

Ósmosis Inversa Casera Improvisada: Principios, Construcción y Limitaciones

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Agua

Etiquetas: Sin etiquetas

Ósmosis Inversa Casera Improvisada: Principios, Construcción y Limitaciones

La ósmosis inversa (OI) es el proceso de purificación de agua más completo que existe: elimina el 95-99% de sólidos disueltos, sales, metales pesados, bacterias, virus e incluso la mayoría de compuestos orgánicos. Los sistemas comerciales utilizan membranas semipermeables de poliamida que permiten el paso de moléculas de agua pero rechazan contaminantes mayores de 0,0001 micrones. Sin embargo, estos sistemas requieren presión (3-15 bar según la salinidad) que normalmente proporciona la red hidráulica o una bomba eléctrica. Este artículo explora cómo improvisar un sistema de ósmosis inversa funcional en situaciones de emergencia utilizando componentes recuperados y presión manual o por gravedad, así como sus limitaciones reales frente a un sistema industrial.

Principio físico y requisitos de presión

La ósmosis es un fenómeno natural: el agua tiende a fluir desde una solución menos concentrada hacia una más concentrada a través de una membrana semipermeable, buscando equilibrar las concentraciones. La ósmosis inversa fuerza el proceso contrario aplicando presión superior a la presión osmótica del agua.

Tipo de agua

Sólidos disueltos (ppm)

Presión osmótica (bar)

Presión mínima OI (bar)

Agua dulce (río, lago)

100-500 ppm

0,1-0,4 bar

2-4 bar

Agua salobre (pozo profundo)

1.000-5.000 ppm

0,7-3,5 bar

5-10 bar

Agua de mar

35.000 ppm

25 bar

40-70 bar

Limitación fundamental: Desalinizar agua de mar por ósmosis inversa manual es prácticamente imposible sin equipamiento industrial. La presión necesaria (40-70 bar) equivale a 400-700 metros de columna de agua. Los sistemas improvisados descritos aquí solo son viables para agua dulce contaminada o agua ligeramente salobre (hasta 2.000-3.000 ppm de sólidos disueltos).

Componentes recuperables para un sistema improvisado

Un sistema de OI doméstico consta de prefiltro, membrana, carcasa de presión y algún mecanismo para generar presión. Muchos componentes se pueden recuperar de equipos descartados.

Membrana de OI: El componente más crítico y el único que no se puede fabricar artesanalmente. Se puede recuperar de equipos domésticos bajo fregadero (muy comunes en España y Latinoamérica, especialmente en zonas de agua dura). Las membranas más habituales son de 50-100 GPD (galones por día). Una membrana usada puede seguir funcionando al 60-80% de su capacidad original durante años si se ha mantenido húmeda. **NUNCA** usar una membrana que se haya secado completamente: la deshidratación destruye irreversiblemente la estructura de poliamida.

Carcasa de la membrana: El tubo cilíndrico donde se aloja la membrana. Si no se tiene el original, se puede fabricar con tubo de PVC presión de 50-63 mm de diámetro con tapones roscados y juntas tóricas. Debe soportar la presión de trabajo sin fugas.

Prefiltro de sedimentos: Un cartucho de polipropileno de 5 micrones (recuperable de cualquier equipo de filtración) protege la membrana de partículas que la obstruirían rápidamente. Sin prefiltro, la membrana puede quedar inutilizada en horas.

Prefiltro de carbón activado: Esencial si el agua contiene cloro, que destruye las membranas de poliamida en pocas horas. Un cartucho de carbón activado o incluso un filtro casero con carbón vegetal machacado eliminan el cloro residual.

Generación de presión sin electricidad

El desafío principal de un sistema improvisado es generar la presión necesaria (3-10 bar) de forma sostenida sin bomba eléctrica.

Bomba manual de palanca: Una bomba de palanca (tipo bomba de achique de embarcación) puede generar 3-6 bar con esfuerzo moderado. Conectar la salida de presión al prefiltro y de ahí a la carcasa de la membrana. Se necesita bombear continuamente: un sistema de 50 GPD produce aproximadamente 8 litros por hora a presión constante de 4 bar, lo que requiere 15-20 minutos de bombeo por litro producido.

Columna de gravedad: Cada 10 metros de columna de agua generan aproximadamente 1 bar de presión. Para conseguir 3 bar se necesitan 30 metros de desnivel, lo que solo es viable en zonas montañosas. Se puede instalar un depósito elevado en una colina o torre y conectar la tubería al sistema de OI en la base.

Bomba de bicicleta modificada: Una bomba de bicicleta de pie puede generar momentáneamente 6-8 bar, pero no de forma sostenida. Se necesita un acumulador de presión (un recipiente sellado con cámara de

aire) que mantenga la presión entre bombeos. Un extintor de incendios vacío y presurizado funciona como acumulador improvisado.

Ariete hidráulico: Si se dispone de un arroyo con caudal y desnivel, un ariete hidráulico puede bombear agua a presiones de 3-10 bar sin electricidad ni combustible. El ariete aprovecha el golpe de ariete del agua en movimiento para impulsar una fracción del caudal a alta presión. Requiere un desnivel de entrada de al menos 1-2 metros y un caudal mínimo de 5-10 litros por minuto.

Montaje del sistema y puesta en marcha

El orden de los componentes es crítico. Un montaje incorrecto puede destruir la membrana o producir agua que parece limpia pero no lo es.

Secuencia de conexión: Fuente de presión → Prefiltro de sedimentos (5 µm) → Prefiltro de carbón activado → Carcasa con membrana de OI. La membrana tiene tres conexiones: entrada (agua a presión), permeado (agua purificada, sale sin presión) y concentrado/rechazo (agua con contaminantes concentrados, sale a presión). El rechazo siempre debe tener salida libre; si se bloquea, la presión puede reventar la carcasa.

Ratio de recuperación: Un sistema de OI doméstico típico tiene un ratio de recuperación del 20-25%: de cada 4 litros que entran, solo 1 sale como agua purificada y 3 salen como rechazo concentrado. Este ratio no se puede mejorar significativamente sin riesgo de dañar la membrana por concentración excesiva de sales.

Puesta en marcha: Antes del primer uso, hacer circular agua durante 15-20 minutos descartando todo el permeado. Esto elimina conservantes de la membrana (generalmente metabisulfito sódico) y residuos del montaje. El permeado inicial tendrá un sabor desagradable que desaparece tras el lavado.

Verificación de funcionamiento: Sin un medidor de TDS (sólidos disueltos totales), no hay forma fiable de verificar que la membrana está funcionando correctamente. Un medidor de TDS básico cuesta menos de 10 euros y es un instrumento esencial. Si el permeado tiene menos de 50 ppm y el agua de entrada más de 200 ppm, el sistema funciona. Si los valores son similares, la membrana está dañada o las juntas tienen fugas.

Mantenimiento y conservación de la membrana

La membrana de OI es el componente más costoso y difícil de reemplazar. Su cuidado determina la vida útil del sistema.

Hidratación permanente: La membrana NUNCA debe secarse. Si el sistema no se va a usar durante más de 48 horas, llenar la carcasa con agua limpia y sellarla. Para almacenamiento prolongado (semanas/meses), sumergir la membrana en una solución de metabisulfito sódico al 1% (conservante alimentario disponible en tiendas de enología).

Lavado periódico: Cada 1-2 semanas de uso, hacer circular agua limpia sin presión durante 10 minutos para arrastrar depósitos de la superficie de la membrana. Si el caudal de permeado disminuye más de un 15%,

lavar con solución de ácido cítrico al 2% (zumo de limón diluido sirve como alternativa) durante 30 minutos y enjuagar.

Cambio de prefiltros: Los prefiltros de sedimentos y carbón activado deben cambiarse cuando se note disminución de caudal o cada 3-6 meses de uso regular. Un prefiltro saturado deja pasar partículas que obstruyen y dañan la membrana de forma irreversible.

Vida útil esperada: Con buen mantenimiento, una membrana de OI doméstica puede durar 3-5 años o filtrar 10.000-20.000 litros de permeado. La señal de reemplazo es cuando el TDS del permeado supera el 10% del TDS del agua de entrada de forma consistente.

Alternativas más prácticas en emergencia

Es importante ser realista: un sistema de OI improvisado es complejo, requiere componentes específicos y produce poco caudal. En la mayoría de escenarios de emergencia, existen alternativas más prácticas.

Agua dulce contaminada biológicamente: Hervir (1 minuto a nivel del mar, 3 minutos por encima de 2.000 m) es más simple, fiable y rápido. Combinado con un filtro de cerámica para partículas, cubre el 99% de los escenarios.

Agua con contaminantes químicos: Un filtro de carbón activado (comercial o de carbón vegetal casero) elimina la mayoría de compuestos orgánicos, pesticidas y cloro. Es más sencillo que la OI y no requiere presión.

Agua salobre ligera: La destilación solar (un alambique solar con lámina de plástico) puede desalinizar agua sin ningún componente mecánico, aunque con muy bajo rendimiento (0,5-2 litros/m²/día).

Cuándo sí merece la pena: La OI improvisada tiene sentido cuando se dispone de una membrana recuperada, el agua tiene contaminantes que no se eliminan por otros métodos (metales pesados, nitratos, fluoruro) y se va a usar el sistema de forma prolongada (semanas o meses). Para uso puntual, hervir + filtrar es casi siempre la mejor opción.

 **Advertencia:** Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.