la que sea mejor.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Grado de protección mínima: IP66 (para el conjunto sensor transmisor).
- Material del cuerpo del sensor: PVDF
- Rango: 0,00 – 8,00 m.
- Debe incluir linealización para medir caudal en canales abiertos.

#### B.4.4. Medición de nivel discreto

Se dispondrá de sensores de nivel discreto en diferentes pozos para determinar niveles lógicos: Nivel Muy Alto: LAHH (alarma), Nivel Alto: LSH, Nivel Bajo: LSL, Nivel muy Bajo: LALL (para enclavamiento cableado).

- Cantidad en proceso de potabilización: 31
- Cantidad en EBAB: 5.

La tecnología de detección se basará en flotadores de tipo boya revestidos en polipropileno. Deberán proveer un contacto seco capaz de soportar una corriente de 1 A en 220VAC.

#### B.4.5. Medición de nivel hidrostático

Se medirá el nivel de los tanques de sulfato de aluminio para poder efectuar los controles de nivel respectivos. El sensor medirá la presión hidrostática para determinar el nivel del tanque.

Se protegerá la membrana del sensor mediante la aplicación de un sello resistente a la acción abrasiva del sulfato de aluminio, como ser Hastelloy C.

- Cantidad Total: 6

Características generales:

- Fluido: sulfato de aluminio
- Rango mínimo: 0 – 10 m
- Temperatura: rango mínimo 0-40 °C
- Error total del sistema: 1% de fondo de escala
- Señal de salida del transmisor: 4-20mA, con indicador local numérico
- Grado de protección mínima: IP67.
- Alimentación eléctrica: 230 Vca, 50 Hz

#### B.4.6. Analizador de Turbiedad

Se instalarán analizadores de turbiedad en línea con el objetivo principal de realizar el monitoreo de la turbiedad de agua bruta, clarificada y elevada, así como también de llevar a cabo el control del proceso de filtración.

- Cantidad: Veinticinco (25)
- Ubicación:
  - Uno (1) en cámara de entrada.\*
  - Dos (2) en canal de recolección de clarificados.\*\*
  - Doce (12) en salida de unidades de filtración.\*\*
  - Dos (2) en sendos canales de salida de agua de retrolavado.\*
  - Dos (2) en pozo de bombeo de EBAT.\*\*

Características generales:

El principio de medición de este parámetro será de luz difusa a 90 grados según la norma EN ISO 7027.

Dispondrá de un dispositivo de limpieza automática para garantizar una medición segura y estable, no requiriendo mantenimiento para su operación normal.

La calibración del mismo deberá estar implementada sobre la base de formazina. Se admitirá realizar verificaciones de validación utilizando estándares secundarios, que hayan sido calibrados con formazina.

Se separa las especificaciones en equipos de Alto Rango (\*) y de Bajo Rango (\*\*).

Características particulares del equipo de **Alto Rango**:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Alimentación eléctrica: 110 V/50 hz.
- Indicador: lectura digital en NTU.
- Resolución: 0,3 NTU.
- Grado de protección mínima: IP66.
- Rango de medida: 0-400 NTU.
- Exactitud:  $\pm 5\%$  de la lectura o 0,3 NTU.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno o acero inoxidable.

Características particulares del equipo de **Bajo Rango**:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Alimentación eléctrica: 110 V/50 hz.
- Indicador: lectura digital en NTU.
- Resolución: 0,003 NTU.
- Grado de protección mínima: IP66.
- Rango de medida: 0 -1 NTU.
- Exactitud:  $\pm 2\%$  de la lectura.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno o acero inoxidable.

En caso de ser requerido se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 30 – 90 L/h).

En el caso de las unidades de **Bajo Rango** se deberá prever la instalación de un desburbujeador entre la bomba de toma de muestras y al equipo analizador.

#### B.4.7. Analizador de Cloro

Se instalarán analizadores de cloro libre y residual total en cámara repartidora de caudal a unidades (pre-cloración) y en la impulsión de agua tratada (post-cloración).

- Cantidad: Dos (2)
- Ubicación:
  - Uno (1) en cámara repartidora de caudal a unidades.
  - Uno (1) en impulsión de EBAT.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.

- Rango de medición: 0 – 20 mg/l
- Exactitud: 0,001 mg/l
- Repetibilidad: 0,001 mg/l
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC
- Corrección de pH: Mediante sistema que utilice dióxido de carbono CO<sub>2</sub> o sustancia buffer. Si se utiliza un sistema que utilice CO<sub>2</sub>, se deberán instalar dos (2) cilindros de CO<sub>2</sub> de capacidad 20 Kg y una balanza para realizar la medida de la disponibilidad de gas.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

#### B.4.8. Analizador de Ozono

Se instalarán analizadores de Ozono para el monitoreo del proceso de interoxidación.

- Cantidad: Dos (2)
- Ubicación:
  - Dos (2) en sendos canales de salida de agua interoxidada a biofiltración.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.
- Rango de medición: 0 – 20 mg/l
- Exactitud: 0,001 mg/l
- Repetibilidad: 0,001 mg/l
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC
- Corrección de pH: Mediante sistema que utilice dióxido de carbono CO<sub>2</sub> o sustancia buffer. Si se utiliza un sistema que utilice CO<sub>2</sub>, se deberán instalar dos (2) cilindros de CO<sub>2</sub> de capacidad 20 Kg y una balanza para realizar la medida de la disponibilidad de gas.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

#### B.4.9. Analizador de dióxido de cloro

Se instalarán analizadores de dióxido de cloro disuelto.

Cantidad: Uno (1)

- Ubicación: Caseta de alojamiento de generador de dióxido de cloro.
- Recibe muestra proveniente de pozo húmedo.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.
- Rango de medición: 0,1 – 10 mg/l.
- Exactitud: 0,001 mg/l.

- Repetibilidad: 0,001 mg/l.
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

#### B.4.10. Caudalímetros Electromagnéticos

Se instalarán caudalímetros del tipo electromagnético para la medición de flujo en los la Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB), en los distintos procesos de potabilización y de tratamiento de los lodos de la planta potabilizadora, en Estación de bombeo de recalque a Pólder, en tubería de ingreso desde Pólder a la PTAP y en la Estación de Bombeo de Agua Tratada (EBAT).

El principio de medida será de campo electromagnético pulsante con medición de tensión inducida proporcional a la velocidad del fluido (Ley de Faraday). El medidor debe detectar la velocidad del fluido, transmitiendo una señal directamente proporcional a la velocidad y calcular el caudal a medir mediante ésta.

##### *B.4.10.1. Sensor*

Será del tipo electromagnético, adecuados para el líquido de conducción e instalación con un grado de protección IP68.

Los materiales en contacto con el fluido serán los más apropiados para uso con líquidos conducidos, según se indica en cada caso. Los sensores y transmisores serán bridados, se podrán desmontar fácilmente de la cañería en la que se encuentren instalados, y vendrán acompañados de un carretel de idénticas dimensiones al sensor, tal que permita su sustitución de mismo en caso de ser necesario.

##### *B.4.10.2. Transmisor, indicador e integrador*

Se instalará junto al sensor. La señal de salida de los transmisores será eléctrica, del tipo 4-20 mA.

El transmisor deberá operar a base de microprocesador con indicación alfanumérica en un display integrado multilingual. El transmisor debe ser capaz de realizar chequeos de diagnóstico en línea, incluyendo chequeos del circuito del sensor, así como de autodiagnóstico.

##### *B.4.10.3. Especificaciones técnicas generales*

- Temperatura: rango mínimo 10 - 30 °C.
- Intervalo de promediación: 1 segundo a 1 minuto (seleccionable).
- Precisión:  $\pm 0,5$  % del valor medido.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Grado de protección: IP68 (para el conjunto sensor transmisor) pudiendo quedar sumergidos.
- Alimentación eléctrica: 220 V CA, 50 Hz.

#### *B.4.10.4. Especificaciones técnicas particulares*

A continuación, se presenta una tabla con las características particulares de cada caudalímetro electromagnético a instalar.

Ubicación	Cantidad	Fluido	DN (mm)	PN (kg/cm <sup>2</sup> )	Materiales (Electrodos / Liner)	Caudal
EBAB	1	Agua Bruta (contenido de SS – posibilidad de contacto con agua salobre)	1400	10	AISI 316L /	3475 L/s
Aductora de Pólder	1	Agua Bruta (contenido de SS)	900	10	AISI 316L /	2670 L/s
Aductora a Pólder	1	Agua Bruta (contenido de SS)	500	10	AISI 316L /	820 L/s
Lavado Filtros*	4	Agua Filtrada	800	10	AISI 316L /	810 L/s
Extracción Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	500	10	AISI 316L /	570 L/s
Espesado Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	200	10	AISI 316L / PTFE	320 m3/h
DAF Lodo	1	Agua de Lavado de filtro al 0,05% de SST	250	10	AISI 316L / PTFE	560 m3/h
Deshidratación	2	Lodo espesado al 4% de SST	75	10	AISI 316L / PTFE	36 m3/h
Agua Potable	1	Agua Potable	900	16	AISI 316L /	2670 L/s
Dosificación SA	1	Sulfato Aluminio al 48%	25	10	Tantalo / PTFE	1500 L/h
Dosificación SC	1	Soda Cáustica al 36%	25	10	Tantalo / PTFE	1100 L/h
Dosificación PP	1	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	6000 L/h
Dosificación PE	4	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	1000 L/h
Dosificación PD	1	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	1000 L/h
Dosificación PL	2	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	6000 L/h

\*: Los sensores deben poder medir con la precisión solicitada independientemente de los tramos rectos disponibles en la línea.

**B.4.11. Caudalímetro de Aire (Lavado de Filtros)**

Equipo compacto de medición de flujo de aire basado en el principio másico por dispersión térmica.

El medidor debe ser instalación de tipo inserción en la tubería conductora de aire comprimido de lavado de filtros.

Resumen de condiciones generales:

- Cantidad: dos (02), uno (1) en cada línea de aplicación a cada módulo de filtración.
- Principio: másico por dispersión térmica.
- Instalación: inserción en tubería.
- Grado de protección: IP66 o IP67.

#### Características del transmisor

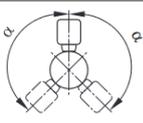
- Fuente de alimentación: 24 V DC.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador numérico local.

#### Características del sensor

- Fluido: Aire comprimido.
- Rango de temperatura ambiente: 10 - 30°C.
- Rango de temperatura del fluido: 10 - 60°C.
- Presión máxima del sistema: 1,5 bar
- Rango de caudal: 4.500 m<sup>3</sup>/h.
- Diámetro nominal de la tubería de instalación: 300 mm.
- Error máximo de medición:  $\pm 3$  %.
- Variables medidas: flujo másico, temperatura, flujo volumétrico corregido, flujo volumétrico FAD.
- Materiales: Transductor: 1.4404 (316L); Tubo de inserción: 1.4404 (316L); Conexión: 1.4435 (316L) Adaptador de compresión: 1.4404 (316L); Anillo de sellado: EPDM.

#### Posición de instalación

Se deberán seguir las posiciones indicadas para instalación de los caudalímetros de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

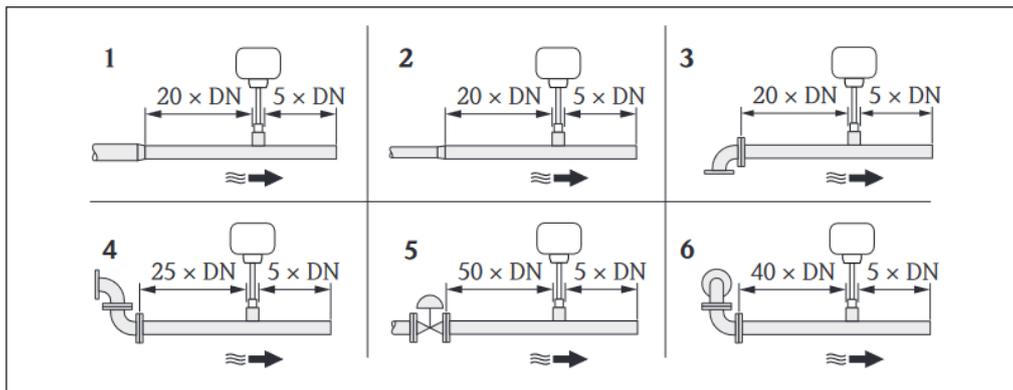
	Orientação	Recomendação
Direção vertical	 A0017337	✓ <sup>1) 2)</sup>
Direção horizontal, cabeçote do transmissor voltado para cima	 A0015568	✓✓
Direção horizontal, cabeçote do transmissor voltado para baixo	 A0015590	✓✓ <sup>3)</sup>
Posição de instalação inclinada, cabeçote do transmissor para baixo	 A0015773	✓ <sup>4)</sup>

- 1) Em caso de gases não limpos ou saturados, prefere-se a vazão ascendente em uma seção do tubo vertical para minimizar a condensação ou contaminação.
- 2) Não é recomendável no caso de vibrações extremas ou instalações instáveis.
- 3) Adequado somente para gases limpos e secos. Caso haja sempre a presença de incrustação ou condensado: Instale o sensor em posição inclinada.
- 4) Selecione a posição de instalação inclinada ( $\alpha = \text{aprox. } 135^\circ$ ) se o gás estiver muito úmido ou saturado com água.

### Distancias de instalación

Se deberán seguir las distancias mínimas para la instalación, en las diversas configuraciones de disposición de tuberías, recomendadas por el fabricante.

*Operações de entrada e saída recomendadas*



- 1 redução
- 2 expansão
- 3 cotovelo 90° ou seção T
- 4 cotovelo 2 x 90°
- 5 Válvula de comando
- 6 cotovelo 2 x 90° (tridimensional)

### B.4.12. Sensor de carpeta de lodos

Se medirá el espesor de la carpeta de lodos en las tolvas de decantadores laminares.

- Cantidad: Dieciocho (18)
- Ubicación:
  - Dieciocho (18) en sendas tolvas de decantadores laminares.

Características del equipo:

- Tecnología: ultrasonido
- Rango de medición: 0,3 – 10 m
- Salida: analógica rango 4-20mA
- Precisión:  $\pm 0,3\%$  del rango de medida.
- Error:  $\pm 2,0\%$  del rango de medida.
- Grado de protección mínima: IP68
- Alimentación eléctrica: 230 VCA, 50 Hz

Contará con accesorio de limpieza mecánica automática del sensor para reducir las tareas de mantenimiento operativas.

#### B.4.13. Sensor de Presión

Se instalarán sensores de presión (transductores) en las conducciones principales de la planta potabilizadora y Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB).

A su vez, de forma de poder calibrar y verificar el funcionamiento del transductor de presión, se instalará conjuntamente un manómetro para el mismo rango de medición y apto para aguas residuales.

Tanto los manómetros como los transductores de presión se instalarán junto a una válvula esférica para el correcto montaje y desmontaje sin necesidad de sacar de funcionamiento al equipo de bombeo.

Ubicación	Cantidad	Fluido	Rango Presión
Aductora de agua bruta	1	Agua Bruta (agua salobre)	0 - 10 bar
Aductora a Pólder	1	Agua Bruta	0 - 10 bar
Lavado Filtros	1	Agua Filtrada	0 - 10 bar
Extracción Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	0 - 10 bar
Agua Potable	1	Agua Potable	0 - 16 bar

### B.5. Otros materiales o equipos

#### B.5.1. Módulos de Sedimentación Laminar

##### B.5.1.1. *Obra Civil*

Se instalarán módulos en las unidades de sedimentación.

Las características y dimensiones de las unidades se indican a continuación (las mismas se encuentran acotadas en los planos del anteproyecto):

- Ancho de las celdas (dos celdas por unidad de sedimentación, a ambos lados del ducto central de distribución): 2,10 m. Es el ancho a cubrir por los módulos de sedimentación.
- Largo de las celdas: 22,50 m. Es la longitud a cubrir por los módulos de sedimentación.

- Separación entre canaletas superiores de recolección de clarificado: 2,25 m.
- Altura de agua sobre los módulos de sedimentación: 1,00 m.
- Distancia entre orificios de líquido floculado y base de placas: 1,05 m.
- Tasa hidráulica superficial (caudal/área bruta ocupada por placas): 5,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.

#### B.5.1.2. Características constructivas

Los módulos de sedimentación deberán presentar las siguientes características:

- Espacio disponible para su instalación: 24 celdas de 2,10 m ancho; 22,50 m de largo y 1,00 m de altura (máxima).
- El ángulo de inclinación respecto a la horizontal de entre 55 – 65°.
- Sistema de distribución y recolección según se indica en planos de proyecto.
- El proveedor deberá suministrar los perfiles necesarios para el apoyo de los módulos de sedimentación, y en el caso de materiales plásticos que puedan flotar deberán incluirse tensores anti-flotación.
- Capacidad para escurrimiento de lodos por gravedad hacia espacio inferior en condiciones de autolimpieza.
- La geometría interna y diseño de placas serán de responsabilidad de la fabricante sujeta al cumplimiento de las prestaciones funcionales indicadas y para la posición espacial indicada para los módulos.
- Los materiales de los módulos podrán ser los siguientes: PVC, PRFV o Polipropileno. Los materiales plásticos deberán ser resistentes a la radiación UV. Los materiales suministrados deberán ser aptos para el trabajo con agua potable, contando con certificado de ANSI/NSF 61 o equivalente.

### B.5.1.3. Datos a incluir en la oferta

- Hoja de datos con las características técnicas de los módulos.
- Discriminación de los accesorios y piezas a ser suministradas.
- Planos de detalle y datos de diseño para todos los componentes de la instalación. Los planos deben indicar la configuración de los módulos y su instalación
- Manual de instalación, operación y mantenimiento.
- Ensayos de fábrica a realizarse con su descripción, normas utilizadas y tolerancias.
- Con la información solicitada se presentará una Ficha Técnica.

## B.5.2. Manto filtrante

### B.5.2.1. Antracita

El peso específico de la misma, estando seca, deberá estar comprendido entre 1,5 Ton/m<sup>3</sup> y 1,6 Ton/m<sup>3</sup>. El tamaño efectivo será (D10 size) de 0,90 ±0,05 mm y el coeficiente de uniformidad (D60/D10 size) será < a 1,4.

Ninguna partícula podrá tener un tamaño superior a 2,0 mm ni inferior a 0,70 mm.

El porcentaje máximo de planos (partículas cuya mayor dimensión excede tres veces la menor dimensión) no deberá ser mayor del 5%.

La antracita deberá encontrarse visiblemente libre de arcilla, barro esquisto y otras impurezas.

La estabilidad química del material en todos sus aspectos la determinará el ensayo de solubilidad en ácido clorhídrico de 40% de concentración. El máximo valor admisible de la solubilidad al ácido, así determinada, será del 1%. La dureza de Mohr será superior al 2,7.

### B.5.2.2. Arena

El lecho estará formado de arena con tamaño efectivo (D10 size) de 0,50±0,05 mm, coeficiente de uniformidad (D60/D10 size) de 1,5 y el peso específico estará comprendido entre 2,5 y 2,6 Ton/m<sup>3</sup>.

No poseerá partículas de tamaño inferior a 0,25 mm.

La arena estará compuesta de granos duros y resistentes, libre de arcilla, suciedad y materia orgánica. No debe contener hierro ni manganeso en cantidad o cualidad que afecte adversamente la calidad del agua filtrada. Debe ser insoluble en un 95% si se sumerge en una solución de ácido clorhídrico al 40%. Cumplirá, en general, con la norma B-100 de la AWWA.

### B.5.2.3. Grava

De peso específico entre 2,4 y 2,8 Ton/m<sup>3</sup> que provengan de materiales duraderos, resistentes y sólidos mecánicamente, libre de arcilla, suciedad y materia orgánica sin

contaminantes o partículas dañinas que afecten la calidad del agua potable o el funcionamiento del filtro.

No debe contener hierro ni manganeso en cantidad o cualidad que afecte adversamente la calidad del agua filtrada. Cumpliendo esas condiciones podrá utilizarse material natural y no proveniente de la trituración en cantera, el cual será de preferencia. Gravilla de  $D_{min} = 3,6$  mm a 6,3 mm y  $D_{máx} = 8,0$  mm.

### B.5.3. Falso fondo en filtros

El mismo deberá ser apto para funcionar en las condiciones de diseño (lavado de aire y agua).

Requisitos:

- Ser aptos para arena y antracita.
- Ser apto para el lavado con agua y aire.
- Presentar una pérdida de carga menor a 1,4 mca para la tasa de lavado máxima con agua de 0,80 m/min.

Se sugiere la instalación de falsos Fondos tipo Leopoldo similar. No se admitirán falsos fondos de losetas y boquillas filtrantes.

### B.5.4. Depósitos de almacenamiento de Sulfato de Aluminio

#### B.5.4.1. *Características Generales*

La solución de sulfato de aluminio concentrada se acopiará en silos o depósitos de PRFV ubicados en el exterior, dentro del predio de la planta. El total de silos será de cuatro (4), de forma cilíndrica de sección circular, cada uno para proveer un volumen útil de 50 m<sup>3</sup> (200 m<sup>3</sup> totales de acopio). Los silos se instalarán sobre una plataforma o losa de hormigón, provista de un murete o cordoneta perimetral de 1,5 m de altura que permite la contención total del producto en caso de una pérdida o derrame del mismo. La pileta o cuba así conformada presenta drenaje o pendiente hacia una boca de desagüe, que permite su vaciado hacia la red de desagües interna de la planta, previa apertura manual de una válvula de compuerta instalada en una cámara seca. Los silos se encuentran intercomunicados por su parte inferior de pares, según se indica en los planos.

La cuba de contención contempla la previsión de la superficie necesaria para la instalación de dos (2) silos adicionales para la futura ampliación.

#### B.5.4.2. *Instalación y características constructivas*

- Material de los silos en PRFV, el cual deberá cumplir con la normativa de la AWWA y ASTM, o equivalente MERCOSUR. El espesor mínimo de pared será de 10 mm, debiéndose justificar debidamente el empleo de espesores distintos al especificado. El material deberá ser apto para su instalación a la intemperie, así como para el acopio de la sustancia especificada (sulfato de aluminio líquido).
- Las características de la solución de sulfato de aluminio a acopiar son las siguientes: concentración del 50%, densidad 1,35 – 1,40 Kg/L, corrosivo y ácido.
- Cada silo deberá contar con los pases o aberturas indicados para las tuberías de llenado o carga de los mismos (superior), rebosadero (superior), tuberías de alimentación de bombas dosificadoras (inferior), ventilación (superior) y tapa superior para acceso de personal de operación y mantenimiento (500 mm, abulonada).
- Los tanques se interconectarán de a pares por su parte inferior, según se indica en planos, los cuales a su vez se conectan al múltiple de succión de las bombas dosificadoras.
- Los silos o depósitos apoyarán directamente sobre dados o plataformas de fundación individuales, a construir sobre la plataforma o playa de hormigón común a todos ellos. La vinculación de los silos a los dados o plataformas de fundación deberá garantizar la estabilidad de los mismos frente a cargas externas (vientos, golpes).
- Si bien cada silo contará con un sensor de nivel que permitirá el monitoreo desde el SCADA, se deberá incorporar al silo un visor externo para el control visual del nivel en los tanques. El mismo abarcará la totalidad de la altura útil de los silos, y podrá ser externo o bien integrado a la pared del tanque, de material adecuado para la función requerida (vidrio, material plástico transparente).

#### B.5.5. Depósitos de almacenamiento de Soda Cáustica

##### B.5.5.1. *Características Generales*

La solución de soda cáustica se acopiará en silos o depósitos de acero ubicados en el interior de la casa química, al resguardo de la intemperie a efectos de evitar problemas de cristalización de la solución. En total son tres (3) silos, de forma cilíndrica, cada uno para proveer un volumen útil de 50 m<sup>3</sup> (150 m<sup>3</sup> totales de acopio).

Los silos se instalarán sobre el piso del local de la casa química, delimitados por un murete o cordoneta perimetral de 1,5 m de altura que permite la contención total del producto en caso de una pérdida o derrame del mismo. La pileta o cuba así conformada presenta drenaje o pendiente hacia una boca de desagüe, que permite su vaciado hacia la red de desagües interna de la planta, previa apertura manual de una válvula de compuerta instalada en una cámara seca. Los silos se encuentran intercomunicados por su parte inferior al manifold de succión de las bombas dosificadoras de soda cáustica.

La cuba de contención contempla la previsión de la superficie necesaria para la instalación de un (1) silo adicional para la futura ampliación.

### B.5.5.2. *Instalación y características constructivas*

- El material de los silos será hierro, de calidad comprobada, siendo el espesor mínimo de pared igual a 10mm, debiéndose justificar debidamente el empleo de espesores distintos al especificado. Deberá declararse específicamente la aptitud del material para el acopio de la sustancia especificada (solución de soda cáustica al 50% en peso)
- Las características de la solución de soda cáustica a acopiar son las siguientes: concentración del 50% en peso, densidad 1.50 Kg/L, líquido corrosivo y básico.
- Cada silo deberá contar con los pases o aberturas indicados para las tuberías de llenado o carga de los mismos (superior), ventilación (superior), tuberías de alimentación de bombas dosificadoras (inferior), tuberías de recirculación de solución (altura media) y tapa superior para acceso de personal de operación y mantenimiento (500mm, abulonada o bridada).
- Los silos o depósitos apoyarán directamente sobre dados o plataformas de fundación individuales, a construir sobre el piso de la casa química.
- Todas las tuberías, válvulas y demás piezas especiales serán en acero inoxidable AISI 304, de modo de permitir el calentamiento de las mismas mediante soplete en caso de que se produzca la cristalización de la solución de soda cáustica (temperaturas inferiores a 12°C).
- El control del nivel en los silos se realizará visualmente, para lo cual cada uno de ellos contará con un visor exterior o bien integrado a la pared del tanque, de material adecuado (vidrio, material plástico transparente) que permitirá monitorear el nivel en el mismo en toda su altura útil.

### B.5.6. Puentes Grúa

#### B.5.6.1. *Estación de bombeo de agua bruta*

##### Generalidades

Para el izado de bombas, tuberías del múltiple de succión e impulsión, piezas especiales o accesorios, en caso de ser necesarios la reparación y/o mantenimiento de las mismas, se proyectó un puente grúa, el cual recorrerá el local de la estación de bombeo de agua bruta (EBAB) en sentido longitudinal, salvando la luz de la sección transversal de la misma.

Sobre la viga puente se instalará un polipasto que recorrerá la misma en toda su longitud, cubriendo así la sección transversal del local de la estación de bombeo.

##### Instalación y características constructivas

- Cantidad: uno (1)
- Luz a salvar (trocha) igual a 12,90m
- Longitud de recorrido 35,30m (desplazamiento longitudinal); la velocidad de traslación del puente será de 10m/min

- Carga mínima de 10T (10.000 Kg), o la necesaria para el izaje ya sea de los equipos de bombeo (uno por vez), tuberías del múltiple de succión e impulsión, piezas especiales o accesorios; al respecto cabe precisar que la capacidad de carga se ajustará en función de los equipos a instalar a instancias del proyecto ejecutivo.
- La viga puente así como sus apoyos laterales serán en perfiles de acero laminado, los cuales serán dimensionados para la carga especificada. El material será en acero fundido calidad SAE 1045, y contará con revestimiento protector de 100 micras de espesor, apropiado para el ambiente de operación del equipo.
- Los rodamientos del puente serán del tipo monorriel, los cuales estarán fijados a la obra civil proyectada. El material de los mismos será acero fundido calidad SAE 1045, y contará con protección anticorrosiva.
- La viga puente será recorrida por un polipasto de cadena de 10T de capacidad de carga; el sistema de traslación (carro) del polipasto sobre la viga puente será resuelto conjuntamente con el perfil de la misma. La velocidad de izaje del polipasto será de 4m/min.
- El largo mínimo de la cadena será de 25m, y su material será acero inoxidable AISI 304.
- El sistema contará con topes de final de carrera en todos sus movimientos.
- Tablero eléctrico apto para sistema TNS 400 Vca 50Hz, con los siguientes componentes principales: llave seccionadora de corte general, arrancador completo para motor y todos los elementos de comando necesarios para poder maniobrar el puente grúa en forma remota desde el nivel de piso.
- Los motoredutores serán protección IP55, y la potencia de los mismos no será inferior a los 5,0KW. El sistema contará con un limitador de carga, y protección por sobrecarga.
- La estación de bombeo será accesible mediante camioneta y/o camión liviano, en donde se descargarán los equipos.

#### *B.5.6.2. Local de espesado y deshidratación de lodos*

##### Generalidades:

Para el izado de espesadores mecánicos rotativos y decanters centrífugas, en caso de ser necesarios la reparación y/o mantenimiento de los mismos, se proyectó un puente grúa, el cual recorrerá el local en sentido longitudinal, salvando la luz de la sección transversal de la misma.

Sobre la viga puente se instalará un polipasto que recorrerá la misma en toda su longitud, cubriendo así la sección transversal del local de la estación de bombeo.

#### Instalación y características constructivas

- Cantidad: uno (1)
- Luz a salvar (trocha) igual a 11,45m
- Longitud de recorrido 40,60m (desplazamiento longitudinal); la velocidad de traslación del puente será de 10m/min
- Carga mínima de 15T (15.000 Kg), o la necesaria para el izaje ya sea de los equipos de espesado y deshidratación (uno por vez) y/o piezas del sistema; al respecto cabe precisar que la capacidad de carga se ajustará en función de los equipos a instalar a instancias del proyecto ejecutivo.
- La viga puente así como sus apoyos laterales serán en perfiles de acero laminado, los cuales serán dimensionados para la carga especificada. El material será en acero fundido calidad SAE 1045, y contará con revestimiento protector de 100 micras de espesor, apropiado para el ambiente de operación del equipo.
- Los rodamientos del puente serán del tipo monorriel, los cuales estarán fijados la obra civil proyectada. El material de los mismos será acero fundido calidad SAE 1045, y contará con protección anticorrosiva.
- La viga puente será recorrida por un polipasto de cadena de 15T de capacidad de carga; el sistema de traslación (carro) del polipasto sobre la viga puente será resuelto conjuntamente con el perfil de la misma. La velocidad de izaje del polipasto será de 4m/min.
- El largo mínimo de la cadena será de 15m, y su material será acero inoxidable AISI 304.
- El sistema contará con topes de final de carrera en todos sus movimientos.
- Tablero eléctrico apto para sistema TNS 400 Vca 50Hz, con los siguientes componentes principales: llave seccionadora de corte general, arrancador

completo para motor y todos los elementos de comando necesarios para poder maniobrar el puente grúa en forma remota desde el nivel de piso.

- Los motoredutores serán protección IP55, y la potencia de los mismos no será inferior a los 7,5 KW. El sistema contará con un limitador de carga, y protección por sobrecarga.
- El local de espesado y deshidratación de lodos será accesible mediante camioneta y/o camión liviano, en donde se descargarán los equipos.

### B.5.6.3. EBAT

#### Generalidades

Para el izado de bombas, tuberías del múltiple de succión e impulsión, piezas especiales o accesorios, en caso de ser necesarios la reparación y/o mantenimiento de las mismas, se proyectó un puente grúa, el cual recorrerá el local de la estación de bombeo de agua tratada (EBAT) en sentido longitudinal, salvando la luz de la sección transversal de la misma.

Sobre la viga puente se instalará un polipasto que recorrerá la misma en toda su longitud, cubriendo así la sección transversal del local de la estación de bombeo.

#### Instalación y características constructivas

- Luz a salvar (trocha) igual a 12,75m
- Longitud de recorrido 42,15m (desplazamiento longitudinal); la velocidad de traslación del puente será de 10m/min
- Carga mínima de 10T (10.000 Kg), o la necesaria para el izaje ya sea de los equipos de bombeo (uno por vez), tuberías del múltiple de succión e impulsión, piezas especiales o accesorios; al respecto cabe precisar que la capacidad de carga se ajustará en función de los equipos a instalar a instancias del proyecto ejecutivo.
- La viga puente así como sus apoyos laterales serán en perfiles de acero laminado, los cuales serán dimensionados para la carga especificada. El material será en acero fundido calidad SAE 1045, y contará con revestimiento protector de 100 micras de espesor, apropiado para el ambiente de operación del equipo.
- Los rodamientos del puente serán del tipo monorriel, los cuales estarán fijados la obra civil proyectada. El material de los mismos será acero fundido calidad SAE 1045, y contará con protección anticorrosiva.

- La viga puente será recorrida por un polipasto de cadena de 10T de capacidad de carga; el sistema de traslación (carro) del polipasto sobre la viga puente será resuelto conjuntamente con el perfil de la misma. La velocidad de izaje del polipasto será de 4m/min.
- El largo mínimo de la cadena será de 15m, y su material será acero inoxidable AISI 304.
- El sistema contará con topes de final de carrera en todos sus movimientos.
- Tablero eléctrico apto para sistema TNS 400 Vca 50Hz, con los siguientes componentes principales: llave seccionadora de corte general, arrancador completo para motor y todos los elementos de comando necesarios para poder maniobrar el puente grúa en forma remota desde el nivel de piso.
- Los motoredutores serán protección IP55, y la potencia de los mismos no será inferior a los 5,0KW. El sistema contará con un limitador de carga, y protección por sobrecarga.
- La estación de bombeo será accesible mediante camioneta y/o camión liviano, en donde se descargarán los equipos.

#### B.5.7. Polipastos

Se suministrarán e instalarán en la PTAP según se indica en planos del anteproyecto, polipastos eléctricos, montados sobre perfiles tipo I. La capacidad de carga de estos equipos se ajustará en función de los equipos a instalar a instancias del proyecto ejecutivo, siguiendo a continuación una estimativa de capacidad basada en el anteproyecto adjunto:

- Sistema de ozonización:
  - Dos (2) monorrieles con polipasto de capacidad 10.000 kg.
- Galerías de filtros:
  - Dos (2) monorrieles con polipasto de capacidad 1.000 kg.
- Sala de bombas:
  - Un (1) monorriel con polipasto de capacidad 1.000 kg.
  - Un (1) monorrieles con polipasto de capacidad 3.000 kg.
  - Un (1) monorrieles con polipasto de capacidad 5.000 kg.
- Sistema de cloración:
  - Un (1) monorriel con polipasto de capacidad 1.500 kg.
- Pozo de bombeo interno:
  - Un (1) monorriel de con polipasto de capacidad 1.000 kg.

La traslación del polipasto será efectuada mediante un carro de traslación manual, el cual estará montado sobre el perfil I correspondiente.

#### Características constructivas

El accionamiento será eléctrico, de cadena y el mecanismo de reducción tendrá engranajes de acero que girarán sobre ejes y cojinetes de acero templado de manera de obtener una larga duración sin desgaste apreciable. Los engranajes estarán cerrados en un compartimento estanco lleno de aceite lubricante, para su uso a la intemperie. La cadena será de acero de construcción robusta (Grado 8 o superior) con coeficiente de seguridad a rotura por lo menos seis veces la carga nominal; la longitud de la cadena será tal que permita la remoción de la bomba más alejada de la ubicación del pórtico. Tendrá un mecanismo de freno automático que no ofrezca resistencia a la operación de elevación de la carga.

En la recepción se verificará el izaje, frenado y descenso con la carga nominal y se probarán con un sobrecarga del 75%; el Contratista proveerá los elementos para estas pruebas.

Para permitir la traslación a lo largo del perfil del pórtico (PNI de dimensiones especificadas en cada caso) el polipasto estará provisto de un carrito de empuje, compatible con la capacidad del polipasto. La traslación de la carga se realizará mediante empuje directo de ella. Las ruedas del carrito estarán montadas sobre rodamientos sellados; las mismas podrán ser de plástico (tipo nylon o similar) o bien de fundición gris.

El sistema permitirá un largo uso, a la intemperie, sin necesidad de mantenimiento por lo que se deberá proteger de manera adecuada las componentes metálicas del mismo; en un lugar bien visible se debe indicar la carga nominal en Kg.

### **B.6. Dispositivos de protección antiarriete**

Se lista a continuación los dispositivos de protección antiarriete definidos en etapa de anteproyecto y requeridos para cada una de las infraestructuras principales de bombeo:

#### Estación de bombeo de agua bruta (EBAB):

- Cinco (5) Tanques Hidroneumáticos de 50 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo. La instalación deberá dejar lugar válvulas y accesorios para instalación futura de un tanque adicional, sin necesidad de interrupción del servicio.

#### Aductora de agua bruta (AAB):

- Una (1) Chimenea de Equilibrio localizada a lo largo de la aductora.

#### Estación de recalque a Pólder:

- Cuatro (4) Tanques Hidroneumáticos de 10 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo.

#### Estación de bombeo de agua tratada (EBAT):

- Seis (6) Tanques Hidroneumáticos de 20 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo.

#### Aductora de agua potable (AAP):

- Cuatro (4) Tanques Unidireccionales localizados a lo largo de la aductora.

#### B.6.1. Tanques hidroneumáticos en: EBAB

Se instalarán tanques de tipo hidroneumático específicamente diseñados para la protección de sistemas frente a transitorios hidráulicos. Los mismos serán de tipo membrana, aptos para trabajos con líquidos con contenido de sólidos, y contacto con agua salobre del Río de la Plata (RDLP).

Principales características:

- **Presión nominal:** 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Presión de prueba:** 15 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Cuerpo.** Los tanques serán cilíndricos con tapa y fondo de forma semi-cilíndrica en chapa de acero al carbono de calidad mínima SA 516 Gr 70 (Norma ASTM/ASME), y con sobre espesor por corrosión mínimo de 2mm. Internamente se realizará un tratamiento del tipo enarenado y aplicación de revestimiento protector del tipo epoxi anticorrosivo, de espesor mínimo 300 micras. Exteriormente también se aplicará un revestimiento protector, acorde con la zona donde se instalará el tanque y considerando como guía: tratamiento del tipo enarenado, revestimiento primario en pintura epoxi (140 micras) más acabado en pintura de poliuretano (60 micras).
- **Diámetro de salida e interconexión con aductora:** a definir en proyecto ejecutivo (estimado en 900mm).
- **Membrana.** Material apto para contacto con agua proveniente del RDLP.
  - o Se propone como material para la membrana Poliuretano reforzado con espesor mínimo de 2mm.
  - o Las dimensiones de la membrana serán de las mismas dimensiones que el tanque.
- **Control de nivel:**
  - o Se debe suministrar para cada tanque control de nivel por presión diferencial con salida de 4 a 20mA.
- **Componentes adicionales:**
  - o Reja anti extrusión. Apta para trabajo con agua de origen residual.
  - o Tapas de inspección.
  - o Válvula para llenado de membrana.
  - o Ojales para izaje.

#### B.6.2. Tanques hidroneumáticos de recalque a Pólder

Se instalarán tanques de tipo hidroneumático específicamente diseñados para la protección de sistemas frente a transitorios hidráulicos. Los mismos serán de tipo

membrana, aptos para trabajos con líquidos con contenido de sólidos, y contacto con agua salobre del Río de la Plata (RDLP).

Principales características:

- **Presión nominal:** 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Presión de prueba:** 15 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Cuerpo.** Los tanques serán cilíndricos con tapa y fondo de forma semi-cilíndrica en chapa de acero al carbono de calidad mínima SA 516 Gr 70 (Norma ASTM/ASME), y con sobre espesor por corrosión mínimo de 2mm. Internamente se realizará un tratamiento del tipo enarenado y aplicación de revestimiento protector del tipo epoxi anticorrosivo, de espesor mínimo 300 micras. Exteriormente también se aplicará un revestimiento protector, acorde con la zona donde se instalará el tanque y considerando como guía: tratamiento del tipo enarenado, revestimiento primario en pintura epoxi (140 micras) más acabado en pintura de poliuretano (60 micras).
- **Diámetro de salida e interconexión con aductora:** a definir en proyecto ejecutivo (estimado en 500 mm).
- **Membrana.** Material apto para contacto con agua proveniente del RDLP.
  - o Se propone como material para la membrana Poliuretano reforzado con espesor mínimo de 2mm.
  - o Las dimensiones de la membrana serán de las mismas dimensiones que el tanque.
- **Control de nivel:**
  - o Se debe suministrar para cada tanque control de nivel por presión diferencial con salida de 4 a 20mA.
- **Componentes adicionales:**
  - o Reja anti extrusión. Apta para trabajo con agua de origen residual.
  - o Tapas de inspección.
  - o Válvula para llenado de membrana.
  - o Ojales para izaje.

### B.6.3. Tanques hidroneumáticos en: EBAT

Se instalarán tanques de tipo hidroneumático específicamente diseñados para la protección de sistemas frente a transitorios hidráulicos. Los mismos serán de tipo membrana, aptos para agua potable. Se prevé que sean tanques de tipo horizontal de 20 m<sup>3</sup> de volumen cada uno.

Principales características:

- **Presión nominal:** 16 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Presión de prueba:** 24 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Cuerpo.** Los tanques serán cilíndricos con tapa y fondo de forma semi-cilíndrica en chapa de acero al carbono de calidad mínima SA 516 Gr 70 (Norma ASTM/ASME), y con sobre espesor por corrosión mínimo de 2mm. Internamente se realizará un tratamiento del tipo enarenado y aplicación de revestimiento protector del tipo epoxi anticorrosivo, de espesor mínimo 300 micras. Exteriormente también se aplicará un revestimiento protector, acorde

con la zona donde se instalará el tanque y considerando como guía: tratamiento del tipo enarenado, revestimiento primario en pintura epoxi (140 micras) más acabado en pintura de poliuretano (60 micras).

- **Diámetro de salida e interconexión con aductora:** a definir en proyecto ejecutivo (estimado entre 800 a 900mm).
- **Membrana.** Material apto para contacto con agua proveniente del RDLP.
  - Se propone como material para la membrana Poliuretano reforzado con espesor mínimo de 2mm.
  - Las dimensiones de la membrana serán de las mismas dimensiones que el tanque.
- **Control de nivel:**
  - Se debe suministrar un control de nivel por presión diferencial con salida de 4 a 20mA para cada uno de los tanques a instalar.
- **Componentes adicionales:**
  - Reja anti extrusión.
  - Tapas de inspección.
  - Válvula para llenado de membrana.
  - Ojales para izaje.

## C. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### C.1. Tableros eléctricos

#### C.1.1. Centros de distribución de potencia

Tablero general en estación EBAB TCDP

Tablero general en planta PTAP T0

Tableros TC1, TC2, TC3, TC4 y Tablero de Edificio en planta EBAB

Tableros T1, T2, T3a, T3b, T4 y TC en planta PTAP.

##### C.1.1.1. *Generalidades*

Los Tableros deberán cumplir con la norma IEC 60439-1 o EN 60439-1.

#### **Lugar de instalación**

Los tableros serán diseñados considerando que el mismo será instalado en una sala eléctrica cerrada.

Los cables de alimentación o el ducto de barras acometerán por la parte de arriba del gabinete del interruptor general, para lo cual se deberá dejar previsto una tapa superior desmontable de aluminio. Las salidas de cables para los diferentes tableros derivados, así como el cable de alimentación desde el Grupo Electrógeno acometerán por la parte inferior de los gabinetes a través del canal de la sala o debajo piso elevado.

#### **Condiciones Ambientales:**

- Temperatura Máxima 40 °C
- Temperatura Mínima -5 °C

- Humedad relativa Ambiente máxima: 99 %
- Altitud < 1000 m
- Zona costera marítima, atmósfera salina.

### Segregación

- Tipo: 3b

3b – Separación de Barras de distribución de las unidades funcionales, separación entre unidades funcionales, separación de salida de cables NO individualmente sino por unidad funcional.

### Condiciones Eléctricas

- Tensión de empleo: 400 V
- Tensión de aislamiento: 1000 V
- Corriente nominal: de acuerdo al unifilar
- Corriente de corta duración (1s): de acuerdo al unifilar
- Frecuencia: 50 Hz
- Grado de protección: IP41
- Apto para sistema de tierra: TT o TNS (3P+N+PE)

#### C.1.1.2. Construcción

El tablero deberá asegurar un servicio continuo absolutamente seguro desde todo punto de vista.

Los gabinetes serán íntegramente de construcción estándar y modular, conformando un sistema funcional.

Su construcción deberá estar de acuerdo con la propuesta presentada en el plano unifilar correspondiente.

Estará construido con materiales de óptima calidad y ampliamente experimentados, conforme a las reglas del buen arte.

La instalación de cada interruptor incluirá los elementos mecánicos y eléctricos de acometida, soporte, protección y salida que contribuyan a la ejecución de una sola función (“unidad funcional”).

El CDP será construido de modo tal que cada salida estará en cubículos independientes, debidamente identificados, con sus componentes montados sobre bandejas, las que serán fácilmente desmontables a los fines de reparación o mantenimiento mediante la simple desconexión del interruptor propio del cubículo.

Brindarán protección al personal y seguridad de servicio. Tendrán una disposición simple de aparatos y componentes y su operación será razonablemente sencilla a fin de evitar confusiones.

Los compartimentos estarán segregados internamente garantizando un grado de protección IP2X contra contactos directos con partes vivas.

En caso de ser necesario, deberán instalarse con ventilación con filtros en tapas y/o ventiladores axiales de servicio controlado por termostatos adecuados para la fácil evacuación del calor disipado por los elementos componentes.

Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad.

#### *C.1.1.3. Estructura*

La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las modificaciones y/o eventuales extensiones futuras. Será realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles.

Tendrán frente muerto desmontable y puerta exterior rebatible, pernos soldados para puesta a tierra, cierres metálicos niquelados, y burletes que aseguren la estanqueidad correspondiente al grado de protección IP41. Las palancas de operación de los interruptores, deberán quedar accesibles desde el frente muerto del tablero.

Los tornillos tendrán un tratamiento anticorrosivo a base de zinc. Todas las uniones serán atornilladas, para formar un conjunto rígido. La bulonería dispondrá de múltiples dientes de quiebre de pintura para asegurar la perfecta puesta a tierra de las masas metálicas y la equipotencialidad de todos sus componentes metálicos.

Los cerramientos abisagrados metálicos se conectarán a la estructura por medio de cable de Cu flexible de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>.

La barra de puesta a tierra general será de cobre electrolítico de sección no inferior a 40x5mm<sup>2</sup> y correrá a lo largo de todo el tablero con adecuadas uniones entre paneles y estará preparada para la conexión de conductores de protección de las salidas con terminales. Los cerramientos deberán poseer burletes de neopreno de larga duración y adecuada elasticidad.

Las masas metálicas del tablero deben estar eléctricamente unidas entre sí y al conductor principal de protección de tierra.

En caso de uniones de chapa pintada y chapa no pintada la continuidad eléctrica se realizará a través de tornillos con arandelas de contacto dentadas (a ambos lados) que desgarran la pintura hasta conectar eléctricamente las paredes y asegurar la equipotencialidad.

Para facilitar la posible inspección interior del tablero, todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles por el frente mediante tapas fijadas con tornillos imperdibles o abisagrados. Del mismo modo, se podrá acceder por su parte posterior, laterales, por medio de tapas fácilmente desmontables o puertas.

Para garantizar una eficaz equipotencialidad eléctrica a través del tiempo y resistencia a la corrosión, la totalidad de las estructuras y paneles deberán estar electrocincados y pintados.

Las láminas estarán tratadas con pintura termoendurecida a base de resina epoxi modificada con poliéster polimerizado. Se deberá asegurar la estabilidad del color, alta resistencia a la temperatura y a los agentes atmosféricos. El color final será RAL 7032 beige, semimate con espesor mínimo de 40 micrones.

Se dispondrá en la estructura un porta-planos, en el que se ubicarán los planos funcionales y esquemas eléctricos.

#### C.1.1.4. *Conexionado de Potencia*

Las barras de cobre serán dimensionadas considerando que no recibirán ningún tipo de tratamiento superficial (pintura, plateado, estañado, etc.), y serán diseñadas para servicio continuo, es decir, las 24 horas del día, 7 días a la semana, durante todo el año.

Las barras serán de cobre electrolítico de pureza no inferior a 99,9 %. La conductividad eléctrica a 20°C no será menor al 97.4% de la del cobre Standard recocido según la norma internacional IEC 28.

Serán de sección rectangular, sin aristas y deben tener la capacidad indicada en el unifilar correspondiente.

Las barras deben ser diseñadas y construidas para que a capacidad nominal la temperatura en las mismas no supere los 65°C, y deberán ser capaces de soportar sin sufrir daños las corrientes de cortocircuito indicadas en las Características Eléctricas.

Los accesorios de las barras, aisladores, distribuidores, soportes, tornillos y portabarras, deberán ser dimensionados acorde a estos esfuerzos.

El sistema de distribución de barras en el tablero estará formado por un juego horizontal que correrá a lo largo de todo el tablero, y juegos de barras verticales en cada módulo del tablero que serán para distribución o alimentación de las unidades de dicho modulo. Estarán emplazados en compartimentos laterales o posteriores para lograr un fácil acceso frontal o posterior.

Los soportes de las barras horizontales y verticales corresponderán a un diseño estándar que permita su fácil vinculación a la estructura y las eventuales ampliaciones futuras, para lo cual los laterales del tablero dispondrán de tapas desmontables que permitan el acople de módulos estándar futuros.

Las barras deberán estar identificadas según la fase a la cual corresponde.

La sección de las barras de neutro, será como mínimo de un 50 % de la sección de las barras principales.

Las derivaciones serán realizadas en cable o en fleje de cobre flexible, con aislamiento no inferior a 1000V. Contarán con protecciones cubrebornos para las conexiones aguas arriba de los interruptores.

Los conductores serán dimensionados para la corriente nominal de cada interruptor.

#### C.1.1.5. *Montaje*

Los componentes de las unidades funcionales que conforman el tablero, dentro de las posibilidades, deberán ser de un mismo fabricante.

Todos los aparatos serán montados sobre guías o placas y fijados sobre travesaños específicos para sujeción. No se admitirá soldadura alguna.

Las conexiones de los circuitos de control se ubicarán en cablecanales plásticos de sección adecuada a la cantidad de cables que contengan más un 30% libre. Los conductores de dichos circuitos responderán en todo a las normas vigentes, con las siguientes secciones mínimas:

- 4 mm<sup>2</sup> para los TI (transformadores de corriente)
- 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de señalización y comando

Los conductores se deberán identificar mediante anillos numerados de acuerdo a los planos funcionales.

Los instrumentos de protección y medición, lámparas de señalización, elementos de comando y control, serán montados sobre las puertas.

El CDP contará con Pulsador de Parada de Emergencia (Disparo de Interruptor General) ubicado en el frente del Tablero, de acuerdo a los planos de Vista Frontal del proyecto. Todos los componentes eléctricos deberán tener un cartel de identificación de plástico tipo “bicapa” que corresponda con lo indicado en los planos eléctricos. Deberán ser perfectamente legibles desde el frente de tablero e irán fijados sobre fondo de bandeja o en una parte no removible del tablero, de modo tal de no verse afectados por el eventual cambio de componentes. Si hay cambio por ajuste o actualización, debe ajustarse el cartel.

La conexión de cables de gran sección a los interruptores deberá realizarse a terminales de conexión posteriores. Los mismos deben ser un accesorio estándar del proveedor de los interruptores, diseñados para la corriente nominal, asegurando de esta forma una correcta conexión eléctrica de los cables.

#### *C.1.1.6. Documentación técnica*

El Contratista, previamente a la fabricación, deberá presentar el proyecto ejecutivo del Tablero, el que estará sujeto a la aprobación de la OSE. El proyecto debe contener como mínimo los siguientes documentos:

- Planilla de Datos Garantizados.
- Diagramas unifilares y trifilares.
- Diagramas funcionales de los circuitos de mando, señalización, medida, etc.
- Plano constructivo con dimensiones, con vista interior y exterior de disposición interna de equipos, y con detalle de montaje de todos los componentes.
- Listado de marcas y modelos de todos los componentes.
- Plano de detalle constructivo de la distribución de barras dentro del tablero, indicando distancias entre barras de fase, ubicación y tipo de los aisladores, distancias entre barras y estructuras metálicas, dimensión de las barras.
- Cálculo de esfuerzos mecánicos y térmicos que respalden el diseño, de acuerdo a las normas: IEC 60865-1 para el cálculo de los esfuerzos debido a las corrientes de cortocircuito, y DIN 43671 para el cálculo térmico a la corriente nominal.

#### *C.1.1.7. Ensayos de recepción*

Durante la recepción de los tableros se realizarán los ensayos de rutina.

Los ensayos serán realizados de acuerdo a las especificaciones establecidas en la norma IEC 60439-1 y tendrán lugar en los laboratorios del fabricante, el que proporcionará toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios.

La recepción del material se realizará sobre los tableros completamente armados y con la supervisión de la Dirección de Obra de la OSE.

La ausencia de los representantes de la OSE en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la OSE el resultado de los mismos.

Todas las piezas destruidas en los ensayos serán por cuenta y cargo del Contratista.

Durante la recepción del tablero se realizarán los ensayos de rutina descriptos a continuación:

- Inspección visual y revisión contra los planos de proyecto.
- Chequeo punto a punto del cableado de acuerdo a los planos funcionales.
- Ensayo dieléctrico y verificación de la resistencia de aislamiento.
- Verificación de la correcta operación manual de los dispositivos de maniobra.
- Verificación con tensión auxiliar, de los circuitos de mando, señalización y medida.
- Verificación de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección de puesta a tierra.

#### *C.1.1.8. Identificación*

Sobre el frente del tablero y en un lugar bien visible, se fijará una chapa de característica con las indicaciones de:

- Nombre
- Obra
- Fecha
- Serie
- Tensión nominal
- Frecuencia nominal
- Corriente nominal
- Corriente de cortocircuito
- Tensión auxiliar de comando

#### *C.1.1.9. Servicio Postventa*

Todas las marcas del equipamiento utilizado en el tablero (interruptores, guardamotors, dispositivos de comando y señalización, instrumentos de medida, etc.) deberán contar con una empresa distribuidora establecida en el país, con amplios antecedentes en este tipo de suministros, que garantice un servicio técnico y comercial de post venta tanto en la reposición de los materiales, como de respuesta y asistencia técnica.

### C.1.2. Tablero de iluminación y servicios

#### *C.1.2.1. Cantidades*

3 en EBAB.

6 en PTAP.

### C.1.2.2. Características

Los tableros generales de iluminación y servicios, serán del tipo de piso, con estructura auto portante, realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles. La característica constructiva del gabinete será similar a la especificada para los módulos de los Centros de Distribución de Potencia.

Los tableros de iluminación y servicios de adosar a pared, serán metálicos construidos en chapa doble decapada de 1.2mm de espesor, tratamiento de superficie fosfatizada y pintura electrostática en polvo con resina poliéster, color RAL 7032.

Los mismos serán construidos de acuerdo con los planos Unifilares respectivos realizados por el Contratista y la presente especificación técnica.

Tendrán frente muerto desmontable y puerta exterior rebatible, pernos soldados para puesta a tierra, cierres metálicos niquelados, y burletes que aseguren la estanqueidad correspondiente a un grado de protección IP43. Las palancas de operación de los interruptores, deberán quedar accesibles desde el frente muerto del tablero.

En el frente muerto se colocarán carteles de plástico tipo “bicapa” junto a cada interruptor identificando el circuito con el código del interruptor y una leyenda del destino del circuito de acuerdo al unifilar. En la puerta se instalará un cartel de acrílico con la leyenda y el código del tablero.

Además se identificarán en interior del tablero todos los componentes del mismo, de acuerdo al unifilar respectivo.

Las barras de distribución de potencia serán de Cu electrolítico, laminadas en frío, exentas de poros visibles, dimensionados para las corrientes nominales de los tableros respectivos. Se montarán sobre aisladores de poliéster, en cantidad suficiente para dar resistencia mecánica al conjunto y resistir adecuadamente las solicitaciones electrodinámicas que se produzcan en caso de cortocircuito.

Deberá disponer de una barra de tierra de cobre desnudo de sección mínima 20x5mm, con la cantidad de agujeros roscados acorde para la conexión de las salidas de tierra de los circuitos de salida previstos. Esta barra será identificada con el color verde/amarillo de tierra reglamentario.

Todos los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán protegidos con interruptores automáticos termomagnéticos de riel bipolares, de poder de corte 10kA cumpliendo con la norma IEC 60947.

Asimismo se protegerán con interruptores diferenciales de protección cumpliendo con norma IEC 61008, de corriente nominal diferencial de actuación de 30mA para los tomacorrientes y 300mA para los circuitos de iluminación, agrupando los circuitos debajo de un interruptor diferencial de acuerdo a los planos.

Los interruptores se montarán prolijamente sobre bandejas desmontables. Todas las estructuras deben ser acordes al peso y dimensión de los elementos que soportan.

La distribución de potencia en los interruptores de riel será mediante componentes de conexión prefabricados, con dientes de enganche directo tipo “peine preaislado”, para distribuir una corriente admisible de 100 A a 40°C. Estos peines serán alimentados con

cable de cobre extra flexible, aislación de PVC, dimensionado para la corriente nominal del interruptor de donde se alimentan.

El cableado interno se hará con cables de cobre extra flexible (clase 5), aislados en PVC no propagante de llama, cumpliendo con la norma UNIT-IEC227. Los mismos tendrán en sus extremos terminales de compresión, correspondientes a la medida del cable, prensados hidráulicamente. El cableado interno se hará de acuerdo a las reglas del buen arte, y con la mayor prolijidad.

Para ello se usarán ductos plásticos registrables, rasurados, y collarines para guiar los cables. No se admitirán empalmes.

Toda la bulonería deberá ser del tipo galvanizado electrolítico y tendrán sus correspondientes tuercas, arandelas planas y de presión.

Se proveerán todos los cableados, borneras y accesorios de modo de lograr un perfecto funcionamiento.

Todas las derivaciones se numerarán de acuerdo a los planos unifilares.

#### *C.1.2.3. Documentación técnica*

El Contratista, previamente a la fabricación, deberá presentar el proyecto ejecutivo del Tablero, el que estará sujeto a la aprobación de la OSE. El proyecto debe contener como mínimo los siguientes documentos:

- Planilla de Datos Garantizados.
- Diagrama unifilar y trefilar.
- Diagramas funcionales con los circuitos de mando y señalización.
- Plano constructivo con dimensiones, con vista interior y exterior de disposición interna de equipos, y con detalle de montaje de todos los componentes.
- Listado de marcas y modelos de todos los componentes.

#### *C.1.2.4. Ensayos de recepción*

Durante la recepción de los tableros se realizarán los ensayos de rutina más abajo descriptos. Los ensayos de rutina serán efectuados en fábrica del proveedor, quién deberá proporcionar el material y el personal necesarios.

La recepción del material se realizará sobre los tableros completamente armados y con la supervisión de la Dirección de Obra de la OSE.

La ausencia de los representantes de la OSE en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la OSE el resultado de los mismos.

Todas las piezas destruidas en los ensayos serán por cuenta y cargo del Contratista.

Durante la recepción del tablero se realizarán los ensayos de rutina descriptos a continuación:

- Inspección visual y revisión contra los planos de proyecto.
- Chequeo punto a punto del cableado de acuerdo a los planos funcionales.
- Ensayo dieléctrico y verificación de la resistencia de aislamiento.
- Verificación de la correcta operación manual de los dispositivos de maniobra.

- Verificación con tensión auxiliar, de los circuitos de mando, señalización y medida.
- Verificación de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección de puesta a tierra.

### C.1.3. Tableros de control

#### C.1.3.1. *Cantidades*

Serán dos (2) tableros de control a suministrar, uno por cada estación.

#### C.1.3.2. *Generalidades*

El tablero contara con una alimentación en 230 Vca desde una UPS dedicada para tal fin.

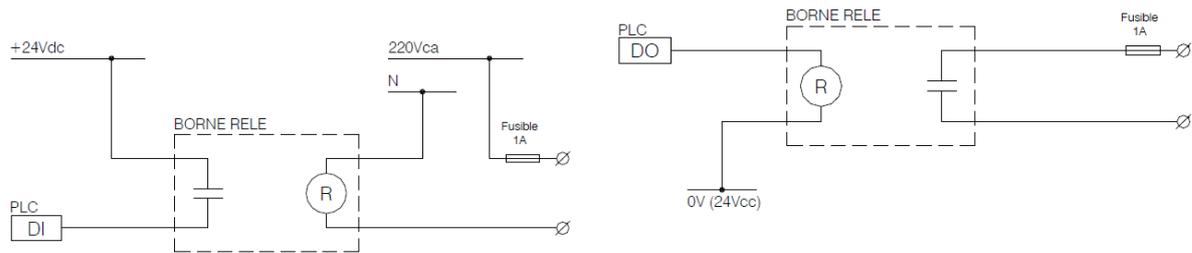
El tablero tendrá las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 230 Vca.
- Frecuencia : 50 Hz
- Tensión secundaria: 24 Vcc.
- Grado de protección : IP41
- Condiciones Ambientales:
- Temperatura Máxima : 40 °C
- Temperatura Mínima : -5 °C
- Humedad relativa Ambiente máxima : 95 %
- Altitud : < 1000 m
- Zona Costera marítima, atmosfera salina

#### C.1.3.3. *Construcción*

Los tableros serán íntegramente de construcción estándar y modular. Los tableros deberán ser adecuados y dimensionados para ser instalados según lo especificado en planos. En caso de ser necesario, deberán instalarse con ventilación con filtros en tapas y techos, o ventiladores axiales de servicio controlado por termostatos adecuados para la fácil evacuación del calor disipado por los elementos componentes. Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad.

Las entradas de conductores se realizarán a través de borneras de sección adecuada. Además las entradas y salidas digitales pasaran a través de bornes relé + fusible según se describe en la figura a continuación



Los tableros contarán con:

- Interruptor general alimentado desde UPS.
- Interruptor de alimentación general de control desde UPS.
- Interruptor general de servicios de alimentación para iluminación interior y toma, ambos circuitos protegidos con diferenciales.
- Interruptor de alimentación para fuente 24 Vcc 5A desde tablero de UPS
- Interruptor de alimentación para fuente 24 Vcc 10A.
- Interruptor de alimentación para Router MPLS.
- Interruptor de alimentación para Switch.
- Bornes Fusibles para protección del resto de los componentes e instrumentos de campo.
- Fuente de 24 Vcc 5A para alimentar CPU.
- Fuente de 24 Vcc 10A para alimentación de E/S de los controladores.
- HMI "Touch Screen" local
- Switch para conexión de UCL y la HMI a la Red de control.
- Bornes relé (bobina 220 Vca)+ bornes fusibles para entradas digitales.
- Bornes relé (bobina 24 Vcc) + borne fusible para salidas digitales.
- Barra equipotencial con accesorios de conexión para conexionado de pantalla de cables de señales analógicas.

#### C.1.3.4. Estructura

La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las modificaciones y/o eventuales extensiones futuras. Será realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y en el caso de traseras y laterales, deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles. Contará con una única bandeja para montaje de equipos la cual será de chapa galvanizada, no permitiéndose chapa pintada. En caso que el tablero fuera realizado en dos módulos y tuviera dos bandejas, las mismas deberán ser unidas mediante cintas o barra de cobre cuyo largo sea 1/3 de su propio ancho.

Los tornillos tendrán un tratamiento anticorrosivo a base de zinc. Todas las uniones serán atornilladas, para formar un conjunto rígido. La burlonería dispondrá de

múltiples dientes de quiebre de pintura para asegurar la perfecta puesta a tierra de las masas metálicas y la equipotencialidad de todos sus componentes metálicos. Los cerramientos deberán poseer burletes de neopreno de larga duración y adecuada elasticidad.

Las masas metálicas del tablero deben estar eléctricamente unidas entre sí y al conductor principal de protección de tierra. Los cerramientos abisagrados metálicos se conectarán a la estructura por medio de conexiones de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>. Se dispondrá en la estructura una porta planos, en el que se ubicarán los planos funcionales y esquemas eléctricos.

#### *C.1.3.5. Conexionado*

Las conexiones de los circuitos de control se ubicarán en cable canales plásticos de sección adecuada a la cantidad de cables que contengan más un 30% libre. Se deberá evitar la coexistencia de conductores de señales digitales con conductores de señales analógicas en una misma canalización.

#### *C.1.3.6. Montaje*

Los conductores se deberán identificar mediante anillos numerados de acuerdo a los planos funcionales.

Los instrumentos de protección y medición, lámparas de señalización, elementos de comando y control, serán montados sobre las puertas. Todos los componentes eléctricos y electrónicos montados deberán tener un cartel de identificación que corresponda con lo indicado en el esquema eléctrico.

## **C.2. Dispositivos de maniobra y protección**

### C.2.1. Interruptores de Ejecución Abierta

Los interruptores generales que sean especificados en el plano Unifilar de la instalación como de “ejecución abierta”, serán automáticos, del tipo fijo, tetrapolar, con carga mediante acumulación de energía mecánica, y de acuerdo con las normas IEC 947-2 y 157-1.

Características eléctricas:

- Corriente Nominal a 40 °C: De acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Tensión de aislamiento a 50 Hz : 1000 Volts
- Número de Polos : 4
- Tensión de impulso : 8 kV
- Capacidad de apertura: De acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Deberá traer como mínimo los siguientes accesorios:
- Unidad de control autoalimentada, sin necesidad de suministro de energía externa con:
  - Unidad de disparo electrónica con curva de protección de sobrecorriente de largo y corto retardo, protección de cortocircuito y protección de falta a tierra.

- Indicador de falta mediante LEDs frontales en las diferentes zonas de la curva de disparo.
- Señal de falta interna de la unidad de control o sobrecarga.
- Motor eléctrico de carga de resortes, bobinas de apertura y de cierre. Estos accesorios es a los efectos de dejar prevista un eventual comando remoto.
- Bobina de mínima tensión. La bobina de mínima se utilizará para el disparo del interruptor, ya sea por el Pulsador de Emergencia como por el relé de Subtensión, Sobretensión y Secuencia de Fase, instalados en los tableros.
- Contactos auxiliares de señalización de estado abierto y cerrado, libres de potenciales. Estas señales se utilizarán para llevar el estado de los interruptores generales a la UCL.
- Estará tropicalizado de origen (T2).
- El mecanismo de comando será del tipo cierre y apertura rápida por acumulación de energía en los resortes. Los resortes tendrán armado eléctrico a través de un motor-reductor con comando eléctrico. Debe ser posible el armado de los resortes en forma manual de ser necesario.
- El Interruptor tendrá en su frente una señalización mecánica que indique las siguientes condiciones:
  - contactos principales cerrados "ON".
  - contactos principales abiertos "OFF".
  - resortes cargados.
  - resortes descargados.

Las funciones de protección serán autónomas y no dependerán de fuentes auxiliares. Los captosres de medida de intensidad serán internos al disyuntor.

#### C.2.2. Interruptores Caja Moldeada

Los interruptores especificados en los planos Unifilares del tipo “caja moldeada”, serán del tipo automático, regulable, con unidad de disparo electrónica o termomagnética según se especifica a continuación, cumpliendo con la norma IEC 947-1 y IEC 947-2.

Características eléctricas:

- Corriente nominal a 40 °C (A): de acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Tensión de aislación a 50 Hz : 750 Volts
- Tensión de impulso : 8 kV
- Número de Polos : de acuerdo al Unifilar correspondiente
- Capacidad de Apertura : de acuerdo al Unifilar correspondiente
- Unidad de protección : Electrónica
- En particular los Interruptores generales de los tableros generales T0 y TCDP o CCM, deben disponer de los siguientes accesorios:

- Motor eléctrico de carga de resortes, bobinas de apertura y de cierre. Estos accesorios es a los efectos de dejar prevista un eventual comando remoto.
- Bobina de mínima tensión. La bobina de mínima se utilizará para el disparo del interruptor, ya sea por el Pulsador de Emergencia como por el relé de Subtensión, Sobretensión y Secuencia de Fase, instalados en los tableros.
- Contactos auxiliares de señalización de estado abierto y cerrado, libres de potenciales. Estas señales se utilizarán para llevar el estado de los interruptores generales a la UCL.
- En aquellos casos donde se indique protección diferencial residual, los interruptores deberán contar con relés de protección diferencial regulables en tiempo, ajustable entre 0-0,5-1-2-3 segundos, y regulable en corriente de actuación ajustable entre 0,03-0,05-0,1-0,3-0,5-1 A.
- La unidad de disparo electrónica contará con curva de protección de sobrecorriente de largo y corto retardo, protección de cortocircuito y protección de falta a tierra.

### C.3. Banco de condensadores

Las baterías de condensadores deben ser trifásicas del tipo seco, no contaminante ni inflamable, tipo estándar. Su potencia unitaria será de acuerdo a las indicadas. Serán del tipo "Heavy Duty" cumpliendo con la norma IEC 60831.

El dieléctrico será del tipo autocicatrizante en caso de perforación. La construcción y ensayos se ajustarán a la norma IEC 60831.

Los bancos deberán contar con reactancias de sintonía para el filtrado de armónicos.

Controlador del factor de potencia (CFP)

El Controlador del factor de potencia, será un dispositivo microprocesado, diseñado especialmente para control automático del  $\cos \phi$  en instalaciones trifásicas. Debe medir la potencia reactiva en forma permanente, y controlar la conexión y desconexión de los pasos de Condensadores para obtener el factor de potencia requerido, utilizado rotación de los bancos.

Características técnicas generales del Controlador:

Temperatura de funcionamiento: 0 a 60 °C.

Tensión de alimentación: 230 Vca, 50 Hz.

Tipo: montaje en panel

Normas:

Compatibilidad Electromagnética EMC

Seguridad IEC/EN 61010-1

Grado de Protección en panel de montaje: IP41 superficie delantera.

Interface usuario: Teclado y Pantalla LCD (retroiluminada) gráfica y alfanumérica.

Medidas mostradas en pantalla:

Voltaje

Potencia reactiva, Potencia activa

Potencia aparente

THD-V

Temperatura interior del tablero (°C)

Cos  $\phi$  (indicación de inductivo o capacitivo)

Indicación de salidas activadas

Señal de alarma

Indicación de sobretemperatura

Contacto de señalización de alarmas. Contará como mínimo con las siguientes alarmas:

Compensación insuficiente

Sobrecompensación

Sobretemperatura

Distorsión armónica total THD > 5%

Sobretensión > 110 %

Sonda interna de temperatura.

Contacto independiente para controlar el ventilador del tablero.

Registro de los últimos 5 eventos de alarmas.

Entradas:

Tensión fase-fase o fase neutro (230V), medida directa.

Corriente secundaria, transformador relación 400/5A.

Salidas: Contactos libres de potencial, 7 pasos.

Parámetros ajustables:

Cos  $\phi$  requerido: 0,85 inductivo a 0,9 capacitivo.

Relación del transformador de corriente.

Ajuste manual o automático del factor C/k

Tiempo de conmutación entre pasos: 10 a 600 segundos

Selección de tipo de secuencia de conexión de conmutación: Lineal (LIFO), Circular (FIFO) y Óptimo (control inteligente óptimo específico del controlador).

Dado que el diseño consideró varios de los pasos iguales, se requiere utilizar la secuencia circular u óptimo.

Las alarmas deberán sacar de servicio el banco de Capacitores y dejar prevista una señal de alarma.

Las medidas de tensión y corriente serán tomadas debajo del interruptor general del tablero en el cual se está corrigiendo el factor de potencia.

#### **C.4. Celdas de 31.5 kV**

##### **C.4.1. Especificaciones técnicas**

Celdas de media tensión, para CA, 50 Hz, antiarco, de envoltorio metálica, compartimentadas mediante tabiques metálicos separando cubículos funcionales.

Aislación:

a Aire

b SF6 (alternativa)

Norma de fabricación y ensayo: IEC 61271-200 y todas las citadas en ella

Clasificación antiarco: IAC AFLR, 16 kA (a ser ajustado acorde con el valor de la corriente de cortocircuito), 1 segundo

Características eléctricas principales:

Clase de tensión: 36 kV

Corriente térmica nominal: 630 A

Corriente de cortocircuito, 1 segundo: 16 kA (Este valor deberá ajustarse al valor de la corriente de cortocircuito máxima especificado por UTE en los puntos de conexión a su red de distribución)

General

Configuración de simple barra

Barra de puesta a tierra

Acceso de cables por perforación en el piso con sello antifuego

Liberación controlada de gases debido a arco interno.

Máxima temperatura ambiente de operación: 40°C

Indicador de presencia de tensión en el frente

Manómetro de presión de SF6 (celdas aisladas en SF6)

Calefacción controlada por termostato, alimentación 230 VCA

Iluminación LED o fluorescente, alimentación 230 VCA

Bloqueos exclusivamente mecánicos, mediante llave o candado.

Diagramas mímicos de estado en el frente

Compartimentación (por tabiques metálicos continuos conectados a tierra)

Cubículo de disyuntor o equipo funcional principal

Cubículo de barras conductoras

Cubículo de cables

Cubículo de baja tensión

#### C.4.2. Instalación

Se incluye suministro e instalación de marco de perfiles "C" abulonados al piso de base para fijación de las celdas.

La instalación de las celdas será supervisada por un técnico aprobado por el fabricante de las mismas.

#### C.4.3. Utilización

##### C.4.3.1. *Planta EBAB*

##### **Celda de 31.5 kV N°1**

Remonte de barras con seccionador bajo carga.

Corriente térmica nominal  $I_n = 630$  A

Utilización: Conexión de cable de alimentación desde puesto de conexión

##### **Celda de 31.5 kV N°2 y N°3**

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal  $I_n = 630$  A

Poder de interrupción  $I_{cc} = 16$  kA

Utilización: Comando y protección de transformadores principales.

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

Dispondrá de entradas digitales y analógicas adecuadas a las señales de los sensores de sobrecalentamiento en los transformadores.(ANSI 49)

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850

Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.

Indicador local de corriente en las tres fases

Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)

Transformadores de protección en cada fase 5P15.

Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

#### **Celda de 31.5 kV N°4**

Seccionador fusible .

Corriente térmica nominal  $I_n = 400 \text{ A}$

Poder de interrupción del fusible 16 kA

Utilización: Comando y protección de transformador reductor a baja tensión (400 VCA)

#### *C.4.3.2. Planta PTAP*

#### **Celda de 31.5 kV N°1**

Remonte de barras con seccionador bajo carga.

Corriente térmica nominal  $I_n = 630 \text{ A}$

Utilización: Conexión de cable de alimentación desde puesto de conexión

#### **Celda de 31.5 kV N°2**

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal  $I_n = 630 \text{ A}$

Poder de interrupción  $I_{cc} = 16 \text{ kA}$

Utilización: Comando y protección de transformadores principales.

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

Dispondrá de entradas digitales y analógicas adecuadas a las señales de los sensores de sobrecalentamiento en el transformador (ANSI 49)

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850

Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.

Indicador local de corriente en las tres fase

Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)

Transformadores de protección en cada fase 5P15.

Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

## **C.5. Transformadores**

### **C.5.1. Especificaciones técnicas**

Aislación seca

Devanados encapsulados en resina.

Norma de fabricación y ensayos: IEC 60076-11 y todas las citadas en ella.

Temperatura ambiente máxima: 40°C

Grado de protección: IP00 Instalación interior

Grado de protección de transformador de 8 MVA Instalación dentro de gabinete

IP55, aprobado para intemperie

Refrigeración: AN

Clase climática C1

Clase ambiental E1

Comportamiento al fuego F0

Clase térmica de la aislación: F (155°C)

Máximo calentamiento admisible: Clase B (130 °C)

Eficiencia a tensión nominal y 100% de carga Mayor que 99%

Selección de voltaje desenergizado: 0%; + - 2.5%; + - 5%

Grupo de conexión: Dyn 11

Dimensionado del neutro igual a las fases respecto a corriente admisible.

Soporte de cortocircuito según IEC 60076 – 5

Niveles de aislación

Clase 36 kV

50 Hz, 1 minuto 70 kV

Onda impulso 1.2 / 50 microsegundos 170 kV

Protecciones

ANSI 49 Sobre calentamiento: 2 sensores RTD por fase

Ensayos

De rutina: Todos los indicados en la norma, inclusive descargas parciales menores que 10 pC

De tipo: Onda impulso 1.2 / 50 microsegundos

Sobre calentamiento

Eficiencia

Nivel sonoro

Accesorios

Sensores de calentamiento, 2 por cada fase tipo RTD

Ruedas desmontables

Cáncamos de izaje

Chapa con datos grabados

Borne de puesta a tierra

Terminales para cables

Gabinete cerrado, para instalación a la intemperie (Solo para transformador de 8 MVA)

## C.5.2. Utilización

### C.5.2.1. Planta EBAB

#### Transformador N°1

Potencia aparente 4 MVA

Tensión de servicio primaria 31.5 kV  
Tensión secundaria 6.4 kV

### **Transformador N°2**

Potencia aparente 4 MVA  
Tensión de servicio primaria 31.5 kV  
Tensión secundaria 6.4 kV

### **Transformador N°3**

Potencia aparente 200 kVA  
Tensión de servicio primaria 31.5 kV  
Tensión secundaria 0.4 kV

#### *C.5.2.2. Planta PTAP*

### **Transformador N°1**

Potencia aparente 8 MVA  
Tensión de servicio primaria 31.5 kV  
Tensión secundaria 6.4 kV  
Instalación dentro de gabinete cerrado, a la intemperie

### **Transformador N°2**

Potencia aparente 100 kVA  
Tensión de servicio primaria 6.4 kV  
Tensión secundaria 0.4 kV

### **Transformador N°3**

Potencia aparente 4 MVA  
Tensión de servicio primaria 6.4 kV  
Tensión secundaria 0.4 kV kV

### **Transformador N°4**

Potencia aparente 100 kVA  
Tensión de servicio primaria 6.4 kV  
Tensión secundaria 0.4 kV

## **C.6. Celdas de 6.4 kV**

### C.6.1. Especificaciones técnicas

Celdas de media tensión, para CA, 50 Hz, antiarco, de envolvente metálica, compartimentadas mediante tabiques metálicos separando cubículos funcionales.

Aislación:

- a Aire
- b SF6 (alternativa)

Norma de fabricación y ensayo: IEC 61271-200 y todas las citadas en ella  
 Clasificación antiarco: IAC AFLR, 16 kA (a ser ajustado acorde con el valor de la corriente de cortocircuito), 1 segundo

Características eléctricas principales:

Clase de tensión: 24 kV

Corriente térmica nominal: 630 A, 1250 A

Corriente de cortocircuito, 1 segundo: 16 kA

General

Configuración de simple barra

Barra de puesta a tierra

Acceso de cables por perforación en el piso con sello antifuego

Liberación controlada de gases debido a arco interno.

Máxima temperatura ambiente de operación: 40°C

Indicador de presencia de tensión en el frente

Manómetro de presión de SF6 (celdas aisladas en SF6)

Calefacción controlada por termostato, alimentación 230 VCA

Iluminación LED o fluorescente, alimentación 230 VCA

Bloqueos exclusivamente mecánicos, mediante llave o candado.

Diagramas mímicos de estado en el frente

Compartimentación (por tabiques metálicos continuos conectados a tierra)

Cubículo de disyuntor o equipo funcional principal

Cubículo de barras conductoras

Cubículo de cables

Cubículo de baja tensión

### C.6.2. Instalación

Se incluye suministro e instalación de marco de perfiles "C" abulonados al piso de base para fijación de las celdas.

La instalación de las celdas será supervisada por un técnico aprobado por el fabricante de las mismas.

### C.6.3. Utilización

#### C.6.3.1. *Planta EBAB*

#### **Celda de 6.4 kV N°1y N°2**

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal:  $I_n = 630$  A

Poder de interrupción:  $I_{cc} = 16$  kA

Utilización: Celdas de entrada, alimentación desde secundarios de transformadores.

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

Dispondrá de entradas digitales y analógicas adecuadas a las señales de los sensores de sobrecalentamiento en los transformadores. (ANSI 49)

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850  
 Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.  
 Indicador local de corriente en las tres fases  
 Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)  
 Transformadores de protección en cada fase 5P15.  
 Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

**Celda de 6.4 kV N°3, N°4, N°5 y N°6**  
 Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.  
 Corriente térmica nominal: 630 A  
 Poder de interrupción:  $I_{cc} = 16 \text{ kA}$   
 Utilización: Celdas de alimentación a variadores de velocidad de bombas principales.  
 Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)  
 Seccionador de puesta a tierra  
 Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.  
 El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850  
 Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.  
 Transformadores de protección en cada fase 5P15.  
 Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

#### C.6.3.2. Planta PTAP

Corriente térmica nominal de embarrado principal y derivaciones: 1250 A  
 Corriente de cortocircuito de diseño: 16 kA

**Celda de 6.4 kV N°1**  
 Remonte de barras con seccionador bajo carga.  
 Corriente térmica nominal: 1250 A  
 Utilización: Conexión desde el devanado secundario del transformador.

**Celda de 6.4 kV N°2**  
 Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.  
 Corriente térmica nominal:  $I_n = 1250 \text{ A}$   
 Poder de interrupción: 16 kA  
 Utilización: Celdas de alimentación a tablero de celdas de alimentación a variadores de velocidad de bombas principales.  
 Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)  
 Seccionador de puesta a tierra  
 Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.  
 El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850  
 Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.  
 Indicador local de corriente en las tres fase  
 Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)  
 Transformadores de protección en cada fase 5P15.  
 Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales  
 Utilización: Conexión entre subestaciones

**Celda de 6.4 kV N°3**  
 Seccionador fusible

Corriente térmica nominal:  $I_n = 400A$

### Utilización

#### Alimentación a transformador de servicios auxiliares SE31.5

#### Celda de 6.4 kV N°4

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal:  $I_n = 1250 A$

Poder de interrupción: 16 kA

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850

El disyuntor será supervisado y operado a distancia desde el SCADA de la planta.

Indicador local de corriente en las tres fase

Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)

Transformadores de protección en cada fase 5P15.

Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

Utilización: Disyuntor general de tablero de 6.4 kV

#### Celda de 6.4 kV N°5, N°6, N°7, N°8 y N°9

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal:  $I_n=630A$

Poder de interrupción: 16 kA

Utilización: Celdas de alimentación a variadores de velocidad de bombas principales.

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850

Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.

Transformadores de protección en cada fase 5P15.

Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

#### Celda de 6.4 kV N°10

Disyuntor de corte en vacío con carga de resorte motorizada.

Corriente térmica nominal:  $I_n = 630 A$

Poder de interrupción: 16 kA

Utilización: Celdas de alimentación a transformador reductor a baja tensión.

Seccionador en vacío (Alternativa disyuntor extraíble)

Seccionador de puesta a tierra

Relé microprocesado de protección de transformador, protecciones 50, 51, 50N, 51N.

El relé tendrá puerto RJ45 de red Ethernet/IP y soportará el protocolo IEC 61850

Los disyuntores serán supervisados y operados a distancia desde el SCADA de la planta.

Indicador local de corriente en las tres fase

Transformadores de corriente de medida clase 0.5 S (En cada fase)

Transformadores de protección en cada fase 5P15.

Alternativa a transformadores de corriente: Sensores lineales

Utilización: Conexión entre subestaciones

### **Celda de 6.4 kV N°11**

Seccionador fusible.

Corriente térmica nominal  $I_n = 400$  A

Poder de interrupción del fusible 16 kA

Utilización: Comando y protección de transformador reductor a baja tensión (400 VCA) de servicios auxiliares.

## **C.7. Variadores de frecuencia de media tensión**

### C.7.1. Introducción

#### *C.7.1.1. Objetivo*

Esta especificación tiene en cuenta el diseño del Variador de Frecuencia de media tensión incluyendo el eventual transformador de entrada integrado con bobinados de Cobre o Aluminio, de ahora en más el conjunto será llamado VFD.

La oferta del proveedor se hará de acuerdo con los datos mencionados en el siguiente documento.

#### *C.7.1.2. Aplicaciones*

EL VFD deberá ser compatible con aplicaciones con carga de torque variable, así como también de torque constante. Por ejemplo, podrá controlar aire, gas, fluidos y transportar o procesar sólidos. Aplicaciones típicas como bombas, compresores, ventiladores, cintas transportadoras, triturador y molinos

La aplicación en el proyecto Arazatí corresponde al control de motores que impulsan bombas centrífugas de agua.

#### *C.7.1.3. Integración*

El VFD deberá ser pre cableado, ensamblado y ensayado en fabrica como un paquete completo, Variador + Transformador, por el proveedor del VFD.

Los datos específicos del VFD, motor y aplicación del cliente deberán ser precargados en la interfaz de operador y ensayados previos al envío.

#### *C.7.1.4. Experiencia*

El proveedor deberá demostrar experiencia en la instalación de equipos en aplicaciones similares y debe contar con personal propio para dar soporte a la oferta.

El proveedor del VFD deberá demostrar experiencia en la fabricación de VFDs de media tensión para aplicaciones similares en la tensión y potencias requeridas.

### C.7.2. Aspectos generales

#### *C.7.2.1. Fuente de alimentación*

- **Tensión de entrada**

El VFD aceptará una tensión nominal de entrada de hasta 7.2 kV en 50Hz. La tolerancia de la red de alimentación será de  $\pm 10\%$  de la tensión nominal de línea. No se admitirán topologías con transformadores externos que requieran cableado adicional.

- **Tensión de salida**

El VFD deberá ser capaz de suministrar los siguientes niveles de tensión para motores asíncronos 2.3 Kv, 3.3kV, 4.16kV, 6 kV, 6.6kV.

En el caso del proyecto Arazatí, la tensión de salida será 6,4kV.

Este valor eventualmente será ajustado con el valor requerido por el motor.

- **Alimentación auxiliar**

Los componentes auxiliares deberán ser alimentados con una red de 220V monofásica externa

Los ventiladores del sistema de refrigeración interna deberán ser autoalimentados con una red trifásica de 380V provista por el mismo VFD desde un terciario del transformador.

#### C.7.2.2. *Condiciones ambientales*

- **Operación**

El VFD funcionará en un rango de temperaturas ambiente entre 0°C a 40°C sin desclasificación, con una humedad relativa del 90% (sin condensación)

- **Almacenamiento**

El VFD deberá ser capaz de soportar temperaturas ambientes del almacenamiento en un rango de entre -10°C y 60°C.

- **Altitud**

El VFD deberá funcionar en altitudes de 0 a 1000 mts (3300 ft) sobre el nivel del mar sin desclasificación

- **Estándares ambientales de operación**

El VFD deberá ser diseñado para resistir las siguientes condiciones según la norma IEC60721-3-3:

Condiciones Climáticas: 3K3

Condiciones Mecánicas: 3M1

Condiciones Biológicas: 3B1

Sustancia Mecánicas Activas: 3S1

Condiciones Químicas: 3C1

Ambiente industrial, no azaroso, área segura

Instalación VFD interior, grado de contaminación 2 o mejor (EN 61800-5-1)

Otras especificaciones serán aprobadas por el comprador.

#### C.7.3. Estándares

##### C.7.3.1. *Normativa*

El VFD deberá cumplir con los requisitos aplicables en la última versión de los estándares publicados por las siguientes organizaciones:

- International Electrotechnical Commission (IEC) 61800-5 AC Drives Standard
- European Directives for Safety and EMC
- Guide for Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power Converters (IEEE 519-1992)

C.7.3.2. *Estándares*

VFD en gabinete:

IEC EN 61800-		Adjustable speed electric power drive system
	Part 3	EMC requirements and specific test methods
	Part 4	General requirements – Rating specifications for AC power drive systems above 1000 Vac and not exceeding 35 kV
	Part 5-1	Safety requirements – Electrical, thermal and energy
IEC EN 60146-1-__		Semiconductor converters General requirements and line commutated converters
	Part 1	Basic requirements
IEC EN 60529		Degree of protection provided by enclosures (IP code)

Transformador principal del VFD

IEC EN 61378-1		Converter transformer
	Part 1	Transformers for industrial applications
IEC EN 60076-__		Power transformers

C.7.4. Descripciones Generales VFD

C.7.4.1. *Diseño*

El VFD deberá contar con diseño modular para proporcionar mantenimiento rápido y sencillo. Las barreras metálicas deberán ser proporcionadas entre cada sección vertical y además entre el compartimiento de baja tensión y la etapa de potencia. El personal tendrá acceso al compartimiento de baja tensión con el VFD energizado, sin exponerse a media tensión.

C.7.4.2. *Salida*

El VFD deberá generar una salida de tensión y frecuencia variables para proveer operación continua sobre todo el rango de velocidades de la aplicación. El VFD deberá ser capaz de operar permanentemente a corriente nominal o con la salida abierta a tensión nominal.

C.7.4.3. *Motores*

El VFD deberá ser capaz de controlar motores bajo los estándares IEC o NEMA, independientemente del proveedor del motor

EL VFD deberá ser capaz de operar los siguientes motores de potencia y velocidad nominal equivalentes sobre el rango de velocidades especificado.

- Motores de inducción de jaula de ardilla estándar.

#### C.7.4.4. Equilibrio económico

Según la aplicación y requerimientos del cliente, el VFD deberá contar con una arquitectura adaptada para ofrecer el mejor desempeño en los siguientes aspectos:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Eficiencia.
- Operación en dos cuadrantes
- Mitigación de armónicos del lado de red
- Factor potencia del lado de red
- Forma de onda hacia motor
- Digitalización
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento simple

La solución final será aquella con la mejor relación técnico-económica.

- **Impacto del VFD sobre la Red de Alimentación**

El factor potencia constante  $> 0.96$  (del 20 al 100 % de velocidad). Este desempeño deberá lograrse sin ningún dispositivo adicional (reactor, capacitor, filtro adicional)

Control de la distorsión armónica.

El variador de velocidad cumplirá con la limitación de armónicos G5/4 y IEEE 519.1992 (THDI  $< 5\%$ ) sin necesidad de filtros adicionales

- **Compatibilidad con el Motor**

La compatibilidad entre el motor y su variador será certificada por documentación de los fabricantes de ambos elementos.

El motor será de diseño de línea según normativa IEC o NEMA para la tensión de servicio.

No se aceptarán soluciones basadas en la utilización de motores normalizados para tensiones de servicio superiores.

El motor deberá ser certificado por el fabricante como apto para uso en aplicaciones de velocidad variable por variadores electrónicos.

El Contratista deberá entregar una memoria técnica donde se verifique la adecuación del variador de velocidad a instalar a la aplicación.

El dimensionado mutuo de ambos elementos deberá contemplar todos los aspectos de riesgo, en particular régimen térmico y sobretensiones del motor.

Se considerará 500 m máximo de distancia entre el variador de velocidad y el motor

1. THDI de la corriente de salida del variador de velocidad será inferior al 2%
2. El sistema de aislación del motor no se verá térmicamente comprometido.
3.  $dV/dt$  en bornes de motor estará limitado a  $2100V/\mu s$ .

4. Se deberá lograr estos resultados sin agregar dispositivos adicionales como inductancias o filtros, etc.

El proveedor deberá informar los datos de:

- Espectro armónico
- Máximo  $dV/dt$
- Tensión pico máxima de acuerdo con el motor y longitud de cable

En cualquier caso, la solución deberá reducir las pulsaciones de torque a la salida del sistema mecánico y reducir al mínimo la posibilidad de resonancia.

- **Confiability**

El fabricante suministrará el M.T.B.F. del variador de velocidad (tiempo medio entre fallas).

- **Eficiencia**

Se preferirán los variadores de velocidad de la mayor eficiencia posible.

El dato deberá ser ofrecido por el fabricante del variador de velocidad.

Se deberá incluir la potencia consumida por las unidades del sistema de ventilación integrado.

#### C.7.5. Performance del VFD

##### C.7.5.1. *Performance de Velocidad*

El Sistema VFD deberá proveer una velocidad controlada en el rango especificado. La precisión de la velocidad estática dentro de este rango, expresado como porcentaje de la velocidad máxima, debe ser igual o mejor al 0.5% de la velocidad nominal sin realimentación a través de encoder o tacómetro.

##### C.7.5.2. *Desempeño de Torque*

$\pm 5\%$  del torque nominal por encima de la velocidad base sin realimentación a través de encoder o tacómetro.

##### C.7.5.3. *Capacidad de Sobrecarga*

El VFD deberá cumplir con las condiciones de servicio estándar: 100% de la corriente continuamente.

Según la aplicación, deberá ser capaz de manejar:

- una sobrecarga del 120 % durante un minuto cada 10 minutos (Clase 1 según IEC146-1-1).

y

- una sobrecarga del 150 % durante tres segundos cada 10 minutos.

Todos estos resultados son alcanzados sin realimentación de velocidad.

#### C.7.5.4. *Control del Motor*

El variador de velocidad contará con control V/F, vectorial de flujo sin sensor y control directo de par.

#### C.7.5.5. *Nivel Audible de Ruido*

El ruido máximo audible del VFD deberá estar limitado a 83dB (A) a 1 m del equipo.

#### C.7.6. Tecnologías preferidas de VFD

El inversor de potencia del VFD deberá ser construido con la última generación, altamente fiable y probada tecnología de componentes como IGBT y semiconductores de baja tensión seleccionados con características adaptadas. Esta opción tendrá impacto sobre:

- protección de cortocircuito inherente: el IGBT puede ser apagado bajo condiciones de cortocircuito.
- baja potencia en el circuito de la compuerta.
- alta frecuencia de conmutación: el PWM trabaja en un rango de frecuencia más alto que otros semiconductores de potencia, asegurando una forma de onda de salida motor más limpia.
- componentes estándar.
- el IGBT puede ser fácilmente paralelizado para aumentar la potencia entregada por el VFD.
- diseño sin circuito Snubber: el IGBT no necesita red RC de amortiguación en paralelo para controlar la sobretensión durante la conmutación y evitar pérdidas adicionales.
- La conmutación de control y realimentación para la gestión de fallas será realizado mediante fibra óptica.

#### C.7.7. Unidad de Control del VFD

##### C.7.7.1. *Hardware*

El sistema de control deberá estar basado en una placa de microprocesador dedicada con un controlador DSP rápido diseñado para controlar al motor incluyendo:

- La tarjeta controladora del motor, basada en la última generación de procesadores (DSP)

##### C.7.7.2. *Software*

El sistema de control de motor deberá permitir los siguientes modos o métodos

- Método de control escalar de flujo V/F
- Método de control vectorial de flujo sin sensor.
- Método de control vectorial de flujo con sensor.
- Control directo de par

##### C.7.7.3. *Funciones principales disponibles con el sistema de control estándar*

El control del VFD deberá contar con las siguientes funciones:

- configuración de la curva de la bomba

- Funciones de protección para la bomba
- Cálculo de Caudal sin sensor
- Medición de Energía y cálculo de ahorro
- Almacenamiento de variable por 1 año
- Contador de KW/h con reporte (Diario, semanal y mensual)
- Maestro esclavo hasta 10 drives
- Repartición de carga (load sharing)
- Compensación de juego mecánico
- Recuperación al vuelo
- Salto seleccionado de velocidades críticas.
- Función de autoajuste
- Histórico y almacenamiento de fallos con valores de funcionamiento
- Velocidades preseleccionadas
- Conmutación de rampas.
- Regulación + / - velocidad integrada.

#### C.7.7.4. Interfaz con el Operador

El sistema de control deberá ser programable mediante una pantalla táctil LCD.

Mediante la misma podrán ser efectuadas las siguientes operaciones:

- Inserción, cambio y lectura de parámetros.
- Lectura de los valores analógicos/digitales.
- Almacenamiento de datos

#### C.7.7.5. Interfaz con el sistema de automatismo

La conexión al sistema de automatismos deberá ser posible mediante comunicación digital por red Ethernet/IP, compatible con la LAN de la planta.

#### C.7.8. Protección y gestión de fallas del VFD

##### C.7.8.1. El VFD debe tener las siguientes funciones.

- **Monitoreo de bombas**

El VFD deberá contar con funciones para el monitoreo de bomba integradas sin necesidad de equipamiento externo. El VFD deberá calcular el punto de operación de la bomba a partir de la curva característica de la misma previamente definida por el usuario en el VFD.

El VFD indicará el punto de trabajo de la misma

- **Gestión bombas**

El VFD deberá contar con funciones para la gestión de bombas como las siguientes

- Protección de Funcionamiento en Seco
- Protección de bajo caudal
- Protección de baja presión (cavitación)
- Protección de arranques cíclicos

- **Función recuperación ante corte de energía y reinicio automático**

Si se produce un corte de la tensión de alimentación y se recupera dentro del tiempo establecido, el VFD podrá arrancar automáticamente e identificar y retomar la velocidad de motor para reanudar la marcha sin impacto, recuperando así el estado original. Por lo tanto, la unidad deberá estar equipada con UPS.

- **Protección mecánica**

Las puertas del VFD deberán tener cerraduras

Por otro lado, la unidad deberá incluir un sistema de bloqueo mecánico de puertas para las secciones de MT e interruptor externo aguas arriba de Media Tensión, de tal forma que queden Inter clavados.

Además, las puertas de la sección de MT serán aseguradas por tornillos y contarán con detectores de puerta cerrada mediante límites de carreras

- **Protección eléctrica**

El VFD deberá asumir la protección y la gestión de fallos como se describe en la siguiente tabla:

Protecciones de transformador de potencia	Alarma+ Disparo	
Sobrecarga de motor	Disparo	
Sobre corriente de motor	Disparo	
Sobre temperature de motor	Alarma+ Disparo	
Falla a tierra de motor	Alarma+ Disparo	Programable
Sobretensión del bus DC	Disparo	
Subtensión del bus DC	Disparo	Con auto-test
Sobre temperature del inversor	Disparo	
Alta temperatura del gabinete	Alarma	
Falla de ventilación	Alarma	
Falla de alimentación auxiliar	Alarma	

### C.7.9. Control del VFD

#### C.7.9.1. *Control remoto vía cableado duro*

El VFD deberá proveer las siguientes entradas y salidas configurables como estándar

- Referencia de velocidad (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha adelante (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha atrás (Señal de entrada; desde DCS a VFD)-
- Falla externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Habilitación externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Permisivo de cierre de celda de MT (Señal de Salida: desde el VFD hacia el interruptor)
- Apertura de la celda MT (Señal de Salida: desde el VFD hacia el interruptor)

- Arranque /Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- VFD en Marcha (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- VFD Listo (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Falla VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Alarma VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Datos de operación, por lo menos 2 de los siguientes datos deberán estar disponibles como señales de 4 a 20 MA
- Señal I: Corriente Motor, Torque Motor [%], Tensión Motor, Potencia, Frecuencia de salida o velocidad de motor, etc.
- Una interfaz de entradas salidas adicionales programables deberá estar disponible adicionalmente a las enumeradas anteriormente.

Estas señales deberán estar disponibles en modo REMOTO. Un selector Local /Remoto deberá estar disponible en el frente del panel

Nota: Alternativa al DCS puede ser PLC.

#### C.7.9.2. Control remoto vía comunicación

Las siguientes señales serán intercambiadas entre el VFD y el DCS (PLC) de la planta a través de Ethernet

- Referencia de velocidad (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha adelante (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha atrás (Señal de entrada; desde DCS a VFD)-
- Falla externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Habilitación externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Arranque /Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- VFD en Marcha (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- VFD Listo (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Falla VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Alarma VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)

Los siguientes datos de operación deberán estar disponibles;

Corriente Motor, Torque Motor [%], Tensión Motor, Potencia, Frecuencia de salida o velocidad de motor, etc.

El protocolo de comunicaciones deberá ser compatible con la red de la planta a todo nivel, desde acceso al medio hasta aplicación.

#### C.7.9.3. Control local desde panel frontal

El modo manual será controlado desde el panel LCD táctil localizado sobre la puerta frontal del gabinete para mantenimiento y pruebas.

- Las señales de interfaz entre gabinete del VFD y la celda de MT del cliente deberán ser realizadas por cableado duro.

- Las señales de emergencia entre el gabinete del VFD y la planta deberán ser realizadas por cableado duro.

#### C.7.10. Sistema de Refrigeración

El VFD será adecuado para operar continuamente hasta 40°C de temperatura ambiente.

##### *C.7.10.1. Sistema de refrigeración por aire*

El VFD deberá ser provisto de un sistema refrigeración por aire basado en ventiladores montados sobre la parte superior del armario del VFD. El VFD deberá incluir detectores de temperaturas para supervisar la apropiada operación del sistema de refrigeración por aire.

#### C.7.11. Gabinete

##### *C.7.11.1. El tablero del vfd deberá incluir los siguientes accesorios.:*

El servicio interno de iluminación y toma corriente  
Interfaz de usuario LCD Táctil de 10" montado en puerta  
Selector local/remoto como opcional  
Resistencia calefactora como opcional

##### *C.7.11.2. Grado IP*

Los armarios VFD refrigerados por aire deberán proporcionar una protección IP 31  
IP 41 como opción.

##### *C.7.11.3. Entrada de cables*

El cableado del control y potencia serán realizados desde la parte inferior, a través de muro cortafuego.

##### *C.7.11.4. Color del tablero*

El proveedor del VFD deberá proponer un color estándar para la pintura de gabinete y como opcionales colores especiales de acuerdo con la solicitud del cliente.

#### C.7.12. Digitalización

##### *C.7.12.1. Integración con PLC Y SCADA*

El fabricante del VFD deberá proveer toda la información necesaria para que la integración, ya sea con el PLC o Sistema Scada del usuario, sea simple.

##### *C.7.12.2. Conexión Ethernet*

El VFD deberá soportar protocolo DHCP para facilitar la conexión a la red Ethernet.

##### *C.7.12.3. Supervisión desde el DCS (PLC) de planta*

El variador de frecuencia será supervisado desde el sistema de control de la planta

#### C.7.13. Mantenimiento predictivo

El VFD es parte una parte fundamental de la instalación, por lo tanto, el VFD deberá contar con todo lo necesario (sensores, Gateway, etc.) para poder acceder al mismo con un Sistema de monitoreo remoto, para permitir el mantenimiento predictivo, de tal forma de asegurar la máxima disponibilidad del sistema de bombeo a comandar.

#### C.7.14. Documentación

Toda la documentación deberá ser provista en cumplimiento de la IEC 61800-5-1

Documentación mínima

- Hoja de datos técnicos
- Dimensiones y layout del VFD
- Unifilares
- Diagrama de cableados
- Diagramas CAF (ingeniería de fabricación del equipo)
- Listado de Repuestos
- Manual de programación
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Reportes de puesta en marcha y ensayos

#### C.7.15. Ensayos

##### *C.7.15.1. General*

Para que pueda otorgarse la recepción provisoria del equipamiento, el proveedor deberá suministrar la documentación pertinente (protocolos, etc.) al Cliente de los ensayos efectuados de los aparatos y componentes que forman parte de provisión, sin perjuicio de lo que se exija para la adjudicación.

Asimismo, el Cliente se reserva el derecho de efectuar por su propia cuenta los ensayos de recepción y de tipo de todos o parte de los equipos. Este derecho será directamente aplicable a los aparatos que fueran fabricados por el constructor y éste deberá asumirlo para que se aplique si fueran fabricados por un tercero.

##### *C.7.15.2. Ensayos de tipo*

El VFD deber ser probado según IEC 61800-5-1. El usuario podrá solicitar los mismos.

##### *C.7.15.3. Ensayos de rutina*

Se llevarán a cabo los ensayos de rutina especificados en el Esquema de las Normas indicadas en las respectivas secciones de esta especificación. Los ensayos se realizarán sobre todos los especímenes que integren el lote.

##### *C.7.15.4. Ensayos de performance*

El VFD deberá ser probado a tensión nominal y corriente nominal. Si el proveedor tiene limitaciones de carga en su banco de pruebas el ensayo se deberá realizar a la máxima corriente posible. El ensayo funcional deberá ser ejecutado en un motor de prueba que se ajuste a los requerimientos del VFD.

#### C.7.16. Repuestos

El fabricante del VFD deberá proveer repuestos para reparación con soporte a nivel mundial

El fabricante deberá incluir en su oferta como opcional, un listado de repuestos recomendados para puesta en marcha y 2 años de operación

### C.7.17. Embalaje

#### C.7.17.1. *Embalaje*

El VFD deberá estar preparado para envíos con embalaje marítimo según el standard del fabricante

#### C.7.17.2. *Marcado*

Los bultos deberán estar claramente identificados según el standard del fabricante y en concordancia con la documentación adjunta. Indicadores del centro de la gravedad deberá ser grabado sobre cada bulto para facilitar el transporte.

## **D. INSTALACIONES DE CONTROL DE PROCESOS**

### **D.1. Especificaciones Sistema de control**

#### D.1.1. Señales de campo

Las señales digitales, de entrada y salida al autómatas (PLC) serán mediante contactos metálicos sin tensión.

Las señales analógicas, de entrada y salida al autómatas (PLC) serán de 4-20 mA

La alimentación eléctrica del autómatas y periféricos será 24 VCC.

#### D.1.2. Red de comunicaciones

El autómatas y todos los equipos inteligentes dispondrán de puertos de red Ethernet Industrial.

La red será redundante entre todos sus nodos.

Los switches de red se conectarán en configuración redundante.

Las comunicaciones entre equipos autómatas, estaciones de trabajo, servidores de aplicación (por ejemplo, SCADA) se realizará por red Ethernet Industrial, en base cable UTP Cat6 o Fibra óptica según el caso.

Los equipos paquete, deberán disponer de puertos Ethernet Industrial.

Las señales de campo se conectarán a tarjetas de entrada/salida del autómatas o a módulos remotos los cuales se comunicarán mediante la red Ethernet Industrial.

#### D.1.3. Almacenamiento de datos históricos

El sistema dispondrá de grabadores de red con discos de almacenamiento con capacidad de hasta 31 días, 24 horas por día.

En la oferta se incluirá la memoria justificativa de dimensionado de la capacidad de los discos duros.

Los discos duros se dispondrán en configuración RAID 5 mínimo.

El SCADA será configurado para acceder desde una estación de trabajo a la información almacenada en los discos duros, mediante distintos modos de direccionamiento, tiempo, equipo, señal.

El acceso será una operación simple, para ser efectuada por un usuario.

Los datos a almacenar serán las variables de proceso, de estado y de falla de los equipos.

#### D.1.4. Estaciones de trabajo y paneles locales

La visualización y control de las plantas se llevará a cabo desde estaciones de trabajo tipo PC, teclado, mouse y dos monitores de 40" cada una y paneles locales LCD o LED.

Todos estos equipos se comunicarán a través de la red Ethernet Industrial.

El brillo mínimo de los paneles y monitores será de 300 nits.

El tiempo de respuesta será menor a 10 milisegundos

#### D.1.5. Alarmas

En la sala de control se instalará un monitor de 32" exclusivo para la visualización de alarmas.

Se instalará una señal acústica desactivada por comando de reconocimiento.

Todas las alarmas serán almacenadas en el disco duro, con referencia a su ocurrencia (segundo, minuto, hora, fecha)

#### D.1.6. Operaciones de emergencia.

El desenergizado de emergencia de equipos o paneles se efectuará por el operador mediante pulsadores que comandan circuitos cableados directamente a los elementos a desenergizar.

#### D.1.7. Visualización

Desde las estaciones de trabajo y paneles locales se visualizarán los distintos procesos.

Paneles mímicos donde se representarán por símbolos gráficos los distintos componentes, cañerías, tanques, instrumentos.

Las pantallas corresponderán a los diagramas P&ID

Se visualizarán los parámetros de cada lazo de control, variable controlada, variable manipulada, valor de consigna, alarmas asociadas.

#### D.1.8. Comunicaciones entre plantas EBAB y PTAP

Se suministrará e instalará un cable de fibra óptica monomodo de 48 hilos entre ambas plantas.

Se suministrará cable apto para instalación directamente enterrado, con protección metálica y cubierta exterior antiroedores.

Alternativamente el cable se canalizará dentro de caño de PVC de 100 mm de diámetro.

En ambos extremos, la totalidad de los 48 hilos se terminarán en paneles de distribución dentro de gabinetes.

Mediante este cable de fibra óptica se establecerán enlaces de telefonía IP y datos entre ambas plantas.

### **D.2. Instrumentos de medición**

#### D.2.1. Obra de toma

La Obra de toma contará con los siguientes instrumentos de medición:

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para monitoreo de nivel en pozo húmedo.
- Un (1) conductivímetro, para monitoreo de conductividad eléctrica en pozo húmedo.

- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en línea de impulsión de agua bruta.
- Un (1) analizador de dióxido de cloro para control de dosis línea de impulsión de agua bruta.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de bombeo de agua bruta.

#### D.2.2. Línea de potabilización

La línea de potabilización de la planta planta contará con los siguientes instrumentos de medición:

##### D.2.2.1. *Entrada*

- Un (1) turbidímetro para medición de la turbiedad del agua bruta;
- Un (1) pH-metro para medición de pH del agua bruta;
- Un (1) conductivímetro, para monitoreo de conductividad eléctrica en agua bruta;
- Dos (1+1) sensor de nivel tipo radar, para medición de caudal en canal Parshall.

##### D.2.2.2. *Agua coagulada*

- Un (1) pH-metro para medición de pH del agua coagulada.
- Un (1) analizadores de cloro libre y residual total en cámara repartidora de caudal a unidades.

##### D.2.2.3. *Agua clarificada*

- Dos (2) turbidímetros para medición de la turbiedad del agua clarificada en cada módulo;

##### D.2.2.4. *Ozono*

- Dos (2) analizadores de concentración de ozono a la salida de cada contactor.

##### D.2.2.5. *Sistema de Filtración*

- Dos (2) sensores de nivel tipo radar, para control de nivel en canal de acceso a filtros.
- Dieciocho (18) turbidímetros para medición de la turbiedad del agua filtrada por cada filtro;
- Dos (2) caudalímetros térmicos másicos, para control del caudal de aire de lavado.
- Cuatro (4) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de agua de lavado de filtros.

##### D.2.2.6. *Tanque Agua Filtrada – Salida*

- Dos (2) sensor de nivel tipo radar, para control de nivel en tanques de agua filtrada.

- Dos (1+1) pH-metro para medición de pH del agua filtrada;

#### D.2.2.7. EBAT

- Dos (1+1) turbidímetro para medición de la turbiedad del agua potable elevada;
- Un (1) analizadores de cloro libre y residual total en la salida del agua potable elevada.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en aductora de agua potable.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de agua potable elevada;

#### D.2.3. Asociado a Pólder

La Obra de recalque al polder contará con los siguientes instrumentos de medición:

- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en línea de impulsión de agua bruta.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de bombeo de agua bruta.

La Obra de conducción de agua desde Pólder a PTAP contará con el siguiente instrumento de medición:

- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de bombeo de agua bruta.

En el Pólder se instalará el siguiente instrumento de medición:

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para monitoreo de nivel.

#### D.2.4. Línea de tratamiento de lodos

La línea de tratamiento de lodos de la planta potabilizadora contará con los siguientes instrumentos de medición:

##### D.2.4.1. TP1 de Lodo Decantado

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal a espesadores mecánicos.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a espesadores.

##### D.2.4.2. TP3 de Agua de Lavado de Filtros

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal a espesado DAF.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a espesador DAF.

#### *D.2.4.3. TP4 de Clarificado de Espesados*

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.

#### *D.2.4.4. TP2 de Lodos Espesados*

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Dos (2) caudalímetros electromagnético para medición del caudal a deshidratación.
- Dos (2) sensores de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a deshidratación.

Cada instrumento enviará las señales correspondientes, que serán visualizadas en el panel principal. Asimismo los valores serán almacenados, lo cual permitirá tener un registro histórico, emitir reportes, etc.