



AWM

SOPORTE OFICIAL



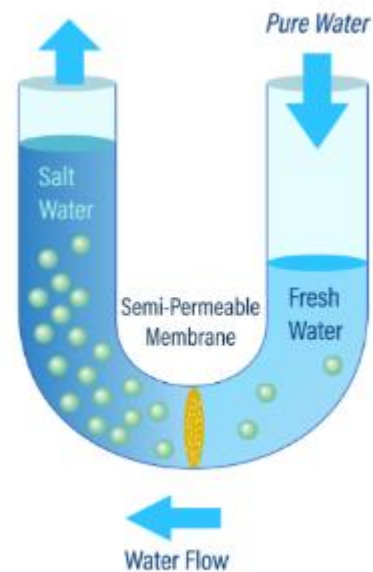
Análisis del sistema de ósmosis inversa

¿Qué es el sistema RO?

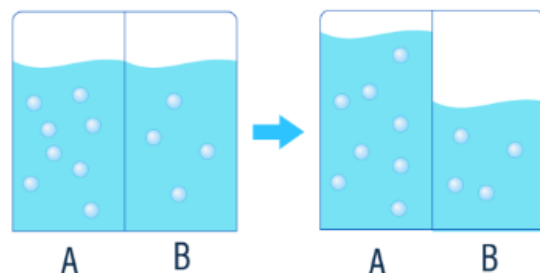
El sistema RO es un sistema de tratamiento de membrana que se utiliza para separar los solutos disueltos del agua, con mayor frecuencia en el campo de la desalinización de agua de mar para eliminar sales y otras impurezas del agua de mar, pero también en calderas industriales, sistemas de agua potable, producción farmacéutica y otros campos.

¿Qué es la ósmosis?

Para entender los principios y el proceso de la ósmosis inversa, primero hay que entender el proceso de ósmosis que se produce de forma natural. La ósmosis es un fenómeno natural en el que dos soluciones de diferente concentración están separadas por una membrana semipermeable (una membrana que permite el paso de las moléculas de disolvente y no de las de soluto) y las moléculas de agua u otras moléculas de disolvente pasan de la solución de menor concentración a través de la membrana semipermeable a la solución de mayor concentración. Este proceso se encuentra en todas partes en la naturaleza, donde las plantas lo utilizan para absorber agua y nutrientes del suelo, y en los seres humanos, donde los riñones utilizan la ósmosis para absorber agua de la sangre.



Un experimento sencillo para ayudarte a entender el fenómeno de la ósmosis. Supón que un recipiente con agua azucarada está dividido en dos partes por una membrana, como la membrana de una célula animal. Esta membrana puede ser permeable al agua, pero no a las moléculas de azúcar. Como se muestra en la figura, el círculo se compara con el azúcar. El lado A tiene más moléculas de azúcar que el lado B, con una concentración más alta. Esta vez, la membrana, para mantener el equilibrio de concentración entre los dos lados, debe permitir que el lado A de una parte de las moléculas de azúcar se mueva al lado B, pero la membrana no permite que las moléculas de azúcar pasen a través de ella, por lo que para mantener el fenómeno de equilibrio, el lado B de las moléculas de agua se mueve al otro lado, se diluye el lado A de la concentración hasta que las dos partes de la concentración de soluto sean iguales y, finalmente, el experimento para obtener el lado B del volumen de la solución disminuyó, mientras que el lado A del volumen

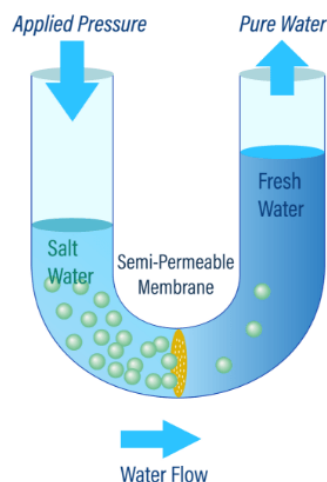


aumentó.

¿Qué es la ósmosis inversa?

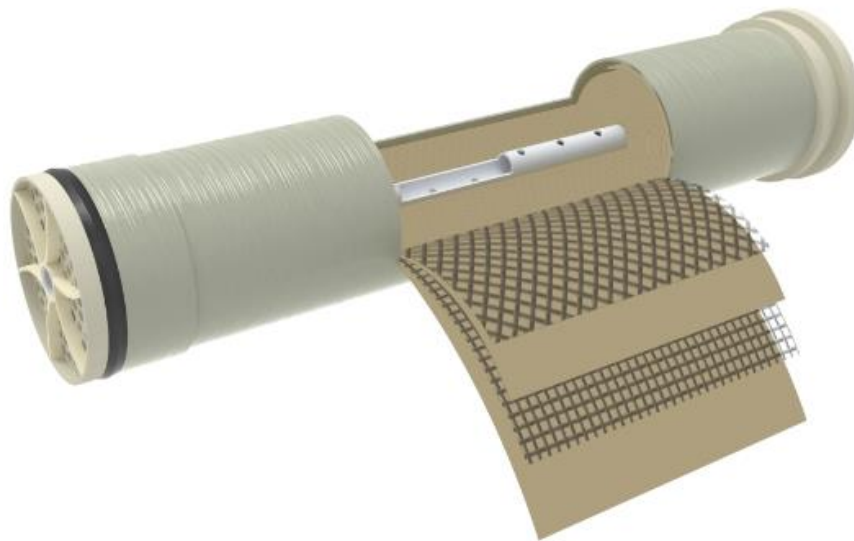
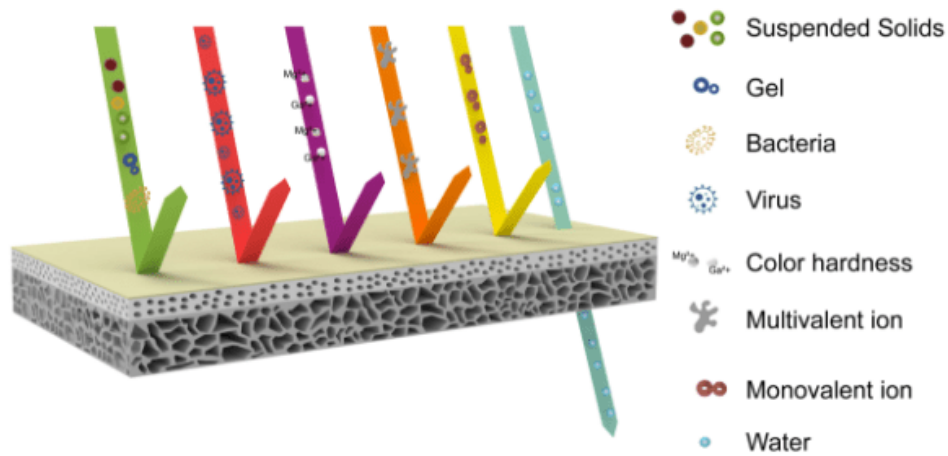
Las membranas de ósmosis permiten el paso únicamente de moléculas de agua, mientras que las moléculas más grandes que el agua, como los minerales, las sales y las bacterias, no pueden hacerlo. La ósmosis es un fenómeno natural que no requiere energía. Se ha descubierto que el agua puede fluir desde concentraciones altas a bajas aplicando una presión mayor que la presión osmótica natural para empujarla a través de la membrana de ósmosis, un fenómeno conocido como ósmosis inversa.

Por ejemplo, el agua salada y el agua pura se encuentran a ambos lados de un recipiente separados por una membrana de ósmosis. Si se trata de un fenómeno de ósmosis natural, el agua pura fluiría hacia el agua salada hasta que la concentración sea igual en ambos lados. Sin embargo, cuando se aplica una cierta presión al lado de la salmuera, las moléculas de agua en la salmuera fluirán hacia el lado del agua pura para lograr la ósmosis inversa. A través de este fenómeno, se generó la idea de la desalinización de agua de mar y se aplicó en el campo de la desalinización de agua de mar para desalinizar y purificar el agua de mar para extraer agua dulce. Después de mucha investigación y desarrollo tecnológico, esta tecnología ahora se utiliza en calderas industriales, sistemas de agua potable, desalinización de agua de mar, producción farmacéutica, producción de cosméticos, procesamiento de alimentos y bebidas y muchas otras aplicaciones.



¿Qué es la membrana de ósmosis inversa?

La membrana de ósmosis inversa también es una membrana semipermeable que permite el paso de moléculas de agua, no de impurezas como materia orgánica, materia inorgánica, microorganismos, coloides y bacterias. Esta membrana funciona mediante el uso de presión para separar el agua de una solución altamente concentrada que contiene solutos y filtrar impurezas como iones, microorganismos y materia orgánica del agua cruda, lo que da como resultado agua de alta pureza.



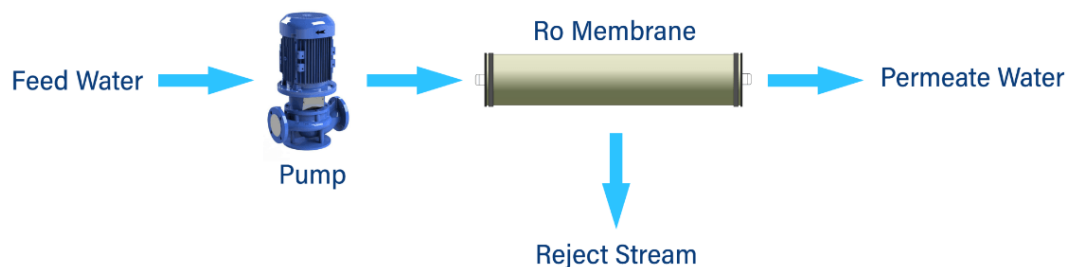
Impurezas comunes en la ósmosis inversa y métodos de eliminación

- Partículas en suspensión: sedimentos, coloides, etc., que pueden causar fácilmente obstrucciones en la superficie de la membrana de ósmosis inversa.
Solución: tanque de sedimentación, floculante, filtro multicapa, filtro de carbón activado
- Microorganismos: bacterias, virus, algas, etc.
Solución: bactericidas, desinfección UV

- Materia orgánica disuelta: fertilizantes, pesticidas, proteínas, aminoácidos
Solución: agente reductor, filtro de carbón activado
- Sustancias inorgánicas disueltas: iones de calcio, iones de magnesio y otros iones metálicos, carbonatos, sulfatos, cloruros, iones de metales pesados, etc.
Solución: filtro de carbón activado, resina de intercambio iónico, agente reductor, antiincrustante, ósmosis inversa.
- Desinfectante residual: cloro, ozono, etc.
Solución: filtro de carbón activado, agente reductor.

¿Cómo funcionan los sistemas de ósmosis inversa?

Se utiliza una bomba de alta presión para aumentar la presión en la entrada de la membrana de ósmosis inversa, lo que obliga a la sustancia acuosa a pasar a través de la membrana y retiene casi todas (entre el 95 % y el 99 %) las impurezas, lo que da como resultado agua pura. La cantidad de presión necesaria depende del contenido de impurezas del agua de alimentación y del tipo de membrana seleccionada, y el permeado limpio de la desalinización se denomina agua pura, mientras que el agua producida concentrada que lleva contaminantes e impurezas se convierte en agua concentrada.



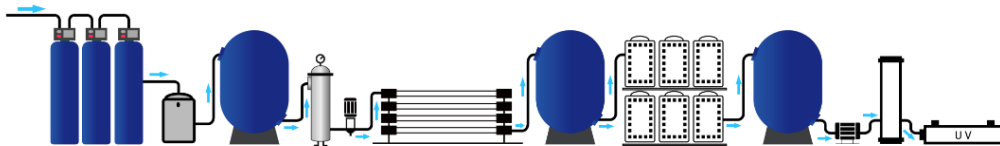
El sistema de ósmosis inversa incluye un sistema de prefiltros de agua cruda, un sistema de purificación de membrana y un sistema de postratamiento, que se pueden dividir en los siguientes componentes:

- **Sistema de prefiltros**
 - Bombas de agua cruda
 - Filtro multimedia / Filtro de arena de cuarzo
 - Filtro de carbón activado
 - Ablandador de agua
 - Filtro multimedia
 - Tanque dosificador
- **Sistema de purificación por membrana**
 - Filtro de precisión
 - Bombas de alta presión

- Conjuntos de membranas de ósmosis inversa
- Carcasas de membrana
- Panel de control
- **Sistema de postratamiento**
 - EDI
 - Equipo de lecho mixto
 - Esterilización UV



Componentes básicos de un equipo de ósmosis inversa



Sistema completo de ósmosis inversa

Función del pretratamiento

Debido a la amplia variedad de agua cruda, composición compleja, calidad del agua cruda, tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa y otros parámetros importantes del proceso, la selección del sistema de prefiltros adecuado puede reducir el ensuciamiento de la membrana de ósmosis inversa y el fenómeno de incrustaciones, para evitar que la tasa de desalinización de la membrana de ósmosis inversa y la tasa de producción de agua sean demasiado bajas.

A continuación, se presenta una breve descripción del papel de las etapas

de pretratamiento:

- **Tanque de sedimentación:** elimina las partículas suspendidas del agua cruda mediante sedimentación natural o agregando floculante o coagulante para ayudar a la sedimentación.
- **Filtro multimedia y filtro de arena de cuarzo:** para eliminar algunas impurezas, coloides e iones metálicos.
- **Filtro de carbón activado:** adsorción de impurezas en partículas. El carbón activado también puede actuar como agente reductor para restituir algunas sustancias oxidantes, como el cloro residual.
- **Tanque descalcificador:** eliminación de impurezas iónicas.
- **Agentes químicos:** antiincrustantes para eliminar iones de calcio y magnesio, bactericidas para eliminar bacterias y virus, oxidantes para desinfectar y descomponer la materia orgánica y agentes reductores para restaurar las sustancias oxidantes en el agua.

¿Es necesario el análisis de la calidad del agua?

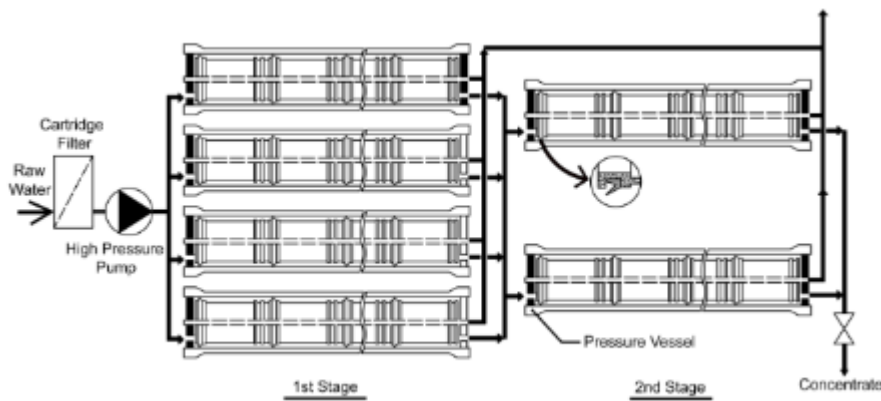
El análisis de la calidad del agua es un paso esencial antes de cualquier proyecto de tratamiento de agua. Incluye dureza, alcalinidad, TDS, concentración de iones y otros datos. Los ingenieros de diseño utilizarán el informe de análisis de la calidad del agua proporcionado para desarrollar planes de tratamiento de agua, tanto para establecer un programa de pretratamiento razonable para garantizar la eliminación de impurezas para reducir el ensuciamiento del fenómeno de ensuciamiento de la membrana de ósmosis inversa; para desarrollar la mejor disposición de membranas para lograr la máxima tasa de recuperación y tasa de desalinización del sistema de ósmosis inversa; y para identificar contaminantes potenciales. También puede identificar contaminantes potenciales para su prevención y eliminación oportunas. Por ejemplo, el índice de estabilidad de Langelier es una medida de si el agua tiene tendencia a formar incrustaciones, que debe calcularse en función de los datos del informe de análisis de la calidad del agua para lograr el propósito de prevención de incrustaciones.

Por lo tanto, un análisis detallado de la calidad del agua antes de ingresar al sistema de ósmosis inversa es absolutamente necesario para la eficacia y seguridad de todo el funcionamiento del sistema.

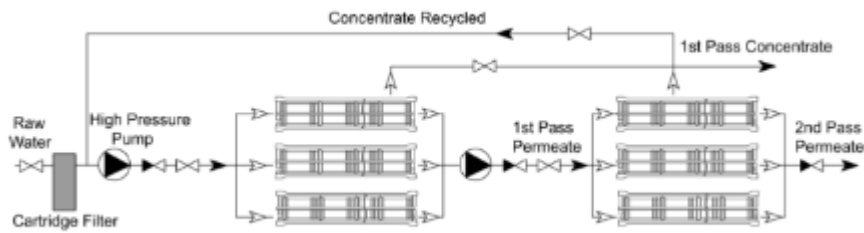
Parameter Analyzed	Well 1	Well 2	Units
Calcium (Ca)	204	172	ppm
Magnesium (Mg)	62	67	ppm
Sodium (Na)	259	206	ppm
Potassium (K)	9	10	ppm
Boron (B)	1.04	1.06	ppm
Carbonate (CO ₃)	0	0	ppm
Bicarbonate (HCO ₃)	195	225	ppm
Sulfate (SO ₄)	714	615	ppm
Chloride (Cl ⁻)	177	180	ppm
Nitrate-N (NO ₃ -N)	17.58	9.79	ppm
Phosphorus (P)	0.67	0.45	ppm
pH	7.40	7.2	
Conductivity	2140	1867	μmhos/cm
Hardness	56	41	Grains CaCO ₃ /gal
Hardness	765	705	ppm CaCO ₃
Alkalinity	160	184	ppm CaCO ₃
Total Dissolved Salts (TDS)	1639	1486	ppm
SAR	4.1	3.4	

Diferencia entre 'paso' y 'etapa' de ósmosis inversa

'Pase' y 'etapa' son dos conceptos que a menudo se confunden en los sistemas de ósmosis inversa, aquí hay una breve distinción.



En un sistema de dos etapas, el agua concentrada de la primera etapa se convierte en agua de alimentación para la segunda etapa, con el objetivo de aumentar la tasa de recuperación del sistema.



En un sistema de proceso de dos pasos, el agua producida en el proceso del primer paso se convertirá en agua de alimentación del proceso del segundo paso con el objetivo de mejorar la calidad del agua del sistema producido (aumentando la tasa de desalinización).

Tasa de desalinización y tasa de recuperación

La tasa de desalinización se refiere a la capacidad de la membrana de ósmosis inversa para eliminar las sales y detener otros sólidos disueltos. La membrana de ósmosis inversa separa las moléculas de agua de las sales disueltas y otros contaminantes, y cuanto mayor sea la tasa de desalinización, mejor será el rendimiento de la membrana de ósmosis inversa, que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Salt Rejection \%} = \frac{\text{Conductivity of Feed Water} - \text{Conductivity of Permeate Water}}{\text{Conductivity of Feed}}$$

La tasa de recuperación indica la relación entre el caudal de permeado en el sistema y el caudal de agua de alimentación. La tasa de recuperación se ve afectada por muchos factores y está relacionada con la calidad del agua entrante, el tipo de elemento de membrana, el método de conexión, etc. Cuanto mayor sea la tasa de recuperación, mayor será la cantidad de agua producida y menores serán las emisiones concentradas, y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Recovery \%} = \frac{\text{Permeate Flow Rate}}{\text{Feed Flow Rate}} \times 100$$

Ventajas del proceso de ósmosis inversa

Como proceso de tratamiento de agua maduro, el proceso de ósmosis inversa tiene muchos beneficios:

- **Filtración de la mayoría de contaminantes:** La ósmosis inversa se considera uno de los métodos más completos y efectivos para eliminar los contaminantes del agua, filtrando la gran mayoría de sólidos disueltos como bacterias, virus, iones de metales pesados,

sales insolubles, etc.

- **Respetuoso con el medio ambiente y energéticamente eficiente:** en comparación con otros métodos de tratamiento como la destilación térmica, la tecnología de ósmosis inversa es relativamente respetuosa con el medio ambiente y no depende del calor.
- **Sin generación de sarro en el agua:** Ya sea agua industrial o comercial, los accidentes graves pueden ser causados por el bloqueo de sarro en el agua, la tecnología de ósmosis inversa puede prevenir eficazmente la generación de sarro en el agua.

Debilidades y desafíos del sistema de ósmosis inversa

Aunque la ósmosis inversa es una de las tecnologías de filtración más efectivas del mercado hoy en día, todavía existen algunas debilidades que no se pueden evitar y siguen siendo un desafío para nosotros:

- **Bajo aprovechamiento:** La cantidad de aguas residuales concentradas producidas por filtración todavía no es un desperdicio pequeño con el proceso actual.
- **Altos costos de mantenimiento:** Las membranas de ósmosis inversa son propensas a obstruirse y formar incrustaciones y requieren un mantenimiento regular, que es costoso.
- **Alto costo de instalación:** para retrasar la vida útil de la membrana de RO, se agrega un sistema de pretratamiento a la ósmosis inversa según sea necesario para reducir el riesgo de obstrucción e incrustaciones en la membrana de RO.
- **Eliminación de minerales beneficiosos:** la ósmosis inversa no distingue qué minerales son beneficiosos para el cuerpo humano y eliminarlos todos no es necesariamente bueno.