

La presente nota presenta los criterios básicos de diseño y mantenimiento de los sistemas de almacenamiento y distribución de permeado a los diferentes puestos o estaciones de diálisis. Partiendo del objetivo de preservar la calidad lograda en el tratamiento químico y bacteriológico.

Introducción

Es importante entender, en primer lugar, que el tratamiento de agua no termina en la cañería de salida del equipo de ósmosis inversa, sino que el cuidado del agua debe mantenerse hasta el punto de uso.

La pureza del agua de ósmosis (equipo al cual nos referiremos en una próxima publicación) que es almacenada en uno o varios tanques y que es distribuida a los equipos de diálisis puede verse alterada por factores externos o internos.

Factores de contaminación externos

La contaminación puede ingresar por el tanque o por las cañerías. En el primer caso, las variaciones naturales en el nivel de líquido hacen que el reservorio deba expulsar o incorporar aire del medio ambiente. Este aire, naturalmente puede contener sólidos en suspensión; partículas de polvo que muy probablemente sean vehículo de bacterias sin que se altere apreciablemente la calidad fisicoquímica. En este punto debe existir una barrera bacteriológica, como un filtro de venteo de 0,2 micrones, que esterilice el aire al ingresar. Estos sistemas de protección de venteo son usuales en los tanques sanitarios de acero inoxidable, pero de difícil aplicación en tanques de polietileno de tapa superpuesta.

Lógicamente mucho más riesgo de contaminación involucra la preparación de solución de bicarbonato, en tanques abiertos, sin un tratamiento bacteriológico adecuado.

Con respecto a las cañerías, es viable el ingreso de contaminación a través de juntas defectuosas con pérdidas o fisuras. Sitios que ante variaciones de presión o caudal puedan transformarse en puntos de succión. Con respecto a esto, las instalaciones de cañerías en acero inoxidable permiten disminuir la cantidad de uniones; las partes unidas con soldadura TIG no sufren envejecimiento, por lo que una vez construidas sin pérdidas, implica que nunca van a tenerlas.

Factores de contaminación internos

Podemos hablar de factores de contaminación interna del sistema cuando hay un aporte indeseado de sustancias, por el uso de materiales inadecuados o cuando el diseño hidráulico permite la proliferación de alguna bacteria o colonia bacteriana.

Materiales

Ya nos hemos referido en nuestra publicación anterior a la conveniencia del acero inoxidable como material para la construcción de tanques, bombas y líneas. La importancia particular de usarlo en la última parte del sistema de agua, a la que nos estamos refiriendo, es por su condición de desmineralizada,

el agua ya tratada por ósmosis inversa captará con mayor facilidad todo tipo de compuestos solubles. Los materiales plásticos que se usan comúnmente, no sólo pueden ceder sustancias indeseadas al agua, sino que presentan una menor resistencia a los desinfectantes oxidantes, como el ozono. Esta observación no incluye a los polímeros fluorados.

Diseño hidráulico

El objetivo de un adecuado diseño hidráulico es minimizar el estancamiento de agua e impedir la formación de bio-film causado por una baja velocidad de flujo.

En primer lugar podemos decir que el agua puede estancarse desde un pequeño intersticio, como puede ser el espacio entre una rosca y su alojamiento, un espacio mediano, como un tramo muerto de cañería o un gran volumen como el caso de un tanque. Todos ellos son igualmente desaconsejables en la medida de que permanezcan durante mucho tiempo sin protección bacteriológica.

En las derivaciones al equipo de diálisis suelen existir líneas de mucho diámetro en relación con el caudal que deben transportar, siendo además tramo muerto si ese equipo puntualmente no está operando. Para esto FG ingeniería ha desarrollado tanto el lazo de distribución, como las derivaciones sanitarias a cada puesto que pueden cerrarse sin dejar ningún espacio muerto y el pico ser flameado y sellado si fuera necesario.

Por ello es muy importante el diseño de dimensiones y formas.

La estimación de un tanque de almacenamiento de agua de ósmosis es bastante arbitraria pues generalmente los sistemas de ósmosis producen tanto o más como el caudal que llegan a consumir todos los puestos funcionando, pero es habitual que se dimensione para que alcance a cubrir el volumen de un turno completo, por cuestiones de seguridad, pero no más que ello.

Por lo tanto el cálculo de volumen será:

$V_t \text{ (Lts)} = \text{Nro de puestos} \times \text{Caudal de cada puesto (Lts/h)} \times \text{hs del turno}$

Ej: $V_t = 8 \times 30 \text{ Lt/h} \times 4 \text{ hs} = 960 \text{ Lts}$

Esto es simplemente uno de los lineamientos habituales.

Con respecto a los tramos muertos de cañerías o puntos estancos en accesorios es posible evitarlos con una selección adecuada de bombas, para no tener que instalar recirculaciones; no tener bombas duplicadas sino una bomba de repuesto lista para conectar; y tender al uso de cañerías sin roscas como las que venimos recomendando en estos artículos.

En el diseño de las cañerías no solo debemos observar su material y tipo de uniones, sino también dos características muy importantes su diámetro y su configuración (sistema abierto o cerrado)

Estos dos últimos puntos determinan la velocidad de flujo que podemos alcanzar en cañerías.

Un sistema abierto es aquel en donde se envía el agua que consumirán los puestos sin retornar nada al tanque. Esto limita en gran medida la velocidad del agua, cosa que no es aconsejable. Una baja velocidad lineal del agua implica baja turbulencia y por lo tanto la posibilidad de que las bacterias que pudieran haber ingresado al sistema se desarrollen en la pared del tubo. Se recomiendan valores de velocidad superiores a 1,5 m/seg.

Normalmente FG ingeniería instala lazos con retorno al tanque con un diámetro de 22 mm internos y un caudal de retorno de 2,4 m³/h por lo que la velocidad lineal será siempre superior a 1,7 m/seg.

Asociado con esto, el uso de acero inoxidable pulido sanitario interno, curvas suaves sin soldar y uniones sin perturbaciones, permiten que en estos sistemas todos los puestos operen prácticamente con la misma presión de entrada de agua.

Por último, el montaje de tuberías sanitarias se efectúa con pendientes en todos los tramos "horizontales", combinados de manera tal que todo el lazo pueda vaciarse en su totalidad ante una necesidad operativa, existiendo en el punto más bajo una válvula o purga sanitaria para la maniobra.

Mantenimiento del sistema

Diseñado con estos lineamientos, el sistema de almacenamiento y distribución es muy fácil de mantener.

El sistema no sufrirá envejecimiento, y toda la superficie será desinfectada con pasaje directo del agente esterilizante, pues no habrá tramos muertos. Además se podrá vaciar completamente el sistema para facilitar su enjuague.

En los casos que se cuente con ozono, éste será el producto ideal para la sanitización. Se podrá utilizar la bocha de limpieza CIP (clean in place) para todo el interior del tanque sin necesidad de abrir para incorporar manualmente productos químicos.

Conclusiones y propuesta de FG ingeniería

Lo expuesto aquí es solo un resumen de los conceptos de diseño aplicados a hemodiálisis. Cada centro deberá ser evaluado en sus características particulares.

De todas maneras las recomendaciones generales consisten en:

- Utilizar tanques herméticos de acero inoxidable con filtro de venteo.
- Utilizar tuberías para el permeado en lazo cerrado, sanitarias, de acero inoxidable, con grifos de derivación adecuados.
- Si se utiliza bicarbonato en polvo, se propone el Disolutor Sanitario, con sistema de esterilización incorporado.
- Utilizar ozono como agente de desinfección en línea (tratamiento de agua) y como agente de sanitización de la instalación.

Nuestro Departamento técnico ampliará, cuando sea requerido, toda información relacionada con estos puntos.