

PROYECTO TÍPICO. PLANTA DE DESALINIZACIÓN MEDIANTE OSMOSIS INVERSA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DISEÑO.....	2
3. MODELO DE PLIEGO PARA LA ADQUISICION DE PLANTAS COMPACTAS DE OSMOSIS INVERSA.....	2
3.1. INTRODUCCIÓN.....	2
3.1.1. <i>Antecedentes</i>	3
3.1.2. <i>Agua a Tratar</i>	3
3.1.3. <i>Calidad del Agua Tratada</i>	3
3.1.4. <i>Características de los Equipos</i>	4
3.1.4.1. <i>Impulsión de Agua Cruda</i>	4
3.1.4.2. <i>Filtración</i>	4
3.1.4.3. <i>Microfiltración</i>	5
3.1.4.4. <i>Dosificación de Antiincrustantes, y Eventualmente de Acido Sulfúrico, y Polielectrolito</i>	5
3.1.4.5. <i>Osmosis Inversa</i>	5
3.1.5. <i>Postratamiento</i>	7
3.1.6. <i>Capacitación y Asistencia Técnica</i>	8
3.1.7. <i>Instalación y Puesta en Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa</i>	8
3.1.8. <i>Garantías</i>	9
3.1.9. <i>Provisión de Insumos, Repuestos y Herramientas Menores Para Plantas de Osmosis Inversa</i>	9
3.2. MODELO DE PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS.....	10
3.2.1. <i>Caudal de Agua Producida (Permeado) – (m³/h)</i>	10
3.2.2. <i>Rechazo Salino (%)</i>	10
3.2.3. <i>Conversión o Recuperación</i>	11
3.2.4. <i>Membranas</i>	11
3.2.5. <i>Cañerías</i>	11
3.2.6. <i>Válvulas Esclusas</i>	11
3.2.7. <i>Válvulas de Retención</i>	12
3.2.8. <i>Plantas de Osmosis Inversa</i>	12

3.2.8.1. Bomba de Alta Presión	13
3.2.8.2. Bomba de Baja Presión	13
3.2.8.3. Filtración (Pretratamiento).....	13
3.2.8.4. Descarbonatación (Postratamiento).....	13
3.2.8.5. Microfiltración: 1º Etapa	13
3.2.8.6. Microfiltración: 2º Etapa	14
3.2.8.7. Lavado de Membranas.....	14
3.2.8.8. Dosificación (Especificar Para Cada Producto a Dosificar)	14
3.2.8.9. Instrumental.....	15
3.2.8.10. Conductímetro	15
3.2.8.11. Medidores de Caudal.....	15
3.2.8.12. Peachímetro	15
3.2.8.13. Termostato	15
3.2.8.14. Control y Comando	15
3.2.8.15. Gabinete	16
3.2.8.16. Insumo de Productos Químicos – Tipo y Consumo (gr/m ³ de Agua Producida).....	16
3.2.8.17. Consumo de Energía Eléctrica (kWh/m ³ de Agua Producida).....	16
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ELEGIDO.....	17
4.1. PRETRATAMIENTO	17
4.2. OSMOSIS INVERSA	17
4.3. POSTRATAMIENTO	18
4.4. ENJUAGUE, DESINFECCIÓN Y LAVADO.....	18
4.5. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	18
4.6. CAÑERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS.....	18
5. PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS.....	19
5.1. PARÁMETROS DE OPERACIÓN	19
5.1.1. <i>Parámetros Hidráulicos</i>	19
5.1.2. <i>Rechazo Salino</i>	19
5.1.3. <i>Calidad de Agua Producto</i>	20
5.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	20
5.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA	21
5.3.1. <i>Módulos de Osmosis Inversa</i>	21
5.3.2. <i>Microfiltración 1º Etapa</i>	21
5.3.3. <i>Microfiltración 2º Etapa</i>	22
5.3.4. <i>Bomba de Alta Presión</i>	22
5.3.5. <i>Bomba de Represurización</i>	22
5.3.6. <i>Circuito Hidráulico</i>	23
5.3.7. <i>Sistemas de Dosificación</i>	23
5.3.8. <i>Elementos de Control</i>	25
5.3.9. <i>Instrumental</i>	26
5.3.10. <i>Prefiltro de Arenas y Antracitas Clasificadas</i>	26
5.4. REPUESTOS.....	27
6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	28

6.1. CONSUMOS ESPECÍFICOS	28
6.2. MANTENIMIENTO Y REPUESTOS.....	28

LISTA DE ILUSTRACIONES

PLANOS

Plano 1. Diagrama de flujo de la Planta de Osmosis Inversa.....	29
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Se requiere tratar agua proveniente de un pozo profundo, cuyo análisis dio el siguiente resultado.

Calidad del Agua Cruda		
Parámetro	Unidad	
pH	-----	8,2
Sólidos disueltos totales	mg/l	5735
Bicarbonatos	mg/l	1226
Sulfatos	mg/l	1320
Cloruros	mg/l	1220
Nitratos	mg/l	62
Arsénico	mg/l	0,25
Calcio	mg/l	32
Magnesio	mg/l	28
Sodio	mg/l	1819
Sílice	mg/l	18
Hierro	mg/l	1,10
Flúor	mg/l	2,50

Se toma como base para el diseño de la planta una capacidad de producción suficiente para abastecer una población de 5.000 habitantes, con una dotación de producción aproximada promedio de 120 l/día/hab. El caudal de agua potable total es la suma del caudal producido por la planta de ósmosis inversa más el volumen de mezcla apropiado para obtener un producto final apto de acuerdo a los límites máximos permitidos por las normas que se aplican.

Se supone que la planta constará de 2 (dos) módulos de ósmosis inversa de 12 m³/h de producción de agua desalinizada cada uno y una relación de mezcla con agua cruda que permite obtener 13,5 m³/h, totalizando una capacidad aproximada de 600 m³/d de agua potable a partir de agua salobre de la perforación.

Se supone asimismo que se integrará con las siguientes instalaciones: Prefiltración, Acondicionamiento Químico, Microfiltración de 15 micrones, Microfiltración de 5 micrones, ósmosis inversa, remineralización por mezcla y cloración.

Si bien muchas plantas y en especial las propuestas en los diseños prototipos elaborados por proveedores de equipos, usualmente emplean, para eliminación de material en suspensión una sola etapa de microfiltración de 5 micrones, la experiencia recogida con perforaciones de la zona, nos obliga a sugerir: prefiltración mediante filtro multimedia (filtración directa con dosificación de polielectrolito) con gravas y arenas clasificadas lavables en contracorriente, seguida de microfiltración a cartuchos descartables de 15 micrones previamente a la microfiltración final de 5 micrones.

Las dos unidades filtrantes han sido dimensionadas de modo que trabajen a baja velocidad de filtración. Este criterio es adoptado debido a la presencia de hierro en concentraciones significativamente altas en el agua cruda, a fin de lograr una alta eficiencia para su remoción y permitir una vida útil aceptable a las unidades

microfiltrantes descartables. Cabe señalar que normalmente en las napas profundas el hierro se encuentra en estado ferroso. Cuando el agua es bombeada, entra en contacto con el oxígeno del aire y el hierro se oxida pasando a estado férrico, formando un precipitado, que de pasar a las membranas de ósmosis inversa, podría producir el deterioro de las mismas.

Las proyecciones de diseño han sido hechas para las condiciones de operación al tercer año de uso de las membranas, a los efectos de cubrir la merma de rendimiento durante los tres primeros años de uso.

A efectos de dotar a la planta con una mayor versatilidad, se ha diseñado una planta compuesta por 2 equipos de ósmosis inversa completos con controles y funcionamiento independiente, con una capacidad de 12 m³/h cada uno.

Este diseño modular permite realizar paradas de uso de los equipos para lavado, desinfección y/o mantenimiento sin afectar demasiado la producción total. Asimismo los equipos pueden operar normalmente en forma simultánea a partir de un tablero central de operación y control.

2. DISEÑO

Teniendo en cuenta que las instalaciones de Osmosis Inversa se deben basar en las tecnologías existentes en el mercado se presenta a continuación un pliego tipo para la licitación de la adquisición de una Planta de Osmosis Inversa y la Descripción del Proceso, La Planilla de Datos Garantizados, las estimaciones de Costos de Operación y Mantenimiento y un Plano Tipo que pueden identificar la presentación de uno de los oferentes para los datos de agua cruda y los procesos indicados en el punto 1.

3. MODELO DE PLIEGO PARA LA ADQUISICION DE PLANTAS COMPACTAS DE OSMOSIS INVERSA¹

3.1. INTRODUCCIÓN

Este Pliego tiene por objeto contratar la provisión de un sistema de potabilización de agua por la tecnología de ósmosis inversa, apta para la producción de agua potable.

Sus especificaciones son aplicables para la provisión e instalación de equipos de ósmosis inversa con capacidad de producción de m³/h cada uno, incluyendo las instalaciones de pre y pos tratamiento que sean necesarias, así como todos los componentes requeridos para su adecuada operación de acuerdo con las pautas establecidas en el presente Pliego.

¹ El modelo de Pliego incluye las especificaciones técnicas básicas elaboradas oportunamente por el ENOHSA.

3.1.1. Antecedentes

El Oferente acompañará en su oferta todos los antecedentes sobre plantas de ósmosis inversa fabricadas por el proveedor propuesto, instaladas y en funcionamiento en el país o en el extranjero, indicando capacidad, tipo de agua tratada, lugar de emplazamiento, así como los inconvenientes que se hubieran presentado en dichas plantas. Se suministrará asimismo información respecto a la antigüedad, magnitud y organización del proveedor. Dicha documentación será considerada, juntamente con la referente a las características de los equipos ofrecidos, en oportunidad de la evaluación técnica de las ofertas para determinar su viabilidad.

Se acompañará asimismo el compromiso certificado por escribano, de la firma proveedora del equipo ante el Oferente, referente a los siguientes puntos:

- Provisión del equipo y cumplimiento de los Datos Garantizados.
- Capacitación, supervisión y asistencia técnica durante los lapsos establecidos en el Pliego.
- Disponibilidad de membranas, repuestos diversos y cartuchos de microfiltración iguales a los que se utilizarán en el equipo.

Dicho compromiso no afecta la responsabilidad que asume el Oferente ante el Ente Licitador sobre el cumplimiento de dichos compromisos.

3.1.2. Agua a Tratar

Se acompaña análisis del agua cruda a tratar. En el caso de que el Oferente requiera los valores de otros parámetros para poder establecer el tipo de equipo a ofertar, deberá obtener "in situ" las muestras que considere convenientes y efectuar los análisis necesarios para el diseño del equipo a ofrecer; asimismo recabará información sobre la variabilidad de los valores en el agua cruda a tratar.

Consecuentemente no se considerará reclamo alguno del contratista de las obras con relación al no cumplimiento de los resultados garantizados, por falta de datos en los Pliegos.

3.1.3. Calidad del Agua Tratada

Con el objetivo de obtener una calidad determinada de agua, encuadrada dentro de las normas en vigencia en ENOHSA, el oferente deberá indicar las etapas del tratamiento que propone. La calidad mínima del agua producto deberá ser garantizada mediante un cuadro con los porcentajes de rechazo correspondientes a los parámetros críticos del agua.

El concentrado no deberá superar el sesenta por ciento (60%) del agua cruda ingresada a la planta.

3.1.4. Características de los Equipos

No se imponen limitaciones con relación al tipo de membrana a utilizar, tipo y presión de trabajo de las bombas de presurización, pretratamiento o postratamiento que sean necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos. No obstante ello, los componentes a incorporar en cada caso, deberán cumplimentar las siguientes especificaciones mínimas:

3.1.4.1. Impulsión de Agua Cruda

A la salida del tanque, una bomba centrífuga de acero inoxidable, captará el agua almacenada y la impulsará al caudal y presión de diseño propuesto, al sistema de tratamiento. Esta bomba contará con la presión suficiente para atravesar el manto filtrante del filtro de profundidad.

La bomba de represurización, será del tipo centrífuga horizontal construida en acero inoxidable con motor blindado diseñado en cada caso para el caudal y presión requeridos por la planta de Osmosis Inversa. Deberá contemplarse en la elección de la bomba que permita contar con el caudal necesario para contralavar el filtro de profundidad.

Dispondrá de un sistema de by-pass y manómetro de 0-6 Kg/cm² incorporado. La bomba será accionada automáticamente en forma simultánea con el equipo de Osmosis Inversa o bien en forma independiente indistintamente.

El Oferente deberá acompañar hojas de datos técnicos y su curva característica, teniendo en cuenta que permita trabajar en los puntos de operación previstos.

3.1.4.2. Filtración

En el caso que la calidad del agua (turbiedad, Fe, etc.) con relación al tipo de membrana a utilizar requiera la instalación de un pretratamiento por filtración, se proveerán por lo menos dos unidades filtrantes dimensionadas cada una para un caudal de m³/h.

La retención de sólidos suspendidos en el agua se llevará a cabo mediante un filtro multimedia vertical, construido en carcasa de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), chapa de acero al carbono revestida interiormente con pintura epoxi sin solvente, apta para uso en agua potable y exteriormente con dos manos de antióxido y dos de esmalte sintético o de acero inoxidable en los diámetros y alturas correspondientes. Contarán con válvulas a diafragma o con una válvula multivías con cuerpo de bronce, de accionamiento manual, aptas para realizar las operaciones de producción, lavado en contracorriente, contralavado y drenaje.

El manto filtrante será dual compuesto por antracita y arena.

Los equipos incluirán, en todos los casos, acceso de hombre, visores de expansión del lecho, indicadores de caudal de filtración y de lavado, toma de muestras a la entrada y salida del filtro e indicadores de diferencia de presión entre ambos puntos.

3.1.4.3. Microfiltración

El sistema deberá prever como mínimo de 2 (dos) etapas de microfiltración de 15 y 5 micrones en cascada, para atender un caudal superior en un 100 % al de la producción de los equipos de ósmosis inversa en cada caso. Los filtros serán de cartuchos descartables, alojados en carcasas de material no corroible. Deberán asegurar un buen funcionamiento de las membranas de ósmosis inversa.

El oferente deberá indicar, marca, procedencia y stocks disponibles en el país.

3.1.4.4. Dosificación de Antiincrustantes, y Eventualmente de Acido Sulfúrico, y Polielectrolito

Se proveerán e instalarán los equipos de dosificación de los productos químicos que se prevean así como los depósitos para preparación de soluciones, y los equipos agitadores correspondientes. Se utilizarán bombas dosificadoras a diafragma, de caudal regulable; tanto los equipos como los tanques de preparación serán construidos de material adecuado al reactivo a utilizar.

Se incluirá como mínimo los siguientes repuestos por cada equipo dosificador: un cabezal, dos diafragmas, 2 juegos de válvulas, 2 juegos de planos de despiece y manual de operación y mantenimiento.

3.1.4.5. Osmosis Inversa

Los equipos de Osmosis Inversa a proveer por el Oferente serán aptos para obtener una producción de l/h, a partir de un agua de bar de presión osmótica a una temperatura de diseño de 20°C.

En el caso que el que el agua a tratar sea de características incrustante, con alta dureza y contenido elevado de sulfatos, debe preverse la dosificación de una solución antiincrustante. El Oferente deberá indicar marca y procedencia del producto, disponibilidad en el mercado local, dosis recomendadas y límites de operación garantizados, en función del índice de saturación a tratar. El índice de Saturación del concentrado nunca deberá ser mayor que 1,7 unidades, quedando bajo responsabilidad del oferente el garantizar que las membranas de OI no sufran deterioro por la formación de depósitos. La dosificación se efectuará en línea comandada desde el tablero principal e incluirá bomba dosificadora de tipo a diafragma y tanque de plástico de volumen adecuado para la preparación de la solución.

El equipo estará construido en gabinete único cerrado, para los equipos de 300 y 600 l/h y en gabinete único abierto para los equipos de mayor capacidad.

El bastidor será metálico en todos los casos, recubierto con antióxido y pintura epoxi, dotado de laterales y paneles de comando en material plástico autodesplazable.

Cada uno de los equipos de Osmosis Inversa, deberá tener unidades de bombeo de alta y baja presión, contando para esto con una bomba centrífuga horizontal monoblock construida en acero inoxidable, con by-pass incorporado previo al sistema de microfiltración, de accionamiento automático y simultáneo con la bomba de alta presión a efectos de garantizar la correcta presión de alimentación a ésta última.

La bomba de alta presión será de desplazamiento positivo de triple pistón o centrífuga multi-etapa construida en materiales inoxidables, con acoplamiento directo a una unidad motriz.

Los caudales a bombear serán los adecuados a cada caso, al igual que la presiones de trabajo. La bomba de alta presión contará con presóstato de corte y válvula de alivio instalada en la descarga de la misma en forma tal que su apertura se produzca cuando la presión de operación sea superada en un 10%.

Deberá acreditarse experiencia de empleo de esta bomba en el país en usos similares, debiendo acompañarse hoja de datos técnicos y curva característica, garantizando la provisión de sus repuestos.

Las membranas serán de configuración espiral de película poliamida compuesta ultradelgada apta para las presiones de trabajo y caudales requeridos. Su empleo y disposición hidráulica deberán respetar los programas de diseño avalados por los fabricantes de dicha membrana. El Oferente deberá fundamentar en su oferta la cantidad de membranas necesarias, su disposición y presentación para la calidad del agua a tratar en cada caso.

Deberá preverse un sistema de lavado y desinfección de módulos, con comando desde el panel hidráulico principal y desde el tablero eléctrico, incluyendo bomba centrífuga de acero inoxidable, tanque plástico, control de temperatura y resistencia calefactora. Debe permitir el lavado con agua de Osmosis Inversa con o sin agregado de desinfectantes y la limpieza química de las membranas en caso de ensuciamiento.

El equipo deberá contar con circuito independiente para lavado y desinfección de membranas, con válvulas que permitan realizar dicha operación dispuestas en el tablero único, con leyendas identificatorias grabadas sobre el mismo.

El circuito hidráulico deberá estar construido en polipropileno y/o PVC y teflón. La zona de alta presión estará construida con manguera atóxica resistente a la presión de operación, poliamida y/o acero inoxidable AISI 316 L. Los materiales deberán responder a Normas IRAM o Normas Internacionales reconocidas.

El llenado del tanque de lavado con agua tratada se realiza mediante válvulas adecuadas dispuestas en el tablero. El circuito hidráulico deberá disponer de válvulas con cierre automático para garantizar la permanencia de la solución bactericida en el interior de los módulos.

Los módulos de ósmosis inversa contarán, como mínimo, con los siguientes elementos de control:

- Manómetros a la entrada de los microfiltros, salida de los microfiltros, entrada a las membranas y salida del concentrado.
- Caudalímetros para el agua de entrada, producto y concentrado.
- pHmetro y conductímetro para agua cruda y agua permeada.
- Dispositivos para extracción de muestras en diferentes sectores del tratamiento.
- Purga de aire en la parte superior del equipo.

- Válvula para el control del caudal del concentrado.
- Termostato de agua cruda en línea.

El panel de operación y control dispondrá de todos los elementos para la correcta operación y control del equipo en un único tablero al frente del mismo, conteniendo como mínimo los siguientes componentes:

- Control de presión en alimentación a la bomba de alta presión mediante manómetro con baño de glicerina.
- Control de presión sobre las membranas de ósmosis inversa mediante manómetro con baño de glicerina. Medición del caudal de agua potable producida y concentrada mediante flotámetro.
- Válvulas independientes para la alimentación de agua pretratada, de solución para desinfección y/o lavado y para llenado del tanque de lavado con agua tratada.
- Válvula para regulación de presión de operación sobre las membranas de Osmosis Inversa, tipo globo construida en acero inoxidable AISI 316.
- Tablero eléctrico conteniendo circuito de mando y control, con térmicos independientes para las bombas involucradas, conductímetro para medición en línea de la conductividad de agua potable. Con indicación luminosa de fallas y corte automático por enclavamiento, por falta de caudal en la alimentación, por consumo eléctrico inadecuado, exceso de presión sobre las membranas y tanque lleno de agua potable. Con accionamiento independiente para producción y lavado.

Todas las leyendas deberán estar en idioma español y estarán grabadas en bajo relieve sobre el tablero.

El caudal de alimentación de agua a tratar será controlado mediante un dispositivo “cero caudal” que permita establecer el corte automático del funcionamiento del equipo, cuando dicho caudal se reduzca a más del 80% del valor normal de operación. No se admitirá el uso de presostatos como único control.

3.1.5. Postratamiento

A los efectos de regular el pH del agua producto se podrán proponer dos alternativas posibles.

Para la eliminación del exceso de anhídrido carbónico disuelto en el agua tratada la planta podrá disponer de una columna descarbonatadora por corriente de aire forzado, diseñada de tal forma que permita alcanzar el valor de saturación para el caudal de agua producida. Será construida íntegramente en materiales inoxidables.

Como alternativa la neutralización del anhídrido carbónico se realizará mediante la inyección controlada de solución alcalinizante en la línea, mediante bomba dosificadora. La inyección de la misma se realizará en línea de producto, posterior a la mezcla o resalinización y previo al tanque o cisterna de almacenamiento de agua tratada. El sistema de dosificación contará con su correspondiente tanque para preparación de la solución a dosificar.

A la salida del permeado del equipo de Osmosis Inversa como así también la cañería de by-pass una vez unidas, se conectarán a la cañería de conducción a la cisterna de almacenamiento de agua tratada.

Deberá considerarse el tendido de cañería plástica y accesorios para la evacuación de los efluentes de la planta (Concentrado del equipo de Osmosis Inversa, contralavado de filtros, etc.), en el punto indicado en los planos respectivos.

El Item, se computará y certificará en forma global provisto conforme a las indicaciones precedentes.

El precio incluye la planta de Osmosis Inversa, línea de dosificación de anti-incrustante (bomba a diafragma y tanque de plástico) bomba de lavado y desinfección de módulos y membranas, circuito hidráulico, panel único de operación, tablero eléctrico, controles de caudal, filtro de profundidad, impulsión de agua cruda y tratada, microfiltración, torre descarbonatadora, sistema de cloración y eliminación de efluentes, materiales varios, mano de obra, gastos de herramientas, equipos y todo lo necesario para dejar los trabajos del Item correctamente terminados.

3.1.6. Capacitación y Asistencia Técnica

Se deberá disponer durante el período de garantía, de personal técnico especializado para instruir al personal que se hará cargo de la operación y mantenimiento de la planta. Asimismo se deberá entregar un manual en donde queden claramente especificadas las instrucciones necesarias para efectuar correctamente las tareas de operación y mantenimiento del sistema.

Presentará además un programa de supervisión y asistencia técnica, de por lo menos dos años de duración a partir de la recepción provisoria, indicando la periodicidad de las tareas inherentes (mínimo dos visitas anuales).

3.1.7. Instalación y Puesta en Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa

El presente Item se refiere a la instalación y puesta en funcionamiento de la planta de Osmosis Inversa.

Para ello, el Contratista deberá presentar ante la Inspección, el Acta de Aprobación en fábrica de la planta a colocar.

La Contratista deberá realizar la instalación completa de la planta de Osmosis Inversa, colocando todo los elementos necesarios para su correcta terminación y funcionamiento.

Previamente a la recepción provisoria de los equipos, se efectuará la prueba de funcionamiento por 24 horas continuas, una vez lograda la estabilización de los parámetros de diseño con la presencia de la Inspección y el personal capacitado por el Oferente para operar y mantener la planta. La prueba podrá ser interrumpida para el ajuste de detalles, pero deberá volverse a comenzar con la prueba por el lapso señalado en forma ininterrumpida. Las pruebas podrán ser ejecutadas tantas veces como la inspección lo requiera sin reconocimiento de gastos al Contratista.

Durante el período de prueba se medirán todos los parámetros que la Inspección de obra requiera.

El Item, se computará y certificará en forma global una vez puesta en régimen la planta, conforme a las indicaciones precedentes.

Se deberá entregar junto con la provisión el Manual de Operación y Mantenimiento, así como también folletos y hojas técnicas de los componentes partes principales como membranas y bombas.

3.1.8. Garantías

Durante el período de garantía, entre las recepciones provisoria y definitiva del equipo, se verificará su funcionamiento con relación al caudal y calidad del producido, frecuencia de lavados, consumo de energía eléctrica y de productos químicos, etc.

Si surgiera el incumplimiento de algunos de los datos garantizados ocasionando perjuicio económico al Comitente, se aplicará una multa equivalente al valor presente de los mayores costos de inversión y operación durante el período de diseño de la planta calculados con una tasa de descuento del 12%. Si de dicho incumplimiento surgiera la imposibilidad de obtener los rechazos salinos garantizados, con los porcentajes de conversión y presión de bombeo asegurados, la planta será rechazada en su totalidad, debiendo el Contratista reemplazar la misma por otra que cumplimente las condiciones requeridas, a satisfacción de la Inspección, sin derecho a reclamo alguno.

Se garantizará por un plazo no menor a los dos años, todos los componentes del sistema.

3.1.9. Provisión de Insumos, Repuestos y Herramientas Menores Para Plantas de Osmosis Inversa

El Item en cuestión, trata sobre los repuestos y materiales descartables así como las herramientas menores para un año de uso, correspondientes a los distintos módulos de plantas de Osmosis Inversa que la Contratista deberá proveer.

Los materiales a proveer serán los siguientes:

- 2 (dos) válvulas para alimentación y lavado de PVC Ø 3/4, en plantas de producción igual a 300, 600 y 800 l/h; Ø 1" en las plantas de 2.000 l/h y Ø 2" en las plantas de 7.000 l/h.
- 1 (uno) juego completo de válvulas para alimentación y descarga de la unidad de bombeo de alta presión.
- 1 (uno) juego de repuestos para sistema impulsor de dosificación de reactivos químicos.
- 1 (uno) juego de repuestos para sistema impulsor de dosificación de hipoclorito de sodio.
- 1 (uno) manómetro de 0 a 4 Bar, en baño de glicerina, según repuesto original.

- 1 (uno) manómetro de 0 a 40 Bar, en baño de glicerina, según repuesto original.

Los materiales descartables para un año de autonomía serán:

- 50 (cincuenta) microfiltros de 5 micras en las plantas de Osmosis Inversa de producción igual a 300, 600 y 800 l/h; 150 (ciento cincuenta) microfiltros en las plantas de 2.000 l/h y 400 (cuatrocientos) microfiltros en la planta de 7.000 l/h.
- 50 (cincuenta) microfiltros de 15 micras en las plantas de Osmosis Inversa de producción igual a 300, 600 y 800 l/h; 150 (ciento cincuenta) microfiltros en las plantas de 2.000 l/h y 400 (cuatrocientos) microfiltros en la planta de 7.000 l/h.
-Kg. de bactericida inorgánico.
-Kg. de desincrustante.
- 1 (uno) membrana igual a las instaladas en el equipo de Osmosis Inversa.

La Contratista proveerá un kit de herramientas menores que cubran la totalidad de las necesidades para el funcionamiento y mantenimiento de las respectivas plantas.

Además se deberá proveer en cada caso 100 (cien) bidones de 50 litros cada uno, construido en plástico reforzado con tapa ancha.

El Item, se computará y certificará en forma global conforme a las indicaciones precedentes.

El precio incluye los repuestos, herramientas menores, materiales descartables, bidones, materiales varios, mano de obra, trabajos del Item correctamente terminados.

3.2. MODELO DE PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

3.2.1. Caudal de Agua Producida (Permeado) – (m^3/h)

3.2.2. Rechazo Salino (%)

- Sólidos disueltos totales:
- Cloruros:
- Sulfatos:
- Nitratos:
- Flúor:
- Arsénico:
- Sílice:
- Hierro:

3.2.3. Conversión o Recuperación

(agua producida/agua cruda) . 100

3.2.4. Membranas

- Tipo:
- Material:
- Precio unitario de reposición:
- Vida útil garantizada a operación normal:
- Material soporte:
- Presión máxima de operación:
- Capacidad y material del tanque para lavado de membranas:
- Bastidor-material:

3.2.5. Cañerías

(Confeccionar una planilla para cada tipo y para cada circuito hidráulico de alta y baja presión).

- Fabricante:
- Material:
- Peso Kg/m
- Presión de trabajo: Kg/cm²
- Si posee revestimiento, describirlo:

3.2.6. Válvulas Esclusas

(Confeccionar una planilla para cada tipo y para cada circuito de alta y baja presión).

- Marca:
- Fabricante:
- Ubicación y función:
- Accionamiento (manual directo, manual con reductor con operador eléctrico, etc.):
- Materiales:
 - Cuerpo:

- Lengua:
- Vástago:
- Anillo de cierre:
- Guías:
- Presión:
 - Nominal Kg/cm^2
 - De prueba de resistencia Kg/cm^2
 - De prueba de estanqueidad Kg/cm^2

3.2.7. Válvulas de Retención

- Fabricante:
- Marca:
- Tipo (descripción):
- Materiales:
 - Cuerpo
 - Clapeta
 - Asiento

3.2.8. Plantas de Osmosis Inversa

- Marca:
- Fabricante:
- Caudal del producto m^3/h
- Caudal de alimentación m^3/h
- Presión de operación Kg/cm^2
- Presión de entrada Kg/cm^2
- Potencia instalada Kg/cm^2
- Energía eléctrica Volt-Hz
- Rechazo salino $\% \text{ Na Cl}$
- STD de producto mg/lts
- Total de módulos N°
- Total de membranas N°

3.2.8.1. Bomba de Alta Presión

- Tipo:
- Caudal m³/h
- Cantidad N°
- Presión Bar
- Material de la carcasa:
- Material de las partes en contacto con el agua:
- Unidad motriz Potencia (HP) - r.p.m. voltaje, fases

3.2.8.2. Bomba de Baja Presión

- Tipo:
- Caudal m³/h
- Cantidad N°
- Presión Bar
- Material de la carcasa:
- Material de las partes en contacto con el agua:
- Unidad motriz Potencia (HP) - r.p.m. voltaje, fases

3.2.8.3. Filtración (Pretratamiento)

- Material tanque:
- Velocidad de filtración:
- Manto filtrante:
- Elementos de operación y control:

3.2.8.4. Descarbonatación (Postratamiento)

- Tipo:
- Materiales:

3.2.8.5. Microfiltración: 1º Etapa

- Elementos

- Longitud mm
- Tamaño de poro micras
- Cantidad de cartuchos por equipo N°
- Precio unitario de reposición \$
- Material de los cartuchos:
- Carcaza, material:
- Caída de presión admisible:
- Vida útil a operación normal meses

3.2.8.6. Microfiltración: 2º Etapa

- Elementos:
- Longitud mm
- Tamaño de poro micras
- Cantidad de cartuchos por equipo N°
- Precio unitario de reposición \$
- Material de los cartuchos:
- Carcaza, material:
- Caída de presión admisible:
- Vida útil a operación normal meses

3.2.8.7. Lavado de Membranas

- Tipo de circuito hidráulico:
- Unión de válvulas:
- Tanque de productos químicos material lts
- Tipo de accionamiento:
- Sistema de bombeo:

3.2.8.8. Dosificación (Especificar Para Cada Producto a Dosificar)

- Tipo de bomba:
- Rango de caudales lts/h
- Rango de presiones Bar
- Potencia HP

- Materiales de carcasa, cabezal y diafragma:
- Tanques de almacenamiento. Capacidad y material:

3.2.8.9. Instrumental

- Tipo de indicador de presión de alimentación:
- Tipo de indicador de presión de membrana:
- Tipo de indicador de conductividad:
- Tipo de indicador de caudal de concentrado:

3.2.8.10. Conductímetro

- Tipo de conductímetro:
- Sensor:
- Tipo de ajuste:
- Tipo de lectura:
- Rango:

3.2.8.11. Medidores de Caudal

- Ubicación:
- Tipo:

3.2.8.12. Peachímetro

- Tipo:
- Sensor:
- Tipo de ajuste:
- Tipo de lectura:
- Rango:

3.2.8.13. Termostato

- Ubicación:
- Tipo:

3.2.8.14. Control y Comando

- Tipo de arranque y parada:

- Tipo de tensión de protección:
- Control de alimentación:
- Señalización de funcionamiento:
- Tipo de comando:

3.2.8.15. Gabinete

- Material:
- Recubrimiento:
- Panel:
- Tipo de leyendas:
- Laterales y techo:
- Dimensiones:

3.2.8.16. Insumo de Productos Químicos – Tipo y Consumo (gr/m³ de Agua Producida)

- Desincrustante:
- Acido sulfúrico:
- Desinfectante:
- Otros (polielectrolito, etc.)

3.2.8.17. Consumo de Energía Eléctrica (kWh/m³ de Agua Producida)

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ELEGIDO

4.1. PRETRATAMIENTO

El agua a tratar, a caudal y presión adecuados, se acondiciona mediante el agregado de reactivos con un sistema de dosificación, a los efectos de inyectar, eventualmente, antiincrustante, así como ajustar el pH del agua cruda a fin de prevenir la precipitación en el concentrado de carbonato de calcio u otras sales poco solubles.

La retención de sólidos en suspensión que pudieran arrastrarse en la captación de agua subterránea, se realiza mediante filtración en filtro de grava y arena clasificadas con tamaño de retención nominal de 30 μm seguido de dos etapas de microfiltración por cartuchos de 15 y 5 μm en dos etapas independientes, de modo de proteger el sistema de bombeo de alta presión y evitar la oclusión de los canales por donde circula el agua que ingresa a las membranas y a los poros de las mismas.

4.2. OSMOSIS INVERSA

El agua pretratada es presurizada con una bomba centrífuga de múltiples etapas hasta alcanzar la presión necesaria para que se efectúe el proceso de separación.

El agua presurizada se distribuye en las carcasas donde se encuentran alojadas las membranas (módulos), en contacto con las cuales se divide en dos corrientes: el permeado desalinizado que las atraviesa y el efluente de mayor salinidad o concentrado, que es descartado después de atravesar el sistema de válvulas de regulación de presión.

Este concentrado posee la presión necesaria para realizar la inyección en las napas seleccionadas.

En base a las condiciones establecidas por el programa de diseño los módulos se interconectan en paralelo y/o serie según las características del agua a tratar en cada caso y el producto esperado, para asegurar el mantenimiento de las velocidades del fluido necesarias para minimizar las posibilidades de ensuciamiento o incrustación.

El programa de diseño es una información que el proveedor de las membranas facilita al fabricante autorizado de equipos.

La configuración de las membranas es en espiral, lo que minimiza los problemas derivados de este último aspecto. Dentro de esta gama de membranas, se ha seleccionado un modelo de alta eficiencia, en lo inherente a la producción por área de membrana respecto de la presión de operación.

4.3. POSTRATAMIENTO

Si bien el pH del agua producto es levemente inferior a 7 por el exceso de dióxido de carbono, el mismo será corregido naturalmente, en parte por la eliminación de dicho exceso durante el almacenamiento con capacidad para la producción diaria, así como por la mezcla con el agua cruda cuyo pH es sensiblemente superior a 7. De verificarse la necesidad de un ajuste de pH se puede realizar la dosificación de solución alcalinizante.

Finalmente, dicha mezcla de agua será clorada para asegurar la calidad bacteriológica de la misma y evitar el desarrollo de colonias durante el almacenamiento y distribución.

4.4. ENJUAGUE, DESINFECCIÓN Y LAVADO

A fin de prolongar la vida útil de las membranas, el equipo de este ejemplo, cuenta con un sistema de enjuague automático, accionado por un controlador lógico según una secuencia preprogramada.

4.5. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

El funcionamiento del sistema es completamente automático, comandado por un controlador (PLC), a partir de los requerimientos de agua tratada y condiciones de operación fijadas.

El tablero de operación y control permite comandar y monitorear el funcionamiento de la planta de forma tal que el operador tenga un permanente control de la composición fisicoquímica del agua potabilizada a través de la lectura de conductividad y pH de la misma.

4.6. CAÑERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Los materiales empleados son resistentes a la corrosión, presiones de operación y aptos para ser utilizados con agua potable.

5. PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

5.1. PARÁMETROS DE OPERACIÓN

En base a las condiciones de diseño del apartado 2, se han establecido los parámetros de operación y performance del sistema de ósmosis inversa, compuesto por 2 equipos de ósmosis inversa, mediante un programa de simulación de un proveedor de las membranas, así como de la prestación de los equipos de bombeo seleccionados.

La relación de mezcla se ha establecido de modo tal que la salinidad total, como así también, la concentración de Arsénico, Flúor y Nitratos no exceda los límites máximos permitidos.

A continuación se detallan los parámetros correspondientes a cada uno de los dos equipos.

5.1.1. *Parámetros Hidráulicos*

• Caudal de agua permeada*	12,0 m ³ /hr
• Caudal de agua cruda *	21,5 m ³ /hr
• Caudal de agua potable*	13,5 m ³ /hr
• Relación de mezcla	11,1 %
• Recuperación	60 %
• Presión de operación	20 Bar
• Temperatura	20 °C

5.1.2. *Rechazo Salino*

Parámetro	%
• Sólidos disueltos totales	98,7
• Bicarbonatos	97,9
• Sulfatos	99,7
• Cloruros	99,0
• Nitratos	94,1
• Arsénico	> 99,0
• Calcio	99,0

• Magnesio	99,0
• Sodio	98,7
• Potasio	98,4
• Sílice	98,5
• Hierro	> 98,0

5.1.3. Calidad de Agua Producto

Parámetro	unidad
• Sólidos disueltos totales	mg/l 693
• Bicarbonatos	" 159
• Sulfatos	" 146
• Cloruros	" 147
• Nitratos	" 10,9
• Arsénico	" 0,027
• Calcio	" 3,5
• Magnesio	" 3,1
• Sodio	" 220
• Sílice	" 2,0
• Hierro	" < 0,1
• Flúor	" < 0,5

* Valores estimados según proyecciones de diseño del fabricante de membranas.

5.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

• Presión de agua cruda	3 Bar
• Potencia instalada total	30 Hp
• Energía	3 x 380/ 220; 50 Hz

5.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

5.3.1. Módulos de Osmosis Inversa

- Membranas
 - Tipo Espiral
 - Material Película delgada de poliamida sobre soporte de polisulfona.
 - Diámetro 200 mm
 - Longitud 1000 mm
 - Marca Hydranautics
 - Presión máx. de operación 600 psi
 - Modelo CPA 2 - 8040
 - Cantidad 12
 - Vida útil garantizada
 - A operación normal 3 años
- Tanque de Lavado
 - Capacidad 1000 litros
 - Material Polietileno de alta densidad
- Bastidor
 - Material Acero al carbono
 - Revestimiento Antióxido y esmalte sintético
- Tubos de Presión
 - Material PRVF
 - Diámetro 200 mm
 - Longitud 4400 mm
 - Presión de trabajo 270 psi
 - Cantidad 3

5.3.2. Microfiltración 1º Etapa

- Tamaños de poro 15 (quince) μm
- Material de la carcasa Acero Inoxidable AISI 304

- Cartuchos:
 - Material/tipo PPN/microfibras termosoldadas
 - Longitud 760 mm.
 - Diámetro 63,5 mm.
 - Cantidad/equipo 7 para cada etapa
- Caída de presión admisible 0,80 Kg/cm²
- Vida útil a operación normal 4 semanas

5.3.3. Microfiltración 2º Etapa

- Tamaños de poro 5 (cinco) µm
- Material de la carcaza Acero Inoxidable AISI 304
- Cartuchos:
 - Material/tipo PPN/microfibras termosoldadas
 - Longitud 760 mm.
 - Diámetro 63,5 mm.
 - Cantidad/equipo 7 para cada etapa
- Caída de presión admisible 0,80 Kg/cm²
- Vida útil a operación normal 4 semanas

5.3.4. Bomba de Alta Presión

- Tipo Centrífuga multi-etapa
- Caudal 23 m³/h
- Presión 15 Bar
- Materiales en contacto c/el agua cero Inoxidable AISI 316
- Motor eléctrico, potencia 25 HP
- Velocidad 2950 rpm
- Energía 3 x 380 V; 50 Hz
- Cantidad 1

5.3.5. Bomba de Represurización

- Tipo Centrífuga

• Caudal	24 m ³ /h
• Presión	2,2 Bar
• Materiales en contacto con el agua	Acero Inoxidable AISI 304
• Motor eléctrico	
➤ Potencia	3 HP
➤ Velocidad	2900 rpm
➤ Energía	3 x 380 V; 50 Hz
➤ Cantidad	1

5.3.6. Circuito Hidráulico

• Baja Presión	
➤ Material de tuberías	PVC/PPN
➤ Tipo de válvulas	Globo/Esférica
➤ Material de válvulas	PVC/Teflón
• Alta Presión	
➤ Material de tuberías/válvulas	AISI 316
➤ Tipo de válvulas	Aguja/Globo

5.3.7. Sistemas de Dosificación

• Producto Químico	Acido Sulfúrico
➤ Concentración	65,3 ppm en la alimentación
➤ Bombas Tipo	A diafragma
➤ Accionamiento	Electromagnético
➤ Caudal máx.	7,8 lt/h
➤ Presión máx	7 Bar
➤ Diafragma	Recubierto con PTFE
➤ Cabezal	PVDF, PPN o PVC
➤ Potencia	29 Watts
➤ Cantidad	1
➤ Tanque Tipo	Cilíndrico vert. c/tapa
➤ Capacidad	200 lt.

➤ Material	PPN
➤ Cantidad	1
• Producto Químico	Hipoclorito de Sodio
➤ Concentración	0,5 ppm en el producto
➤ Bomba Tipo	A diafragma
➤ Accionamiento	Electromagnético
➤ Caudal máx.	7,8 lt/h
➤ Presión máx	7 Bar
➤ Diafragma	Recubierto con PTFE
➤ Cabezal	PVDF, PPN o PVC
➤ Potencia	29 Watts
➤ Cantidad	1
➤ Tanque Tipo	Cilíndrico vert. c/tapa
➤ Capacidad	200 lt.
➤ Material	PPN
➤ Cantidad	1
• Producto Químico	Hidróxido de sodio
➤ Concentración	Hasta +/- 0,5 pHs
➤ Bomba Tipo	A diafragma
➤ Accionamiento	Electromagnético
➤ Caudal máx.	7,8 lt/h
➤ Presión máx	7 Bar
➤ Diafragma	Recubierto con PTFE
➤ Cabezal	PVDF, PPN o PVC
➤ Potencia	29 Watts
➤ Cantidad	1
➤ Tanque Tipo	Cilíndrico vert. c/tapa
➤ Capacidad	200 lt.
➤ Material	PPN
➤ Cantidad	1

5.3.8. Elementos de Control

- Manómetros con baño de glicerina:

➤ Ubicación	Succión de la bomba de alta presión
➤ Función	Indicador de presión de alimentación
➤ Rango	De 0 a 4 bar
➤ Ubicación	Entrada al sistema de membranas
➤ Función	Indicador de presión de membrana
➤ Rango	0 a 40 bar

- Medidores de Caudal

➤ Tipo	Flotámetro
➤ Ubicación	Indicador de caudal de agua tratada
➤ Ubicación	Indicador de caudal de concentrado

- Válvulas

➤ Ubicación y función	Regulación de presión
➤ Tipo	PVC, acero inoxidable
➤ Material	Globo/Aguja

- Presóstatos

➤ Ubicación y función	Alarma de baja presión, entrada de bomba de alta presión
➤ Rango	0-4 Bar; 0-40 Bar
➤ Ubicación y función	Alarma de alta presión, salida de bomba de alta presión
➤ Rango	0-40 Bar

- Termostato

➤ Ubicación y función	Alarma por alta temperatura, entrada de bomba de alta presión
➤ Tipo	Digital
➤ Rango	0-50° C

5.3.9. Instrumental

- Peachímetro
 - Ubicación y función Controla el pH del agua producto
 - Rango 0-14 unidades
 - Salida a bomba dosificadora señal ON-OFF
- Conductímetros
 - Ubicación y función Controla la conductividad del agua cruda
 - Rango 0- 9,99 mS/cm
 - Salida a controlador 4-20 mA
 - Ubicación y función Controla la conductividad del producto
 - Rango 0- 999 μ S/cm
 - Salida a controlador 4-20 mA

5.3.10. Prefiltro de Arenas y Antracitas Clasificadas

- Función Retención de partículas en suspensión de tamaño mayor a 30 μ m.
- Cantidad 2 (dos)
- Carcaza Diám. 2000 mm
Altura cilíndrica 1500 mm
- Material Acero al Carbono
- Espesores de chapa Laterales 6 mm
Casquetes 9 mm
- Revestimiento Interior: arenado, rev. Epoxi
Exterior: antióxido al cromato de zinc. Esmalte sintético.
- Válvulas Saunder ó calidad similar
- Mantos Arena, gravillas y antracitas clasificadas
- Caudal de operación 21 m³/h
- Caudal de lavado 48 m³/h
- Presión de operación 2 Kg/cm

- Velocidad de filtración $7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

5.4. REPUESTOS

El conjunto de repuestos abajo descripto está considerado para un año de operación normal de la planta de tratamiento de agua.

- 3 (tres) válvulas para alimentación y lavado de idénticas características que las originales.
- 2 (dos) juegos completos de válvulas para alimentación y descarga de unidad de bombeo de alta presión.
- 1 (uno) juego de repuestos para el sistema impulsor de dosificador de reactivos químicos.
- 1 (un) manómetro de 0 a 4 Bar en baño de glicerina, según repuesto original.
- 1 (un) manómetro de 0 a 40 Bar en baño de glicerina, según repuesto original.

6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

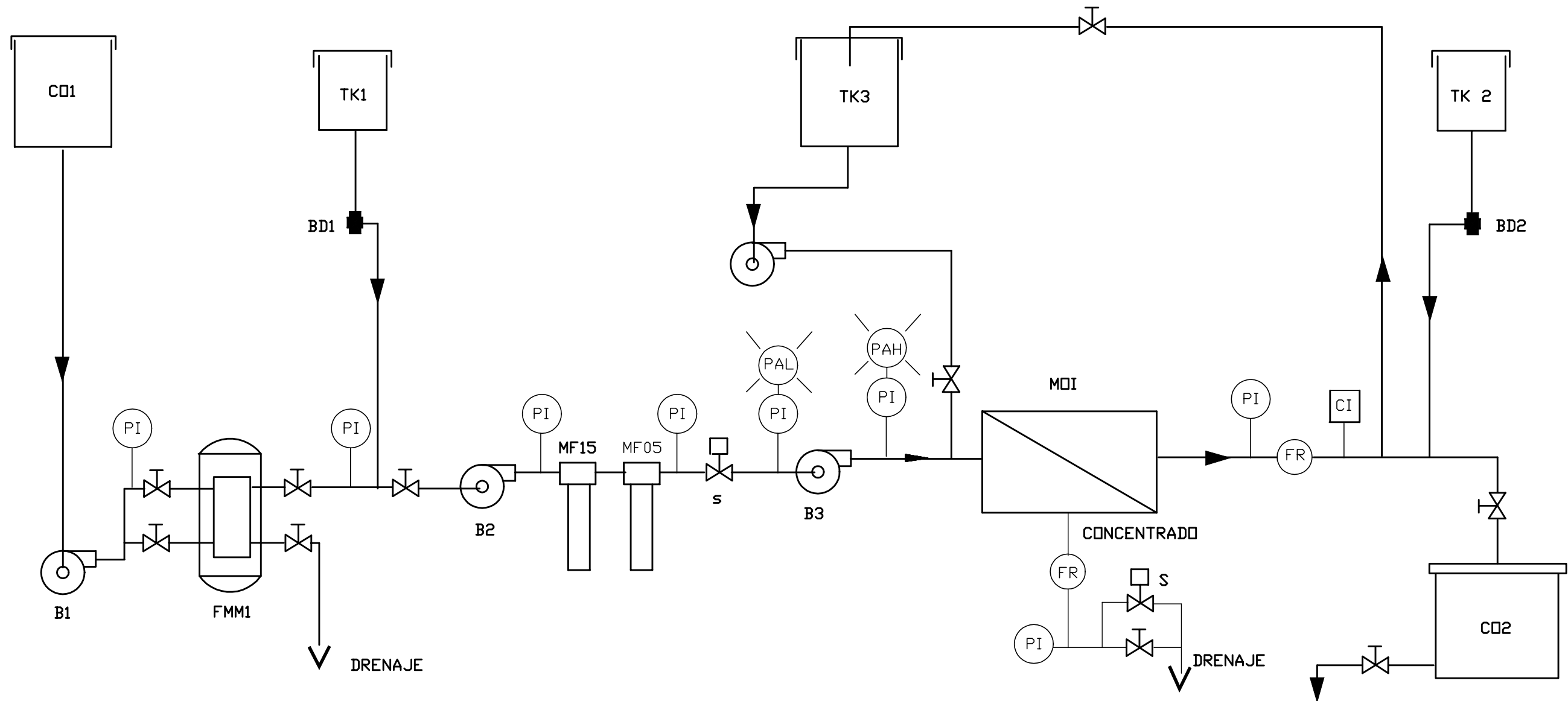
6.1. CONSUMOS ESPECÍFICOS

ITEM	COSTO \$/ m ³
• Energía eléctrica (Kw.h/m ³ producto)	0,1060
• Acido Sulfúrico (gr/m ³ producto)	0,0090
• Hipoclorito de sodio (gr/m ³ producto)	0,0015
• Microfiltros descartables (unidades por mes)	0,0311
• Limpieza química (c/ 6 meses)	0,0150

6.2. MANTENIMIENTO Y REPUESTOS

ITEM	COSTO \$/ m ³
• Reposición de membranas (a los 3 años)	0,0456
• Mano de obra (24 horas de operación 1 operario por turno)	0,3333
• Repuestos (según descripción pto. 1.5)	0,0077

COSTO TOTAL POR m³ DE AGUA POTABLE : **\$ 0,55**



SIMBOLO	DESCRIPCION
FMM1	FILTRO MULTIMEDIA
B1	BOMBA DE IMPULSION
B2	BOMBA DE REPRESURIZACION
B3	BOMBA DE ALTA PRESION
BD1	BOMBA DOSIFICADORA ANTI INCRUSTANTE
BD2	BOMBA DOSIFICADORA DE HIPOCLORITO

CI	SENSOR MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD DIGITAL
CO1	CISTERNA DE AGUA DE ALIMENTACION
CO2	CISTERNA DE AGUA TRATADA
FR	MEDIDOR DE CAUDAL
MF05	MICROFILTROS DE 5 MICRONES
MF15	MICROFILTROS DE 15 MICRONES
MOI	MEMBRANAS DE OSMOSIS INVERSA

PAH	SENSOR ACTUADOR DE ALTA PRESION
PAL	SENSOR ACTUADOR DE BAJA PRESION
S	VALVULA SOLENOIDE
TK1	TANQUE SOLUCION DE ANTI INCRUSTANTE
TK2	TANQUE SOLUCION DE HIPOCLORITO
TK3	TANQUE DE LAVADO
PI	INDICADOR DE PRESION

NOTAS: LOS DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE ALIMENTACION, DISTRIBUCION, DESBORDE Y LIMPIEZA SERAN LOS QUE CORRESPONDAN DE ACUERDO AL CALCULO. LAS TUBERIAS Y PIEZAS ESPECIALES SERAN DE H" F" CON CONEXION A BRIDAS. OPCIONALMENTE PODRA UTILIZARSE H" G" EL CIRCUITO DE BALIZAMIENTO CONTARA CON CELULA FOTOELECTRICA (CON RELE) PARA EL ENCENDIDO/APAGADO AUTOMATICO LAS CAÑERIAS DE H" G" QUE ACOMETAN AL TABLERO SECCIONAL SE CONECTARAN A LA BARRA DE P.A.T



PODER EJECUTIVO NACIONAL
SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE
ENTE NACIONAL DE OBRAS HIDRICAS DE SANEAMIENTO

REF.	DOCUMENTO N°	TOMO N°	TITULO

TITULO: DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE OSMOSIS INVERSA	Proy.	N°	HOJA
	Dibujo	Fecha	
	Ing.Proy.	Escala 1:100	.J.de.l.