



Su Salud y Cisternas— Guía Completa de las USVI-Islas Vírgenes de los Estados Unidos

En los Estados Unidos, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés), así como el Departamento de Salud de las Islas Vírgenes (VIDOH, por sus siglas en inglés) son los responsables de proporcionar orientación sobre el uso de cisternas para proteger la salud pública. Este folleto consolida información útil para la población de las Islas de Vírgenes de los Estados Unidos (USVI, por sus siglas en inglés) que depende de la captación de lluvia.

2024 de Enero

El Agua de la Cisterna y Su Salud

El agua de lluvia se recolecta para su uso en el USVI debido a los limitados recursos de agua dulce. Para este folleto, el uso de lluvia se define como la recolección, tratamiento y almacenamiento de lluvia para uso doméstico del hogar.

Se estima que el 90% de los hogares en las USVI tienen cisternas activas que dependen de la recolección de lluvia a través de un sistema de captación de lluvia para su suministro de agua potable.¹ Una captación de lluvia se refiere a un área (por ejemplo, techo) en donde el agua se recolecta y se dirige a una cisterna (aljibe o tanque de almacenamiento) a través de las drenajes y desagües (Figura 1).

La mayoría de las cisternas dependen de la colección de lluvia, pero una porción del agua es entregada a los hogares en camiones y almacenada en cisternas. A pesar de todo, si una cisterna recibe agua de un sistema de captación de lluvia o de un servicio de entrega por camión cisterna, el agua almacenada en cisternas puede acumular residuos y contaminantes.

Las fuentes comunes de contaminación de cisternas incluyen hojas en descomposición, excrementos y caspa de animales que pueden contener parásitos y otros microorganismos dañinos.

Otras fuentes de contaminación menos comunes incluyen eventos naturales y artificiales, como derrames químicos (como el incidente de niebla de aceite desde Limetree Bay Terminal) y fenómenos atmosféricos conocidos (como el polvo de Sahara).³

Mientras los sedimentos se pueden observar, es posible que no se puedan observar otros contaminantes como metales, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, bacterias, virus y parásitos. Es posible que estas toxinas no le afecten de inmediato, pero, si no se tratan, pueden causar graves problemas de salud.⁴

Según el estudio de agua de cisterna de VIDOH realizado en 2019, “80% de las muestras de agua recolectadas directamente de la cisterna y 58% del agua de cisterna recolectada del grifo de la cocina indicaron la presencia de contaminación de *Escherichia coli* (E. coli); y otros estudios de VIDOH encontraron que el 18% de los hogares beben directamente el agua de la cisterna”.¹

Incluso cuando el agua de la cisterna no se utilice para consumo, el público utiliza y entra en contacto con el agua de cisterna de muchas maneras, como bañarse, cepillarse los dientes, limpiar heridas, cocinar, y lavar frutos. Estas actividades pueden exponerlo a químicos o microbios potencialmente dañinos. (Figura 1).

Para minimizar su exposición a posible contaminantes, mantenga **limpio** el sistema de su cisterna, **proteja** su agua de contaminantes y **mantenga** la calidad del agua.

Limpiar. Limpia su sistema con frecuencia y a fondo para que este preparado para recibir agua buena limpia. El cuidado constante es clave para una larga vida útil del sistema.⁵

Proteja su sistema. Desvíe la lluvia de entrar a la cisterna durante un evento atmosférico severo para minimizar los residuos que ingresan con las aguas de escorrentías.⁵

Mantener. Mantenga un suministro de emergencia de agua limpia y segura. Además del agua de la cisterna, este suministro de emergencia debe almacenarse por separado. Almacene aproximadamente 1 galón de agua por persona por día para beber y aseo. Idealmente, guarde un suministro para 2 semanas.⁶ Como mínimo, almacene el equivalente de al menos 3 días de agua.^{6,7} Prepárate – consulte la página de web de la Agencia Territorial de las Islas Vírgenes para el Manejo de Emergencias (VITEMA, por sus siglas en inglés) para obtener alertas meteorológicas <https://vitema.vi.gov/>.

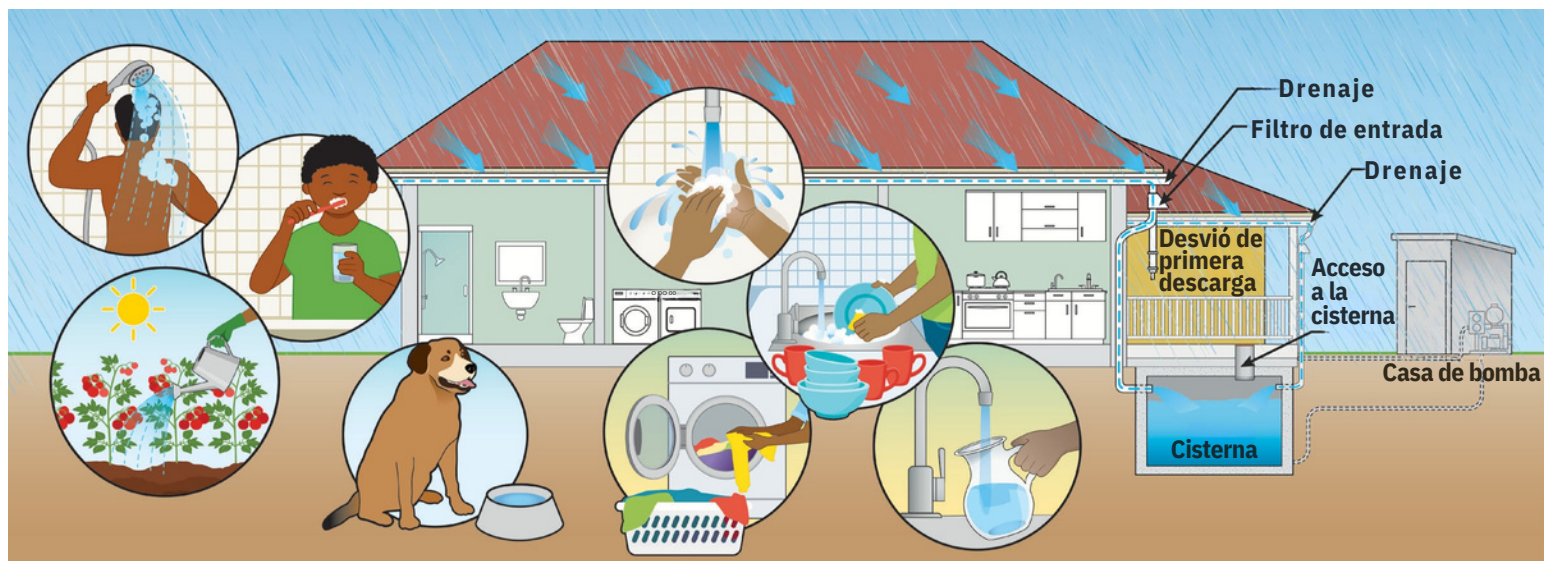


Figura 1. El público consume y entra en contacto con el agua de la cisterna de muchas maneras, así que es crítico prevenir la contaminación de la cisterna. La desinfección y el tratamiento adecuados del agua almacenada es vital para proteger la calidad del agua y la salud pública.

Tipos de cisternas y tratamiento de agua

Los diseños de la captación de lluvia varían según las necesidades diarias de agua y la lluvia disponible, así como las limitaciones del área de recolección.⁸ La selección del volumen de la cisterna y los métodos de tratamiento dependen del tamaño del núcleo familiar, el costo y el mantenimiento. La cisterna debe ser de un tamaño adecuado para proporcionar agua potable a un hogar durante 3 meses.⁸

Selección y medida del volumen de su cisterna

Necesidades anuales de agua (galones)					
20,000	40,000	80,000	120,000	160,000	200,000
↓	↓	↓	↓	↓	↓
5,000	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000
Tamaño recomendado de la cisterna (galones)					

Al instalar una cisterna nueva, el tamaño adecuado y la eficiencia de la captación deben incluir la consideración del tipo de techo y los materiales de construcción (por ejemplo, madera, lámina de metal, solar). El USVI Código tit.29, § 308 (2019) especifica además que las cisternas deben estar ubicadas en un punto no inundable, y que “se proporcionará un desbordamiento de área de sección transversal al menos igual a las áreas de sección transversal combinada de todas las entradas en cada cisterna”.

Si su casa ya tiene una cisterna, determine el tamaño y/o volumen del tanque. Si no saben cuándo se drenó, limpió y desinfectó su cisterna por última vez, debe completarse primero y establecer una práctica de rutina para operaciones y mantenimiento futuro.

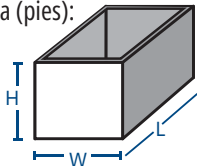
En las USVI, un sistema típico de captación de lluvia consiste en un tanque de almacenamiento subterráneo (es decir, cisterna) con características de diseño y con al menos un tipo de sistema de tratamiento para eliminar los contaminantes del suministro de agua.

Los contaminantes entrarán en el agua. Seleccionar y agregar características de diseño al sistema de cisterna puede ayudar a eliminar estos contaminantes previo al tratamiento y garantiza un agua de cisterna de buena calidad. Las características de diseño, como los desviadores, los filtros de escorrentías del techo, los protectores de drenajes y los disyuntores de fuerza de agua, pueden ayudar a prevenir que los contaminantes entren en la cisterna. **Los primeros 10 minutos de un evento de lluvia producen y mueven la mayor cantidad de sedimentos. El uso de desvío de la “primera descarga”, también conocidos como lavadores de techo, se recomiendan durante cada evento de lluvias intensas, para desviar el agua contaminada del techo hacia afuera de la cisterna (Figura 1).** Otra característica importante a incluir es el desbordamiento de diseño, que ayuda a prevenir las inundaciones al descargar el exceso de agua directa o indirectamente al alcantarillado pluvial. Cada una de estas características de diseño ayudan a controlar el flujo del agua y ofrece la capacidad de seleccionar y dirigir el agua durante eventos de lluvia.

A continuación, la selección y el uso del tratamiento del agua es necesario para reducir o eliminar los contaminantes, la decoloración y el olor. El tratamiento de dosificación generalmente se basa en el volumen. **Mida el volumen de agua en la cisterna** calibrando una cinta métrica o una vara.

Estos se pueden comprar o hacer con precios que van desde \$8 por una cinta de medición autoadherente hasta \$170 por una vara de medición telescópica. Se puede hacer una vara usando una cinta métrica y marcando los intervalos en pulgadas. Para calibrar un método de medición:

1. Calcule el volumen (capacidad) de la cisterna por forma, mida los lados y la altura (pies):



Formas cuadradas o rectangulares:
Volumen (galones) = Largo (pies) x Ancho (pies) x Alto (pies) x 7.5 (gal/pie³)



Formas cilíndricas o redondas:
Volumen (galones) = 0.785 x (diámetro)² x profundidad (pies) x 7.5 (gal/pie³)

2. Divida el volumen por la profundidad total (pulgadas). Este cálculo es el número de galones/pulgada.

3. Marque la cinta o vara a intervalos de 1 pulgada comenzando en un extremo hasta la profundidad total del tanque (#pulgada x gal/pulgada). Escribe el volumen correspondiente a lo largo de los intervalos.

Por ejemplo, una cisterna de 5000 galones que mide 100 pulgadas de alto contendrá 50 galones por pulgada.



La clorinación manual con cloro diluido es la forma más sencilla de tratamiento. ¡Asegúrese siempre de que exista una ventilación adecuada para la seguridad durante el uso del cloro! Use solo blanqueador líquido de cloro doméstico sin olor para desinfectar el agua potable. El cloro se utiliza eficazmente para matar bacterias y virus. La dosificación y el realizar análisis adecuados son fundamentales para garantizar la seguridad de su agua. El cloro comprado puede contener diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio. La Tabla 1 provee ejemplos de mediciones de dosis para blanqueador de cloro que contienen entre 5% y 9% de hipoclorito de sodio.

Para la clorinación manual, usa la Tabla 1 para determinar la cantidad de blanqueador líquido (% de hipoclorito de sodio) que se debe agregar por galón de agua para desinfectar el suministro de agua.

Nota: Se pueden colocar notas útiles sobre la dosificación de cloro junto a los distintos volúmenes en la vara de medición calibrada para una referencia rápida.

Tabla 1. Ejemplos de dosificación de cloro¹⁰

Galones de tanque de almacenami ento	Almacenami ento en cuartos de galón	Onzas		Cucharaditas		Gotas
		Blanqueador de cloro (sin perfume) o % de hipoclorito de sodio				
		5.25%	8.25%	5.25%	8.25%	Estimated 5%–9%
10,000	40,000	25.5	16			
5,000	20,000	12.5	8			
1,500	6,000	3.8	2.4			
250	1,000			4	2.5	
100	400			1.5	1	
5	20					40
1	4					8
0.25	1					2

Las bacterias y otras materias orgánicas (a menudo reconocibles por la presencia de un fuerte olor) generalmente pueden oxidarse y eliminarse mezclando blanqueador de cloro doméstico sin olor o hipoclorito de sodio en el agua de la cisterna para producir una concentración aproximada de 1-2 mg/L (partes por millón o ppm).¹¹ La Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) recomienda un nivel de cloro residual de 0.2-0.5 ppm para uso doméstico normal.^{10, 11} La meta de concentración de cloro de 1-2 ppm sobrepasa el nivel de cloro residual recomendado de 0.2-0.5 ppm porque las concentraciones de cloro disminuirán con el tiempo y es importante mantener un nivel adecuado de cloro residual en todo momento.

La concentración de cloro residual debe medirse semanalmente para determinar cuándo debes agregar cloro. El método más rápido y sencillo para analizar cloro residual es utilizar una prueba de indicador de tornasol. Siguiendo las instrucciones del fabricante, se agrega una tableta de DPD (dietil parafenil diamina) a una muestra de agua, coloreándola de rojo. La intensidad del color se evalúa contra el gráfico de colores estándar que corresponde a la concentración de cloro.

El proceso de desinfección clorando, conduce a la posibilidad de formar sustancias no deseadas, conocidas como subproductos de desinfección (DBPs, por sus siglas en inglés). La exposición a los DBPs a través del consumo, de bañarse o nadar se ha relacionado con riesgos para la salud. La eliminación segura de los DBP se puede lograr a través de métodos de tratamiento adicionales. Los métodos de tratamiento más comunes para los sistemas de cisternas típicos incluyen sistemas de filtración y luz ultravioleta (UV). Debido a que las cisternas se han utilizado comúnmente en las USVI para décadas, es posible que los sistemas más antiguos se hayan adaptado con uno o más métodos de tratamiento. La Tabla 2 describe una comparación de los métodos de tratamiento más comunes.

Tabla 2. Comparación de Métodos de Tratamiento

Método de tratamiento ¹⁴	Eficacia del método de tratamiento contra diferentes tipos de contaminación			Beneficio de costo	Requisitos de productos o equipos	Subproductos de desinfección ¹² Los subproductos de desinfección (DBPs) se forman cuando los desinfectantes como el cloro interactúan con materiales orgánicos naturales en el agua. La exposición crónica a los DBPs puede aumentar el riesgo de cáncer.	Frecuencia: Operación y Mantenimiento
	Contaminación bacteriana	Contaminación química	Sólidos y sedimentos				
Manual de Cloración ¹¹	Mata eficazmente la contaminación microbiana, así como las bacterias que forman olores dentro de 24 horas.	No elimina contaminantes químicos.	No elimina sólidos.	Muy bajo costo	Blanqueador líquido, blanqueador en polvo, tabletas de cloro	Cuando el cloro interactúa con materiales orgánicos naturales en el agua, puede formar trihalometanos (THMs, en sus siglas de inglés), ácidos haloacéticos (HAAs, en sus siglas en inglés) y cloroformo, entre otros. Se necesitan otros métodos de tratamiento para eliminar estas DBPs.	Necesita mediciones frecuentes de cloro para ajustar la dosis 2 veces por semana. El agua debe ser tratada durante 12-24 horas antes de que se considere estéril. Cuanto mayor sea el volumen de agua que se está tratando, mayor será el período de exposición a la dosis necesario. La limpieza y el mantenimiento incluyen la eliminación de sólidos y descargas periódicas.
Hervir el agua del grifo antes de consumir	Elimina eficazmente bacterias patógenas, virus y protozoos.	Puede eliminar parcialmente algunos contaminantes químicos volátiles y semivolátiles, pero no es un método de tratamiento recomendado para la contaminación química.	La sedimentación antes y después de hervir puede eliminar eficazmente los sólidos más grandes. Podría eliminar algunos metales si se eliminan los sedimentos.	Alto costo debido al uso de energía. ¹³	Ollas y sartenes domésticas	Hervir es efectivo para eliminar los DBP volátiles, pero ineficaz para eliminar los DBP no volátiles.	Cada uso
Filtración de tres etapas (filtro de sedimentos, filtro de carbón y UV)	El método más optimizado y efectivo para eliminar los contaminantes del suministro de agua de cisterna es utilizar una combinación de métodos de tratamiento, como la cloración manual, junto con un sistema de filtración de tres etapas. Este sistema de tratamiento elimina las partículas grandes con el filtro de sedimentos, elimina los productos químicos orgánicos con un filtro de carbón activado y elimina los patógenos con la lámpara UV.			Costo moderado. Se instala en el punto de uso o en sistemas más grandes, antes de la bomba.	Instalación del sistema de filtración que incluye filtros y bombilla UV.	Los filtros de agua que utilizan medios filtrantes de carbón son la mejor solución para eliminar el exceso de cloro y sus subproductos. El uso de un filtro de tres etapas al final de un proceso de tratamiento minimiza la formación de otros DBPs.	Reemplazo del filtro de sedimentos, el filtro de carbón y la lámpara UV de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Operación y Mantenimiento

Los sistemas de captación de lluvia necesitan mantenimiento de rutina durante todo el año y cuidado especial durante eventos atmosféricos o de emergencia. Ya sea que esté realizando el mantenimiento de rutina, preparándose para una emergencia o limpiando después de un evento atmosférico, siempre es importante seguir buenas prácticas de manejo para proteger la calidad del agua.

Las buenas prácticas de manejo incluyen los siguientes pasos clave:

Limpia: Asegúrese de que la captación de lluvia y la cisterna estén limpias antes de usarlas.

Proteger: Seleccione el sistema de tratamiento que mejor se adapte a sus necesidades para proteger la calidad del agua.

Mantener: Aprenda y realice el monitoreo y el mantenimiento recomendados. Todas las cisternas tienen puntos de acceso para limpieza, inspección, reparación y para tomar muestras para análisis periódicos de calidad del agua.^{5, 8, 11} Sepa dónde están sus puntos de acceso y cómo mantener su cisterna.

Cada sistema de captación de lluvia es único; las necesidades de mantenimiento pueden variar según el diseño del sistema y las condiciones

ambientales (por ejemplo, eventos atmosféricos extremos). La guía de mantenimiento del sistema se resume en la Tabla 3.

El sistema de captación de lluvia debe inspeccionarse cada tres meses en busca de daños estructurales para garantizar que todas las piezas y componentes de la cisterna estén en buenas condiciones. En el primer año de operación, las inspecciones deben ser más frecuentes para ayudar a determinar si su sistema está funcionando correctamente y si el método de tratamiento seleccionado es suficiente para la carga promedio de lluvia en su área. A lo largo de la vida útil de su sistema, inspeccione su sistema en todas las etapas de operación: captación de agua, almacenamiento y tratamiento.

Debe inspeccionar su sistema de captación de lluvia semanalmente para identificar obstrucciones, acumulación de sedimentos y otra contaminación visible. Limpie rutinariamente según sea necesario después de las inspecciones.

Además, su sistema de cisterna debe ser drenado, limpiado y desinfectado de cada 3 a 5 años como mínimo. Es posible que también sea necesario limpiar y desinfectar la cisterna después de desastres (por ejemplo, lluvias extremas o inundaciones).

Se deben realizar pruebas rutinarias de la calidad del agua para medir el cloro residual y la colonización bacteriana (el costo es del propietario de la cisterna). La EPA recomienda utilizar un laboratorio certificado para analizar los contaminantes regulados del agua potable, incluidos los contaminantes relacionados con el petróleo.¹⁶ En caso de que los resultados de la prueba sean positivos, comuníquese con el Departamento de Salud (DOH, por sus siglas en inglés) más cercano. <https://doh.vi.gov/>

Tabla 3. Guías de mantenimiento del sistema

Actividad	Frecuencia
Inspeccione Inspeccione las estructuras de entrada, las estructuras de salida y las áreas de almacenamiento en busca de acumulación de basura y sedimentos. Elimine los escombros flotantes y la acumulación de espuma.	Mensualmente durante el 1er año, después de la instalación, determinar la frecuencia de mantenimiento continuo
Limpieza de rutina Limpie el techo, el sistema de captación y los drenajes, las mallas de los drenajes, el desviador de primera descarga y las cuencas colectoras para reducir la carga de sedimentos en la cisterna. Limpie cajas de sumidero intermedias, reemplace los filtros y limpie las áreas de pretratamiento en los sistemas conectados directamente. Retire los sedimentos y los desperdicios de las cisternas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o el plan de mantenimiento específico del sitio.	Semanalmente o cuando sea visible
Limpieza y desinfección Cepille las superficies interiores y desinfecte a fondo. Para desinfectar su cisterna: 1. Agregue tres tazas de blanqueador al 5% -6% por cada 100 galones de agua en la cisterna 2. Abra cada grifo y deje correr el agua hasta que huela a cloro (blanqueador). 3. Cierre todos los grifos y deje que la solución permanezca en la cisterna y la plomería durante al menos 12 horas. ¡No use ni consuma esta agua! 4. Drene toda el agua de la cisterna, luego deje que se vuelva a llenar con agua nueva. 5. Abra el grifo y deje correr el agua hasta que no huela a cloro. 6. Trate el agua almacenada como de costumbre. ⁵	Cada 3-5 años como mínimo, y según sea necesario después de eventos de tormentas extremas.
Inspeccionar en busca de daños estructurales Inspeccione la cisterna y las estructuras de soporte (desviadores, drenajes, pantallas, cercas) en busca de grietas y signos de desgaste.	Trimestralmente
Muestreo y pruebas pH y cloro Bacterias y otros contaminantes Analiza los sedimentos en busca de sustancias tóxicas de conformidad con los requisitos actuales de eliminación si los usos de la tierra en la cuenca incluyen zonas comerciales o industriales, o si hay indicios de contaminación.	Según sea necesario, como mínimo después del tratamiento con cloro Anualmente o según sea necesario
Mantenga registros de las inspecciones y la actividad de mantenimiento Anote las reparaciones de los equipos, los costos y la frecuencia del desgaste, ajuste las inspecciones según sea necesario.	Continuamente

PREGUNTAS? – CONTÁCTENOS

Departamento de Planificación y Recursos Naturales (DPNR) – Correo electrónico: harold.mark@dprn.vi.gov, Pagina web: <https://dprn.vi.gov/>
Departamento de Salud - STX Charles Harwood Memorial Complex, 3500 Estate Richmond, Christiansted, Teléfono: (340) 718-1311, ext. 3891
Departamento de Salud - STT 1303 Hospital Ground, Suite 10, Charlotte Amalie | Teléfono: (340) 774-7477, ext.564 | Correo electrónico: esther.ellis@doh.vi.gov | Pagina web: <https://doh.vi.gov/programs/epidemiology-disease-reporting/>
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) - EPA línea de teléfono gratuita: (866) 462-4789, Correo electrónico: StCroix@epa.gov
Refinería de Limetree Bay: (340) 692-3495, Correo electrónico: communications@lbenergy.com



¹ VI DOH (2019, Octobre 4) El DOH Completa el estudio de cisternas de 2019; <https://doh.vi.gov/pantheon/2019%20Cistern%20Study%20Completed-1-1.pdf>

² Citando una amenaza "inminente" para la salud, la EPA ordena el cierre temporal de la refinería de petróleo de St. Croix – Inside Climate News; <https://insideclimatenews.org/news/14052021/epa-limetree-st-croix-oil-refinery-shut-down/>

³ Capa de aire sahariano – NOAA/AOML; <https://www.aoml.noaa.gov/saharan-air-layer/>

⁴ Qué es el sedimento y por qué es un contaminante de aguas pluviales; <https://extension.psu.edu/what-is-sediment-and-why-is-it-a-stormwater-pollutant>

⁵ Cómo limpiar y desinfectar las cisternas de agua después de inundaciones y lluvias fuertes (cdc.gov); <https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/pdf/cistern-factsheet-sp.pdf>
*** en español ***

⁶ Cómo crear y almacenar una reserva de agua de emergencia | Preparación para emergencias relacionada con el agua, el saneamiento, la higiene, y la respuesta a los brotes | Agua sana | CDC; <https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/es/drinking/creating-storing-emergency-water-supply.html> *** en español***

⁷ Haga que el agua sea segura durante una emergencia (solo impresión) (cdc.gov); <https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/es/drinking/making-water-safe.html>
*** en español ***

⁸ Cisternas de agua de lluvia: diseño, construcción y tratamiento (psu.edu); <https://extension.psu.edu/rainwater-cisterns-design-construction-and-treatment>

⁹ Calculadora de capacidad de cisterna de forma cuadrada o rectangular (spikevm.com); <https://www.spikevm.com/calculators/irrigation/cistern-square-imperial.php>

¹⁰ Desinfección de agua potable en situaciones de emergencia | US EPA; <https://espanol.epa.gov/espanol/desinfeccion-de-agua-potable-en-situaciones-de-emergencia> *** en español ***

¹¹ Medición de los niveles de cloro en los suministros de agua; https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/who-tn-11-measuring-chlorine-levels-in-water-supplies.pdf?sfvrsn=616c5e2a_4

¹² Hoja informativa sobre subproductos de desinfección (DBPs, en sus siglas en inglés) | Programa Nacional de Biomonitorio | CDC; https://www.cdc.gov/biomonitoring/THM-DBP_FactSheet.html

¹³ Publicación de la WHO (en sus siglas en inglés) sobre los métodos de tratamiento, incluido el agua hirviendo (costo-beneficio y falta de beneficios residuales del tratamiento; https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/155821/WHO_FWC_WSH_15.02_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁴ Visión general de las tecnologías de tratamiento de agua potable | US EPA; <https://www.epa.gov/sdwa/overview-drinking-water-treatment-technologies#UVAOP>

¹⁵ Yingyang Wang, Fangyuan Peng, Ruiyang Zhao, Xuelian Dong, Zhaoguang, Yang, Haipu Li, Eliminación y transformación de los subproductos de la desinfección en agua durante el tratamiento de ebullición, Quimiosfera, Volume 326,2023,138426, ISSN 0045-6535; <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138426>

¹⁶ Reglamento Nacional de Agua Potable Primaria | US EPA; <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>