

Desalinización Solar por Destilación: Diseño y Construcción de un Destilador de Bandeja

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Higiene y Prevención

Etiquetas: Sin etiquetas

Desalinización Solar por Destilación: Diseño y Construcción de un Destilador de Bandeja

La desalinización solar por destilación es la tecnología más accesible para obtener agua dulce a partir de agua salada o salobre en emergencias costeras o islas sin suministro. El principio es simple: la radiación solar evapora el agua dentro de una cámara cerrada y el vapor se condensa en una superficie inclinada, separándose de sales, metales pesados y patógenos. Un destilador de bandeja básico puede producir entre 3 y 6 litros/m²/día dependiendo de la irradiancia solar (dato de la OMS, documento WHO/SDE/WSH/05.08). Aunque el rendimiento es modesto frente a sistemas de ósmosis inversa, no requiere electricidad, membranas ni repuestos, lo que lo convierte en una solución resiliente para comunidades costeras aisladas o situaciones de colapso de infraestructura.

Principio físico y rendimiento teórico

La destilación solar aprovecha el ciclo natural del agua. La energía solar atraviesa una cubierta transparente, calienta una lámina de agua oscura (la bandeja) y provoca evaporación. El vapor asciende, contacta la cubierta más fría (por convección y radiación hacia el exterior), se condensa y gotea hacia una canaleta colectora por gravedad.

La eficiencia termodinámica del proceso depende de la diferencia de temperatura entre la bandeja y la cubierta. El calor latente de vaporización del agua es 2.260 kJ/kg (540 kcal/kg), lo que significa que se necesitan aproximadamente 2,3 MJ para evaporar un litro. En un día soleado con irradiancia global de 5-7 kWh/m² (18-25 MJ/m²), la eficiencia típica de un destilador de bandeja simple oscila entre el 30-45%, lo que arroja una producción teórica de 3-6 L/m²/día.

Parámetro

Valor típico

Efecto sobre producción

Irradiancia solar diaria

4-7 kWh/m²

Relación directa: más sol = más destilado

Profundidad de agua en bandeja

1-3 cm

Menor profundidad = calentamiento más rápido

Inclinación de cubierta

10-30°

Óptimo ~15° para latitudes tropicales

Temperatura ambiente

25-40 °C

Mayor temperatura = mayor evaporación

Velocidad del viento

0-15 km/h

Viento moderado enfría la cubierta y mejora condensación

Salinidad del agua fuente

1.000-35.000 ppm TDS

Mayor salinidad reduce ligeramente la tasa de evaporación

El destilado producido tiene típicamente menos de 10 ppm de sólidos disueltos totales (TDS), muy por debajo del límite de 500 ppm recomendado por la OMS para agua potable. La destilación elimina eficazmente bacterias, virus, protozoos, sales disueltas y la mayoría de metales pesados.

Diseño de destilador de bandeja simple

El destilador de bandeja (también llamado destilador de tipo cuenca o basin still) es el diseño más documentado y reproducible. Sus componentes principales son: una bandeja negra poco profunda, una cubierta transparente inclinada, una canaleta colectora y un marco estructural con aislamiento.

Bandeja absorbente: Base rectangular de 1 m² mínimo, profundidad 5-8 cm, pintada de negro mate (pintura no tóxica apta para contacto con agua o lámina de caucho EPDM negro). La superficie negra absorbe >95% de la radiación solar. Materiales: chapa galvanizada, fibra de vidrio, hormigón impermeabilizado o madera marina con lámina EPDM.

Cubierta de condensación: Vidrio templado de 3-4 mm (transmitancia solar ~90%) o policarbonato transparente. Inclinación de 10-20° hacia la canaleta colectora. El vidrio es preferible al plástico porque mantiene la hidrofilia (el agua condensa en película, no en gotas, mejorando el drenaje). Dimensión: ligeramente mayor que la bandeja para crear sello con el marco.

Canaleta colectora: Canal de aluminio, PVC o acero inoxidable fijado en el borde inferior de la cubierta inclinada. Pendiente mínima del 2% para drenaje por gravedad hacia un recipiente de almacenamiento. Sección mínima de 2×2 cm.

Aislamiento térmico: La base y los laterales del destilador deben aislarse para minimizar pérdidas térmicas. Poliestireno expandido (EPS) de 3-5 cm o fibra de vidrio. En versiones económicas, arena seca o paja compactada proporcionan aislamiento aceptable.

Sellado hermético: El vapor debe permanecer confinado. Sellar la unión cubierta-marco con silicona de grado alimentario o masilla de calafateo. Las fugas de vapor reducen el rendimiento drásticamente.

Dimensionamiento práctico: Para una familia de 4 personas que necesita 8 litros/día de agua potable (mínimo OMS: 2 L/persona/día para bebida), se requieren aproximadamente 2-3 m² de superficie de destilador en zonas con buena irradiancia (>5 kWh/m²/día). En zonas con menos sol o en invierno, considerar 4-5 m².

Construcción paso a paso

Este procedimiento describe la construcción de un destilador de 1 m² con materiales accesibles. El coste aproximado es de 30-80 € dependiendo de los materiales disponibles.

Paso 1: Construir el marco base: Cortar 4 tablas de madera tratada (o perfiles metálicos) formando un rectángulo de 100×100 cm, con un lateral de 15 cm de alto y el opuesto de 25 cm para crear la inclinación de ~10°. Fijar con tornillos inoxidables o galvanizados.

Paso 2: Instalar la bandeja: Colocar una lámina EPDM negra o pintar el interior con pintura negra no tóxica (pintura para depósitos de agua). Asegurar que el fondo sea estanco. Alternativamente, usar una bandeja de acero inoxidable prefabricada.

Paso 3: Aislar base y laterales: Forrar el exterior del marco con poliestireno de 3 cm pegado con adhesivo de contacto. Cubrir el poliestireno con plástico o madera contrachapada para protegerlo de la intemperie.

Paso 4: Instalar la canaleta: Fijar un perfil en U de aluminio o PVC en el borde interior del lateral más bajo. Debe sobresalir ligeramente para recoger el condensado que baja por la cubierta. Perforar un extremo y conectar un tubo de silicona que drene a un recipiente limpio.

Paso 5: Colocar la cubierta de vidrio: Apoyar el vidrio templado sobre el marco, asegurando que la inclinación dirija el condensado hacia la canaleta. Sellar todo el perímetro con silicona alimentaria. Dejar un orificio de 10 mm en la parte alta para ventilación controlada y rellenado.

Paso 6: Alimentar con agua: Verter agua salada o salobre hasta una profundidad de 2 cm en la bandeja. Menor profundidad calienta más rápido. Rellenar 1-2 veces al día según la producción. Nunca dejar la bandeja seca bajo sol directo (daña el revestimiento).

Mantenimiento y resolución de problemas

El mantenimiento regular es esencial para mantener la producción. La principal causa de degradación del rendimiento es la acumulación de depósitos salinos en la bandeja y la pérdida de transparencia de la cubierta.

Problema

Causa

Solución

Producción baja (

Fugas de vapor, cubierta sucia, poca irradiancia
Revisar sellado, limpiar cubierta con vinagre, verificar orientación sur

Gotas en vez de película en cubierta
Cubierta de plástico hidrófoba
Limpiar con detergente diluido o cambiar a vidrio

Depósito blanco en bandeja
Cristalización de sales
Drenar y raspar cada 1-2 semanas; disolver con vinagre

Cubierta de vidrio opaca
Depósitos minerales exteriores
Limpiar con solución de ácido cítrico al 5%

Agua destilada con sabor metálico
Corrosión de bandeja metálica
Reemplazar bandeja o aplicar revestimiento EPDM

Remineralización del destilado: El agua destilada es ultrapura pero carece de minerales esenciales (calcio, magnesio). Para consumo prolongado, la OMS recomienda remineralizar añadiendo una pizca de sal marina no refinada (0,5 g/L) o filtrando el destilado a través de una capa de piedra caliza triturada. El consumo prolongado de agua desmineralizada puede causar desequilibrios electrolíticos.

⚠ 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.