

# Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia de Cherán, Michoacán





# Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia de Cherán, Michoacán

**Coordinación de Hidráulica**

Subcoordinación de Tecnología Apropiada

Autores:

Erick Oliver Cervantes

Sandra Vázquez

Rafael Hurtado

Ma. Isabel Hernandez

Irleth Sarai Segura

Edición:

Gema Alín Martínez Ocampo

Jiutepec, Morelos

631.7 Cervantes Gutiérrez, Erick  
CI6 Manual de operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia de Cherán, Michoacán / Erick Oliver Cervantes Gutiérrez... et al. -- Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ©2016.  
93 p.

ISBN 978-607-9368-59-3 (versión digital)  
ISBN 978-607-9368-58-6 (versión impresa)

I. Agua de lluvia 2. Captación de precipitaciones 3. México (Cherán, Michoacán)

**Autores:**

Erick Cervantes Gutiérrez  
Sandra Vázquez Villanueva  
Rafael Hurtado Solórzano  
María Isabel Hernández Vivar  
Irleth Sarai Segura Estrada

**Edición, diseño editorial, ilustraciones y fotografías**

(excepto las incluidas de las páginas 46 a la 62):  
Gema Alín Martínez Ocampo

Primera edición: 2016

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac 8532  
62550 Progreso, Jiutepec, Morelos  
México  
[www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

ISBN 978-607-9368-59-3 (versión digital)  
ISBN 978-607-9368-58-6 (versión impresa)

Prohibida su reproducción parcial o total, por cualquier medio, mecánico, electrónico, de fotocopias, térmico u otros, sin permiso de los editores.

Impreso en México – Printed in Mexico

# Contenido

|  |    |
|--|----|
| <b>Introducción</b>  | 7  |
| <b>Objetivo general</b>  | 9  |
| Objetivos particulares   | 9  |
| <b>Descripción del sistema de captación de agua de lluvia</b>                              | 10 |
| Captación y aprovechamiento del agua de lluvia.  | 11 |
| Hoya de almacenamiento con cubierta flotante.  | 11 |
| Paneles fotovoltaicos.   | 15 |
| Tubería de limpieza.   | 16 |
| Línea de conducción de la hoya a la planta purificadora.                                   | 16 |
| Cisterna de 500 m <sup>3</sup> y 50 m <sup>3</sup> .                                       | 18 |
| Filtro rápido de flujo ascendente.   | 20 |
| Planta purificadora.   | 21 |
| Personal requerido y principales funciones   | 23 |
| <b>Operación del sistema de captación de agua de lluvia y planta purificadora</b>          | 25 |
| Área de captación, hoya de almacenamiento, canales sedimentadores y paneles fotovoltaicos. | 25 |
| Línea de conducción.   | 27 |
| Planta purificadora  | 30 |
| Arranque.  | 31 |
| Lavado del garrafón.   | 32 |
| Lavado interior  | 33 |
| Procedimiento para el llenado de garrafones  | 40 |
| Sellado del garrafón.  | 41 |
| Abastecimiento del tanque de regularización.   | 43 |
| <b>Mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia</b>                            | 45 |
| Área de captación y hoya de almacenamiento.  | 45 |
| Limpieza exterior de la geomembrana  | 47 |
| Limpieza interior de la geomembrana (mantenimiento mayor).                                 | 52 |
| Canal sedimentador y canal de demasías.  | 54 |
| Paneles fotovoltaicos.   | 55 |
| Mantenimiento menor.   | 55 |
| Mantenimiento mayor.   | 56 |

|  |           |
|--|-----------|
| Línea de conducción.   | 56        |
| Filtro rápido de flujo ascendente.   | 57        |
| Cisterna de 500 y 50 m <sup>3</sup> .  | 59        |
| Planta purificadora.   | 60        |
| Mantenimiento menor.   | 61        |
| Mantenimiento mayor.   | 65        |
| Limpieza del tinaco  | 65        |
| <b>Buenas prácticas de higiene para la producción y venta de agua purificada</b>                         | <b>69</b> |
| Principales normas y reglamentos a tener en cuenta al instalar y operar una planta purificadora de agua. | 69        |
| Importancia de la NOM-25 I-SSAI-2009 y NOM-201-SSAI-2015 y su práctica.                                  | 70        |
| Norma oficial mexicana NOM-25 I-SSAI-2009.   | 70        |
| Instalaciones de la planta   | 70        |
| Almacenamiento   | 71        |
| Materias primas empleadas  | 71        |
| Higiene del personal   | 71        |
| Residuos   | 71        |
| Capacitación   | 72        |
| Norma oficial mexicana NOM-201-SSAI-2015.  | 72        |
| Tablas para la verificación del cumplimiento de las buenas prácticas de higiene                          | 75        |
| Instalaciones y áreas  | 76        |
| Equipo y utensilios  | 77        |
| Almacenamiento   | 78        |
| Envasado   | 79        |
| Servicios  | 80        |
| Control  | 82        |
| Mantenimiento y limpieza   | 84        |
| Control de plagas  | 86        |
| Salud e higiene personal   | 87        |
| Transporte   | 88        |
| Documentación y registros  | 89        |
| <b>Recomendaciones</b>   | <b>90</b> |
| <b>Glosario</b>  | <b>92</b> |

# Figuras

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Esquema general del SCALL.  | 10 |
| Figura 2.  | Esquema general de la hoya con cubierta flotante.   | 12 |
| Figura 3.  | Funcionamiento de la cubierta flotante  | 13 |
| Figura 4.  | Línea de flotadores y canal de conducción de agua de lluvia.  | 13 |
| Figura 5.  | Contrapesos para la formación del canal de conducción de agua de lluvia en la cubierta flotante.                    | 14 |
| Figura 6.  | Paneles fotovoltaicos.  | 15 |
| Figura 7.  | La válvula para la limpieza se ubica en la caja de válvulas 2, localizada aguas abajo de la hoya de almacenamiento. | 16 |
| Figura 8.  | Cajas rompedoras de presión y cajas de válvulas.  | 17 |
| Figura 9.  | Arreglo tipo para las cajas rompedoras 1, 2, 3, 4, y 5.   | 18 |
| Figura 10. | Cisternas capuchinas.   | 19 |
| Figura 11. | Esquema general del filtro rápido de flujo ascendente.  | 20 |
| Figura 12. | Áreas de la planta purificadora.  | 21 |
| Figura 13. | Tren de tratamiento del agua en la planta purificadora.   | 22 |
| Figura 14. | Operación del área de captación, hoya de almacenamiento, canales sedimentadores y paneles fotovoltaicos.            | 26 |
| Figura 15. | Diagrama de abastecimiento de agua a la planta purificadora.  | 27 |
| Figura 16. | Esquema del abastecimiento de agua a la cisterna de 500 m <sup>3</sup> .  | 28 |
| Figura 17. | Esquema del abastecimiento de agua a la cisterna de 50 m <sup>3</sup> .   | 28 |
| Figura 18. | Filtro rápido de flujo ascendente en operación.   | 29 |
| Figura 19. | Diagrama de válvulas de la planta purificadora.   | 30 |
| Figura 20. | Esquema arranque de la planta.  | 31 |
| Figura 21. | Procedimiento de lavado de garrafones.  | 32 |
| Figura 23. | Llenado de garrafones.  | 40 |
| Figura 24. | Sellado del garrafón.   | 41 |
| Figura 25. | Diagrama de válvulas para la conclusión de la jornada laboral.  | 42 |
| Figura 26. | Abastecimiento al tanque de regularización.   | 43 |
| Figura 27. | Servicio al tanque de regularización  | 43 |
| Figura 28. | Mantenimiento del área de captación y hoya de almacenamiento  | 45 |
| Figura 29. | Limpieza de andadores.  | 46 |
| Figura 30. | Limpieza del área de captación.   | 47 |
| Figura 31. | Revisión del estado físico de la malla ciclónica..  | 48 |
| Figura 32. | Retiro del agua que se encuentra por encima de la cubierta flotante.  | 49 |
| Figura 33. | Bombeo y extracción del agua de la cubierta flotante  | 49 |
| Figura 34. | Retiro manual de los charcos o residuos sedimentados.   | 50 |
| Figura 35. | Retiro del sedimento adherido a la geomembrana.   | 51 |
| Figura 36. | Área libre de basura y polvo.   | 51 |
| Figura 37. | Trazo y corte de la cubierta de geomembrana.  | 53 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 38. Reparación de daños a la geomembrana.                               | 54 |
| Figura 39. Canales sedimentadores y canal de demasías.                         | 54 |
| Figura 40. Mantenimiento de los paneles fotovoltaicos.                         | 55 |
| Figura 41. Limpieza por donde pasa la línea de conducción                      | 56 |
| Figura 42. Revisión de válvulas.   | 57 |
| Figura 43. Diagrama de retrolavado.  | 58 |
| Figura 44. Posición de las válvulas durante el tiempo de retrolavado (paso 6). | 58 |
| Figura 45. Extracción del remanente de agua de la cisterna                     | 59 |
| Figura 46. Mantenimiento de la planta purificadora.                            | 60 |
| Figura 47. Procedimiento de la limpieza del tinaco.                            | 66 |
| Figura 48. Mantenimiento del tinaco  | 67 |



# Sistema de captación de agua de lluvia de Cheran, Michoacán

## Introducción

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro suficiente, inocuo y accesible (agua potable), ya que es uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.

El acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. En algunas regiones, se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables desde un punto de vista económico, ya que la disminución de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de asistencia sanitaria son superiores al costo de las intervenciones. Dicha afirmación es válida para diversos tipos de inversiones, desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua hasta el tratamiento del agua en los hogares. La experiencia ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a las personas de bajos recursos, tanto de zonas rurales

como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza (OMS, 2006)<sup>1</sup>.

En este sentido, en la localidad de Cherán, Michoacán se instaló un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) para el suministro de agua purificada envasada en garrafones, de tal manera que se contará con un modelo económico que permita a la comunidad asegurar un ingreso para el mantenimiento del mismo sistema.

El presente manual es una herramienta de consulta para operar y dar mantenimiento de manera adecuada a los elementos que conforman el sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) instalado en la comunidad de Cherán, Michoacán, el cual incluye: área de captación, canales sedimentadores, hoyo con cubierta flotante recubierta con geomembrana de PVC y línea de conducción de agua entre la hoyo y la planta purificadora.

En este manual se presenta de manera detallada una descripción de cada elemento del sistema de captación de agua de lluvia (SCALL), los procedimientos para su operación y mantenimiento, así como la periodicidad de estos.

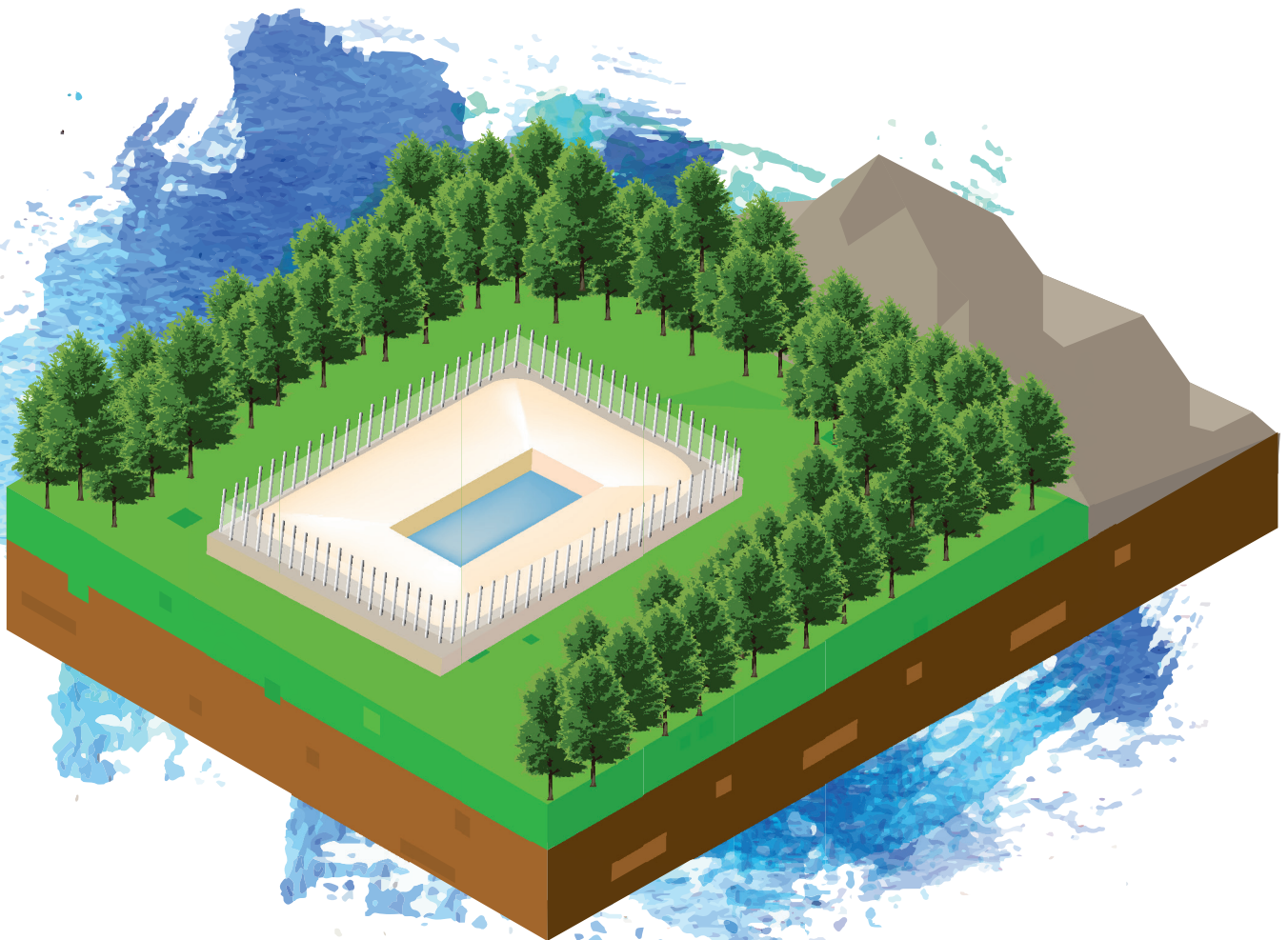
<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable; 1<sup>er</sup> apéndice, 3<sup>ra</sup> ed.; versión electrónica.

# Objetivo general

Describir las actividades que permitan operar y dar mantenimiento al sistema de captación de agua de lluvia y a los elementos que lo conforman.

## Objetivos particulares

- Describir y detallar los componentes que conforman el sistema.
- Establecer la periodicidad del mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema.
- Operar adecuadamente los elementos que conforman la planta purificadora.
- Explicar las buenas prácticas para producción de agua purificada.



## Descripción del sistema de captación de agua de lluvia

El sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) está ubicado en el cerro llamado Kukundicata, localizado en la comunicad autogobernada de Cherán, Michoacán.

El sistema inicia en el área de captación y la hoya de almacenamiento localizado en la cima del cerro, para que posteriormente mediante una línea de conducción vaya descendiendo en la ladera del cerro hasta llegar a una cisterna de 500 m<sup>3</sup>,

pasar por un filtro de flujo ascendente y posteriormente a una cisterna de 50 m<sup>3</sup> para finalizar en la planta purificadora.

En la Figura 1 se presenta de manera esquemática el sistema de captación de agua de lluvia (SCALL), así como cada uno de los elementos que lo conforman.

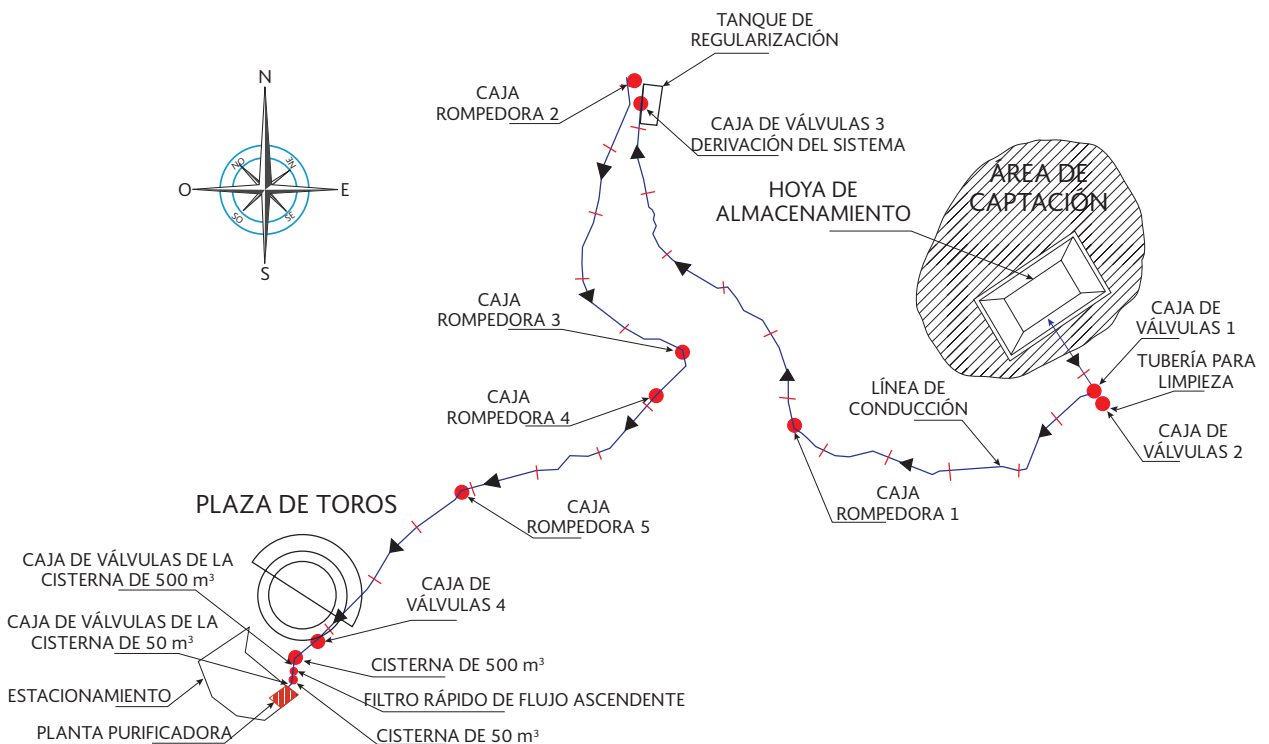


Figura 1. Esquema general del SCALL.

## Captación y aprovechamiento del agua de lluvia

La captación y aprovechamiento de agua de lluvia se presenta como una alternativa en aquellas localidades o sitios donde el acceso al agua por medios convencionales no es suficiente o el adecuado. El captar el agua de lluvia en sitios con precipitación alta o media, es un medio de obtención de agua para uso humano y/o agrícola. Un punto en particular a perseguir con estos sistemas es el minimizar los costos de operación y mantenimiento.

## Hoya de almacenamiento con cubierta flotante

Una de las principales razones de la instalación de hoyas de captación de agua de lluvia, es el almacenamiento del recurso agua. Dicho almacenamiento debe ser suficiente para evitar problemas de abastecimiento o escasez de agua en ciertos periodos.



### Ventajas

Incremento en la eficiencia del uso de agua de lluvia.

En general no requiere de consumo de energía adicional.

Los materiales de construcción son adaptables a las condiciones particulares de cada sitio.

No requiere conocimientos técnicos avanzados para el manejo y administración de la hoya.

Dependiendo de la topografía se diseñan para su distribución por gravedad

### Desventajas

Se debe disponer de la superficie necesaria para poder construir la hoya de almacenamiento, así como la extensión necesaria para la captación de agua de lluvia, por lo que no es una opción adecuada para pequeñas propiedades.

Requiere supervisión técnica especializada durante su diseño y construcción para garantizar el buen funcionamiento del sistema de captación.

Requiere mayor organización comunitaria para la distribución equitativa del agua

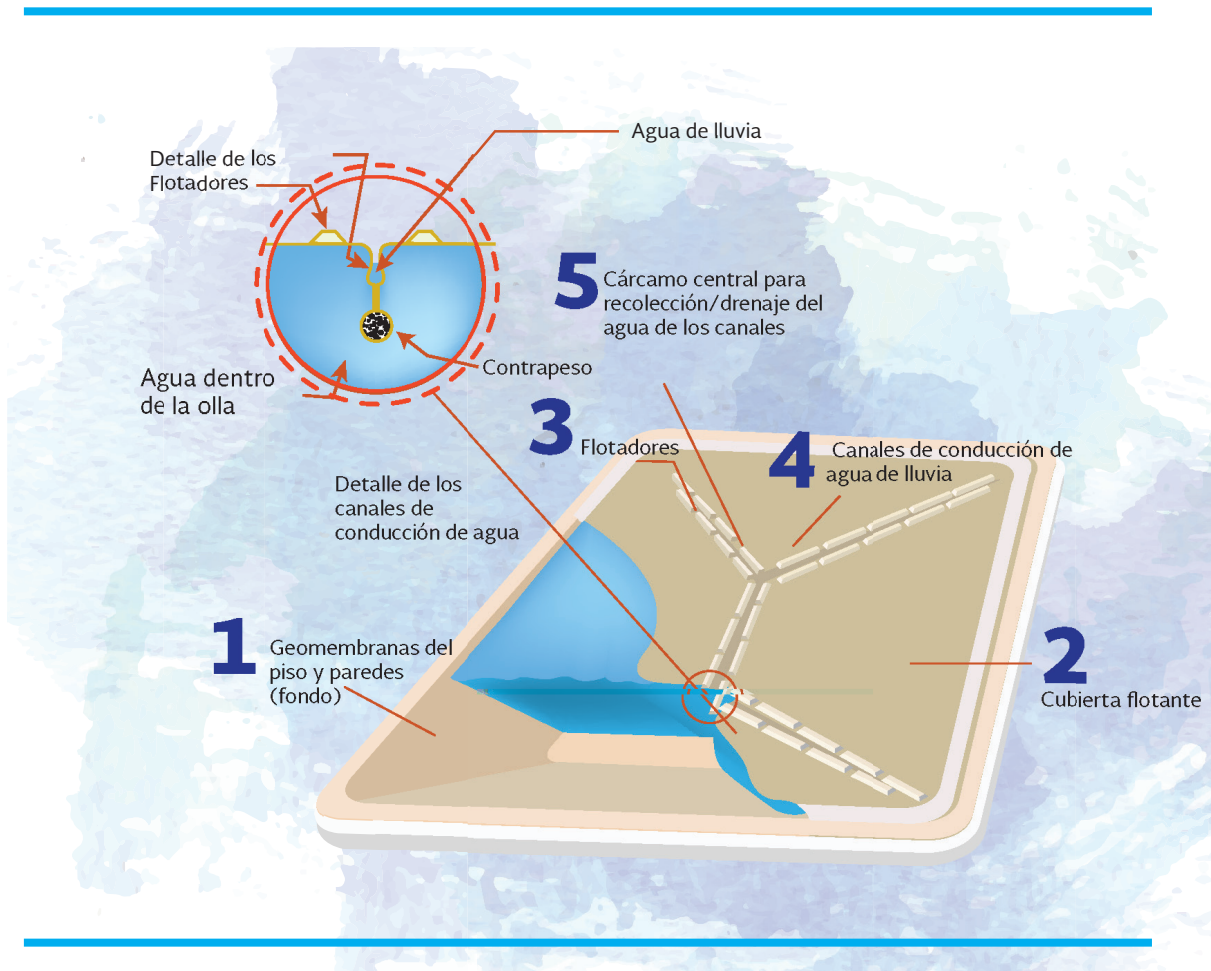


Figura 2. Esquema general de la hoya con cubierta flotante.

En general, la hoya tiene los siguientes elementos (Figura 2):

- **Geomembrana del piso y taludes.** Recubrimiento que funciona como impermeabilizante entre el piso y las paredes de la hoya, para evitar que el agua se filtre al suelo.
- **Cubierta flotante.** Techo que protege el agua de lluvia que se almacena en la hoya; al inicio de la temporada de lluvias está descansando en el fondo, conforme llueve e ingrese el agua hacia adentro de la hoya, la cubierta flota sobre el agua y sube de nivel hasta llegar al borde de la excedencia (Figura 3).

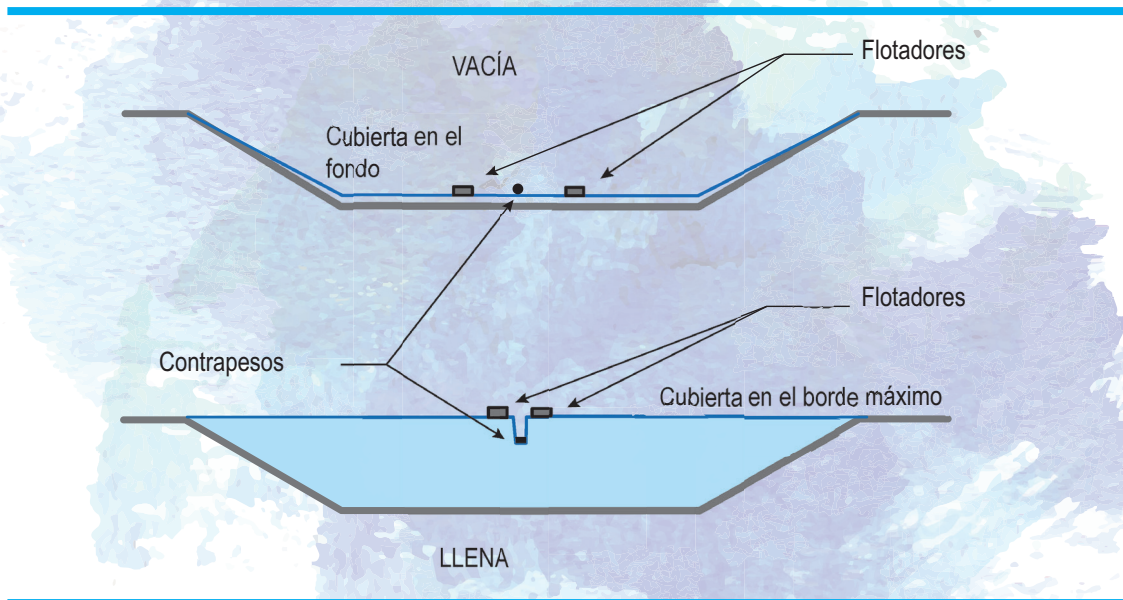


Figura 3. Funcionamiento de la cubierta flotante

- **Flotadores.** Estructura en forma de rectángulo fabricado de poliestireno y forrado con geomembrana de PVC. Tienen la función de disminuir el peso en la cubierta para evitar daños a la geomembrana y para formar una barrera que limite el paso hacia donde se forman los canales (Figura 4).



Figura 4. Línea de flotadores y canal de conducción de agua de lluvia.

- **Canales de conducción de agua de lluvia.** Conductos formado por bolsas de geomembrana con relleno de arena, también llamadas “contrapesos” (Figura 5); su función es formar los canales en la cubierta flotante para que el agua de lluvia se drene hacia el punto de bombeo de la hoya.
- **Cárcamos para la recolección y drenaje del agua de lluvia.** Estructura que permite interceptar y contener el agua para su bombeo; además es en donde se localiza el equipo de bombeo para succionar el agua del exterior al interior la hoya.



Figura 5. Contrapesos para la formación del canal de conducción de agua de lluvia en la cubierta flotante.



## Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos son sistemas que transforman la energía solar en energía eléctrica. Esta energía se utiliza para la operación del sistema de bombeo localizado en el cárcamo y que ayuda a succionar el agua del exterior al interior la hoyo (Figura 6).



Figura 6. Paneles fotovoltaicos.

## Tubería de limpieza

Tubería ubicada en la parte baja del piso de la hoya de almacenamiento, que tiene la función de eliminar los sólidos sedimentados en el fondo o vaciar por completo la hoya.

Esta tubería es de hierro dúctil de 4 pulgadas de diámetro y cuenta con una válvula de compuerta ubicada en la caja de válvulas 2 (Figura 7). El agua que sale de esta tubería se dirige a la parte sur del cerro Kukundicata.

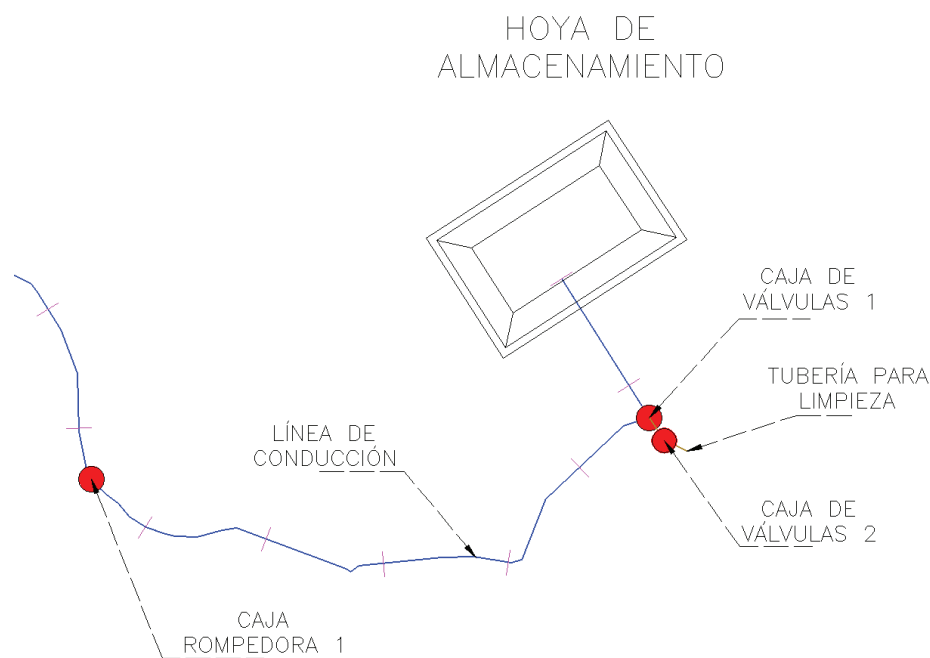


Figura 7. La válvula para la limpieza se ubica en la caja de válvulas 2, localizada aguas abajo de la hoya de almacenamiento.

## Línea de conducción de la hoya a la planta purificadora

La línea de conducción se conforma con tubería de hierro dúctil de 4 pulgadas de diámetro, conectada desde la hoya hasta la planta purificadora, pasando por 5 cajas rompedoras de presión (Figura 8 y Figura 9), 6 cajas de válvulas, una cisterna superficial de 500 m<sup>3</sup>, un filtro rápido de flujo ascendente y una cisterna de 50 m<sup>3</sup>.

Tanto en la salida de la hoya, como en la entrada y salida de las cajas rompedoras de presión, se encuentran las cajas de válvulas (válvulas mariposa) que permiten cancelar el flujo cuando sea necesario; las válvulas de estas cajas son para dar servicio a la planta purificadora o desviar el agua hacia el tanque de regularización ubicado en el cerro Kukundicata.

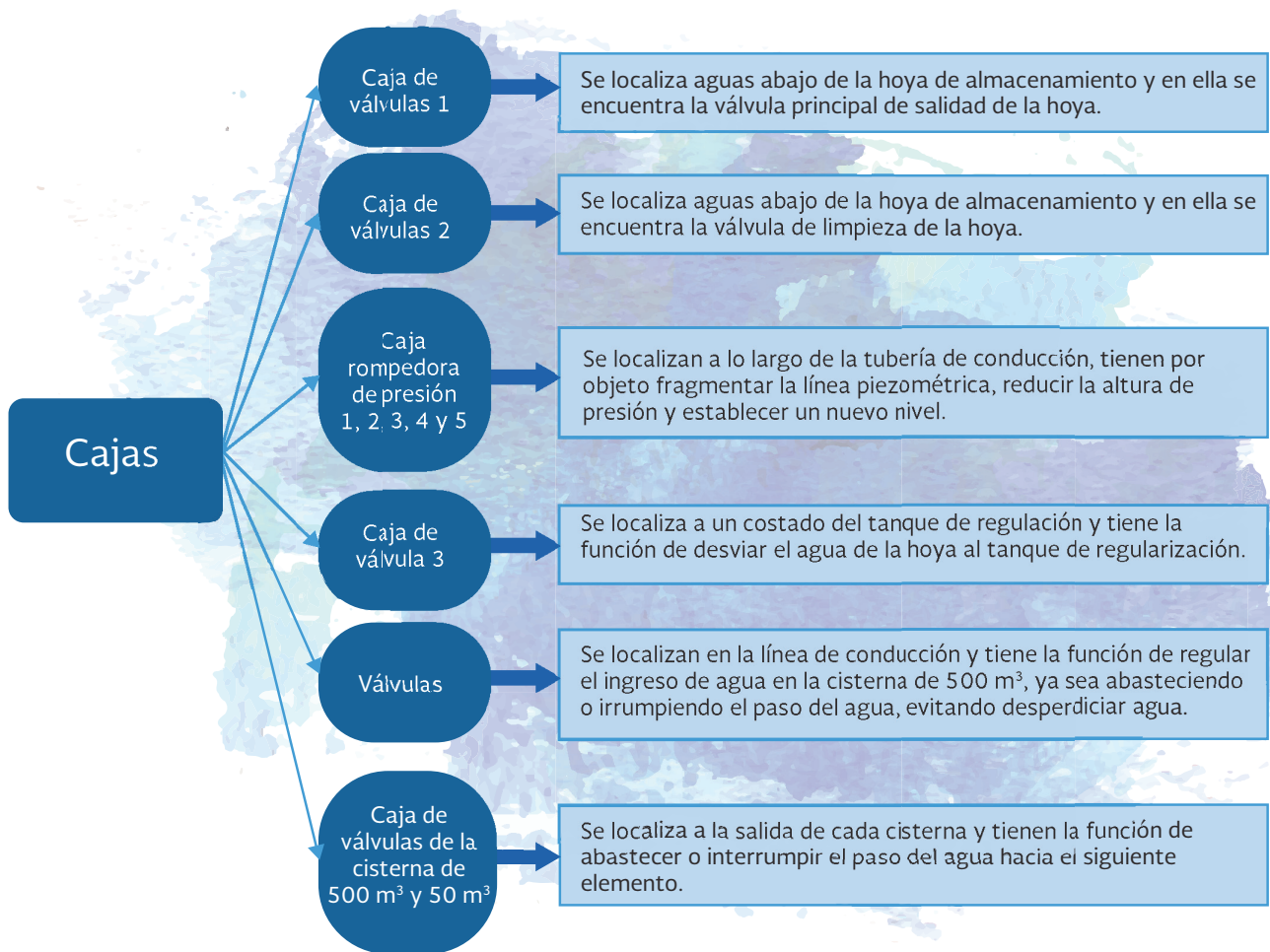


Figura 8. Cajas rompedoras de presión y cajas de válvulas.

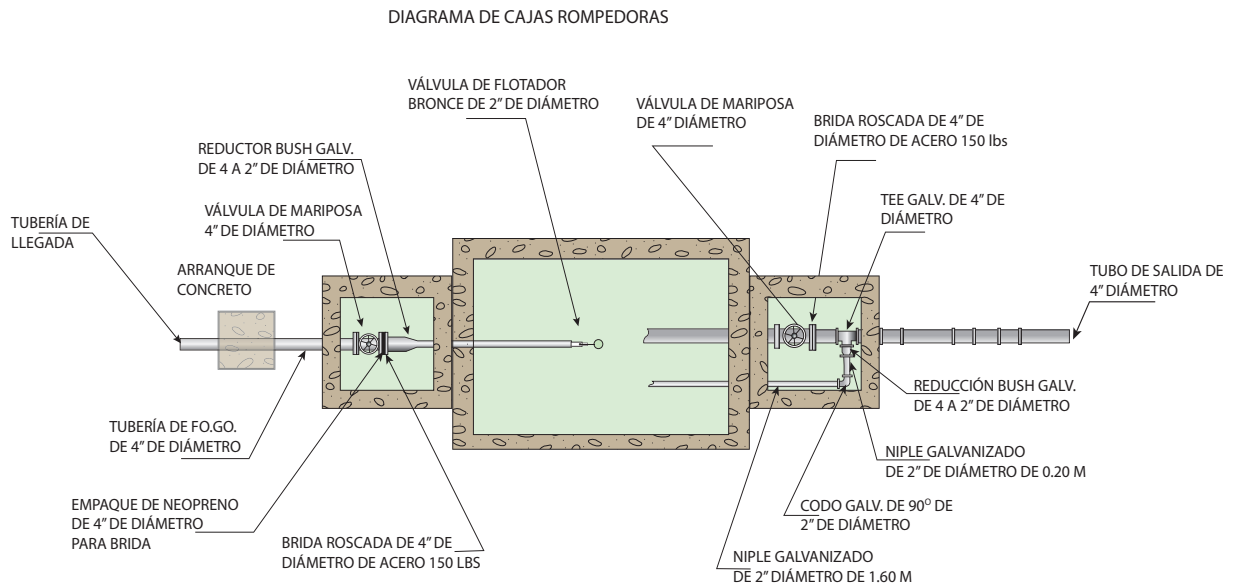


Figura 9. Arreglo tipo para las cajas rompedoras 1, 2, 3, 4, y 5.

## Cisterna de 500 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup>

Las cisternas son depósitos para almacenar agua de lluvia y conservar la calidad del agua; en particular este almacenamiento se conforma de dos cisternas capuchinas, una de 50 y una de 500 m<sup>3</sup> respectivamente.

Estas cisternas consisten en una estructura cilíndrica de tabique colocado tipo capuchino (de canto) reforzada con malla electrosoldada (Figura 10).



Figura 10. Cisternas capuchinas.

## Filtro rápido de flujo ascendente

El filtro rápido tiene la finalidad de retener los sólidos suspendidos por medio de varias capas de material pétreo de diferentes granulometrías, las cuales disminuyen en dirección al flujo. En este tipo de sistemas el agua es forzada a fluir de manera

ascendente a través de las diferentes capas de material filtrante.

Este filtro está compuesto por cuatro componentes: 1) estructuras de entrada y salida 2) lecho filtrante de material pétreo, 3) sistema de drenaje de agua de retrolavado y 4) válvulas de control y regulación (Figura 11).

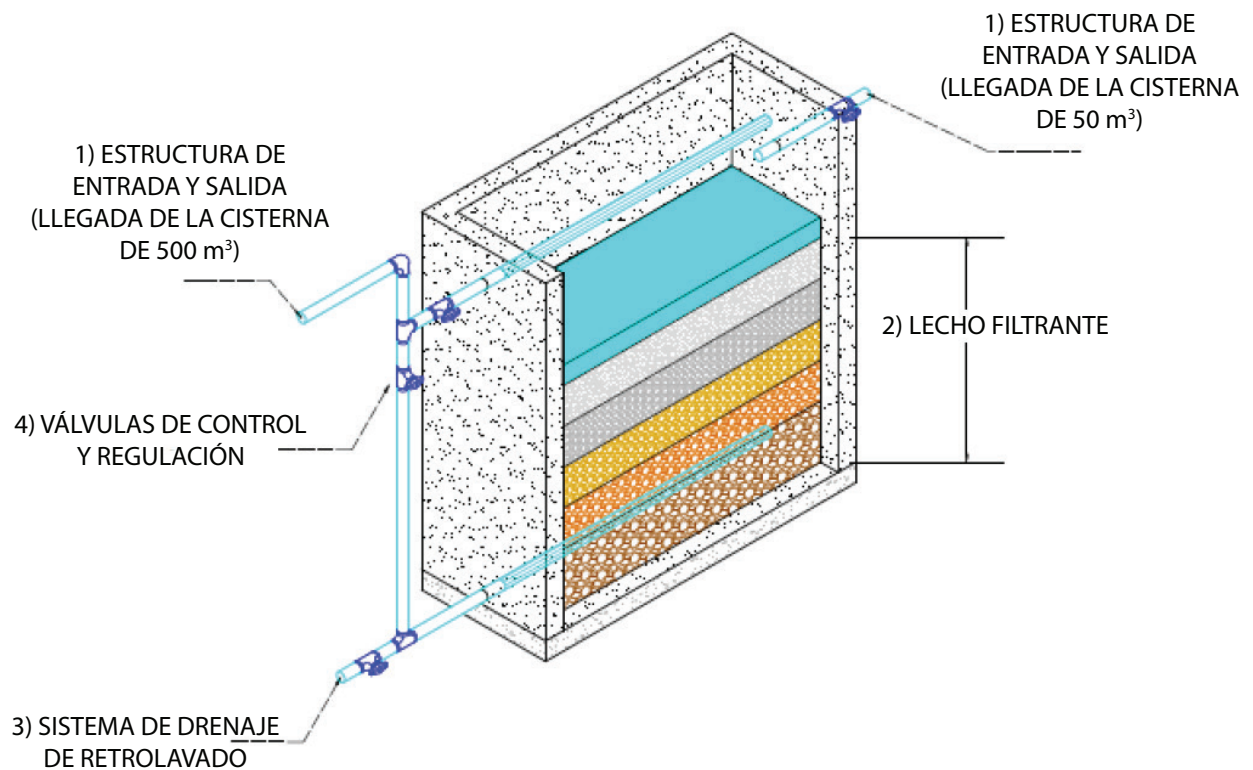


Figura 11. Esquema general del filtro rápido de flujo ascendente.

## Planta purificadora

La planta purificadora es un establecimiento con sistemas de purificación de agua, que cuenta con servicio de lavado y llenado de envases, el cual es atendido por personal capacitado; la finalidad que tiene esta planta es proveer a los habitantes de la comunidad de agua apta para consumo humano.

Esta planta está integrada en tres áreas:

- 1) tren de tratamiento del agua
- 2) lavado de garrafones
- 3) llenado y sellado de garrafones (Figura 12).



Figura 12. Áreas de la planta purificadora.

El tren de tratamiento (área 1) instalado para la purificación de agua (Figura 13), se compone de lo siguiente:

**Filtro tamiz.** El agua se filtra en un tamiz metálico para eliminar sólidos, arena, tierra, lodo, arcilla entre otros hasta 100 micras.

**Filtro de lecho profundo.** El agua pasa a través de un sistema de filtración de lecho profundo (carbón activado), donde se elimina olor, sabor y color al agua.

**Filtros pulidores.** El agua es filtrada a través de 3 pulidores de 5 a 20 micras de diámetro,

dejando el agua cristalina al eliminar los sólidos remanentes más pequeños.

**Lámpara de luz UV.** Para desinfectar el agua, está pasa a través de una lámpara de luz ultravioleta, siendo esta luz invisible dentro del rango del espectro solar y que funciona como germicida, ya que inactiva las bacterias que están presentes en el agua.

**Ozono.** Finalmente y para asegurar la eliminación total de microorganismos patógenos, se agrega ozono al agua, el cual oxida la materia orgánica y elimina microorganismos.

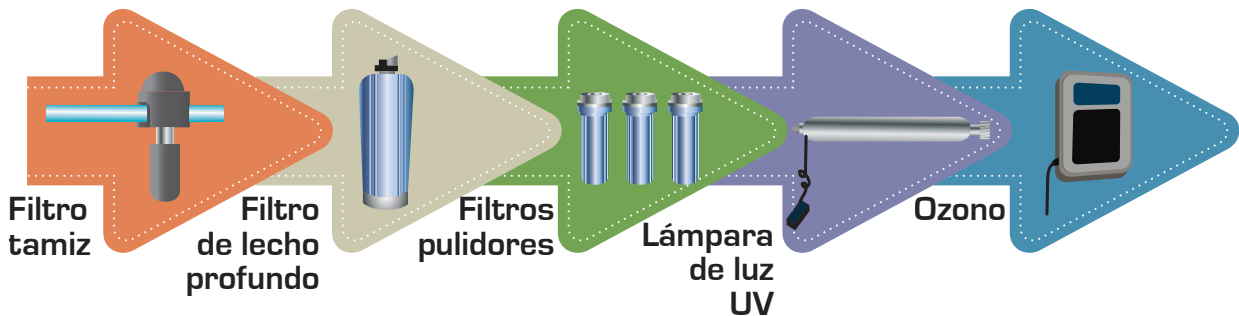


Figura 13. Tren de tratamiento del agua en la planta purificadora.



# Personal requerido y principales funciones

El personal requerido para operar y mantener el SCALL deberá ser asignado por las autoridades pertinentes de la comunidad el cual se muestra en la siguiente tabla:

| Elemento del sistema                  | Funciones de operación   | Personal requerido |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Área de captación.                    | Verificar el estado de la geomembrana.<br>Verificar el estado de la malla ciclónica.   | 2 personas.        |
| Canales sedimentadores.               | Verificar que el canal sedimentador no tenga obstrucciones.<br>Verificar el estado del canal de demasías.  |                    |
| Hoya con cubierta flotante.           | Verificar el estado de la geomembrana.<br>Verificar el estado de los flotadores.<br>Verificar el estado de los contrapesos   |                    |
| Páneles fotovoltaicos.                | Verificar los elementos de sujeción y conexión.<br>Comprobar el estado de la red de tierras.<br>Verificar el estado de los páneles fotovoltaicos.  |                    |
| Línea de conducción.                  | Abrir y cerrar las válvulas, verificando que no haya fugas y que se realicen correctamente las aperturas.<br>Realizar inspecciones generales de toda la línea de conducción.<br>Verificar el estado de las cajas de válvulas.<br>Verificar el estado de las cajas rompedoras de presión. |                    |
| Cisterna de 500 y 50 m <sup>3</sup> . | Abrir y cerrar las válvulas, verificando que no haya fugas y que se realicen correctamente las aperturas.<br>Verificar el estado de la cisterna de 500 y 50 m <sup>3</sup> .   |                    |
| Planta purificadora.                  | Realizar el lavado, llenado y sellado de garrafones.<br>Llevar a cabo todos los procedimientos de buenas prácticas para la venta de agua purificada.   | 2 personas.        |

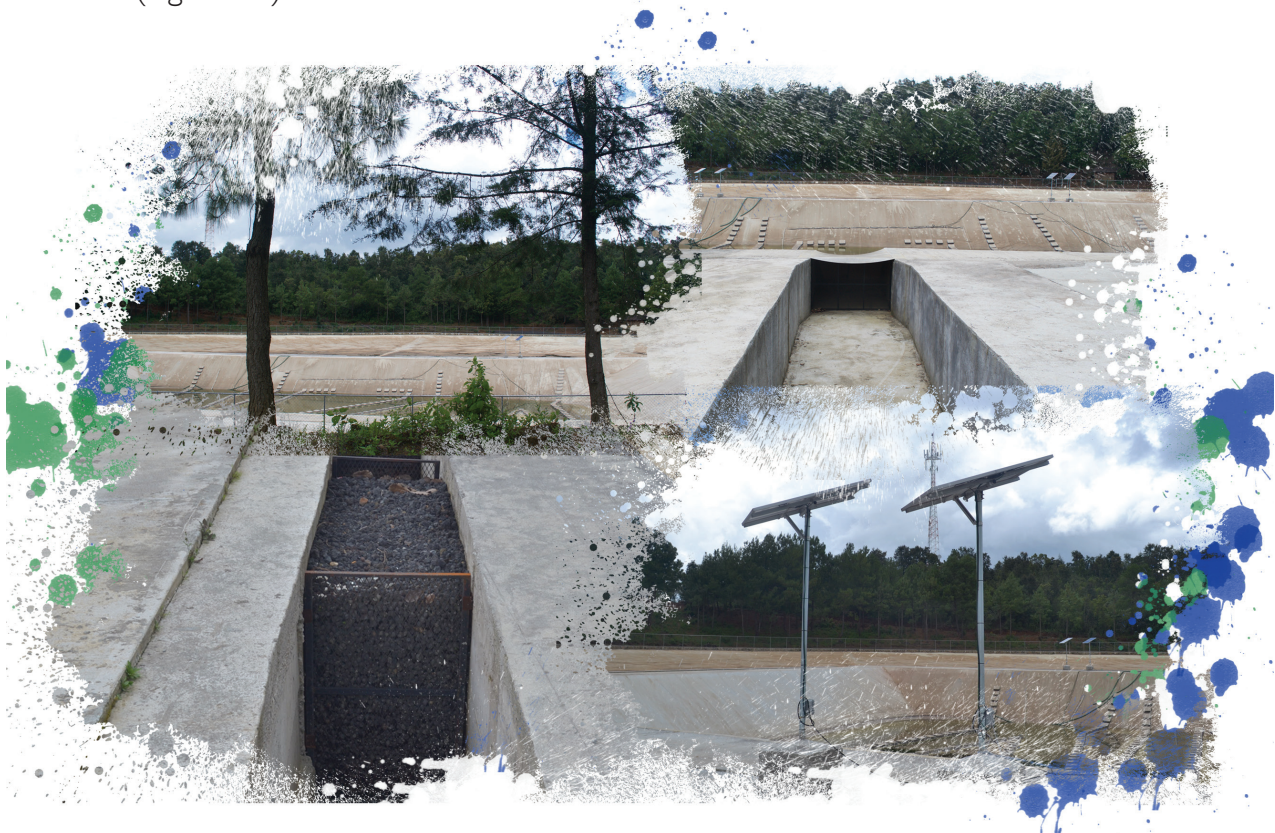
Además se deberá contratar personal extra para realizar algunas operaciones de mantenimiento. A continuación de manera breve se detalla el número de personas que se requiere para el mantenimiento del sistema así como sus principales funciones.

| <b>Elemento del sistema</b>         | <b>Funciones de mantenimiento</b>   | <b>Personal requerido</b> |
|-------------------------------------|---|---------------------------|
| Área de captación.                  | Limpieza exterior.<br>Limpieza de andadores.<br>Limpieza de la geomembrana.   | 9 personas.               |
| Canales sedimentadores.             | Retiro de los sólidos atrapados entre las rejillas del canal.<br>Limpieza del canal de demasías de la hoya.<br>Lavado del material pétreo colocado como filtro.   | 3 personas.               |
| Hoya con cubierta flotante.         | Limpieza de andadores.<br>Limpieza de la cubierta flotante.<br>Limpieza interior de la hoya.  | 9 personas.               |
| Páneles fotovoltaicos               | Limpieza de los páneles.  | 2 personas.               |
| Línea de conducción.                | Pintar cada una de las piezas de la línea de conducción para evitar la corrosión.<br>Limpieza de las cajas de válvulas.<br>Limpieza de las cajas rompedoras de presión.<br>Desazolve de la línea de conducción. | 2 personas.               |
| Cisterna de 500 y 50 m <sup>3</sup> | Limpieza exterior de la cisterna.<br>Limpieza interior de la cisterna.<br>Reparación de grietas y fugas.  | 4 personas.               |
| Planta purificadora.                | Mantenimiento menor y mayor de los equipos que forman la planta purificadora.<br>Limpieza de la caseta.   | 2 personas.               |

# Operación del sistema de captación de agua de lluvia y planta purificadora

## Área de captación, hoya de almacenamiento, canales sedimentadores y paneles fotovoltaicos

Para la operación de estos elementos se deben llevar a cabo actividades diarias que aseguren su funcionamiento, a continuación se presentan dichas actividades (Figura 14).



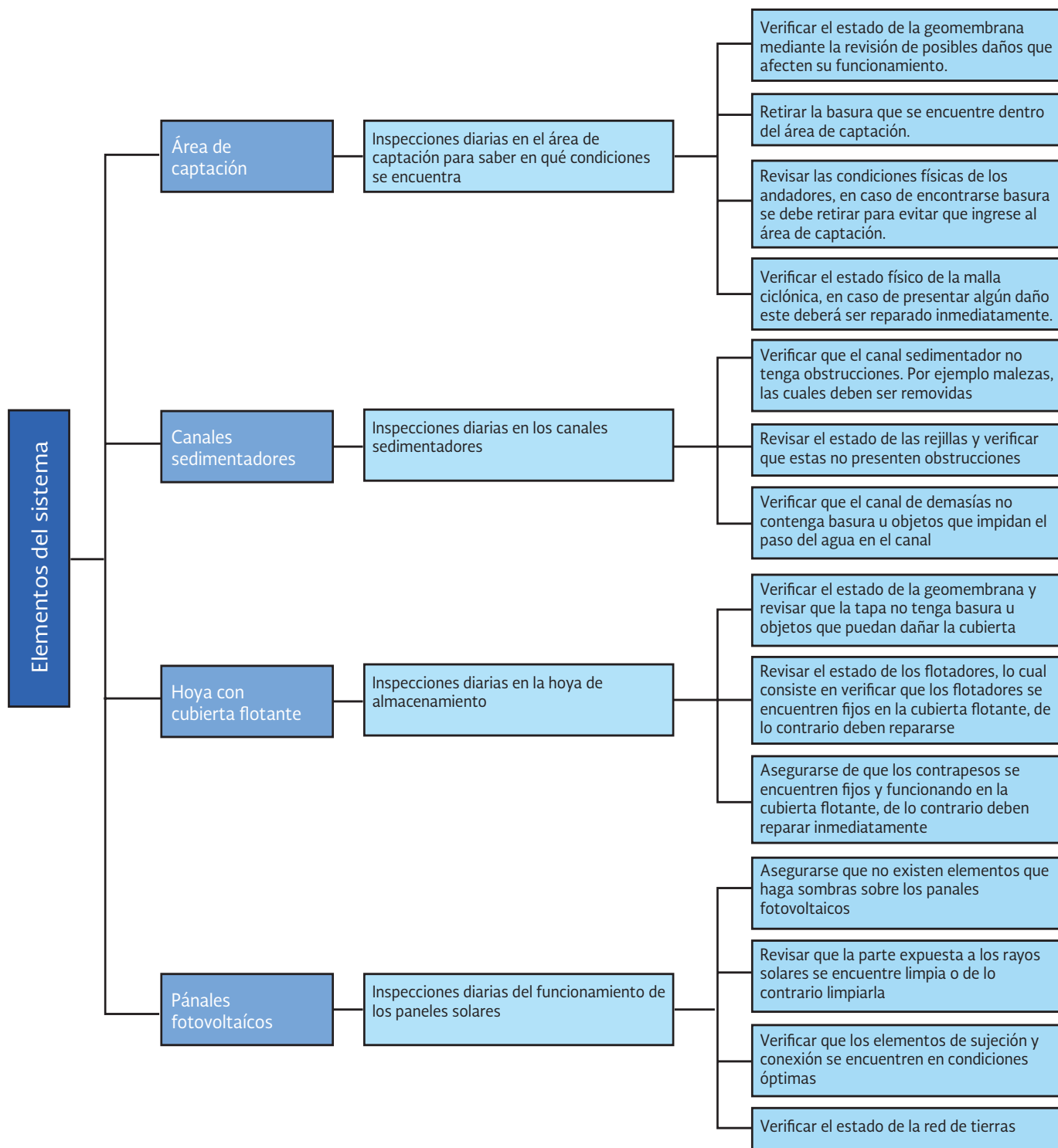


Figura 14. Operación del área de captación, hoya de almacenamiento, canales sedimentadores y pánales fotovoltaicos.

# Línea de conducción

La operación del sistema consiste en el abastecimiento de agua a la planta purificadora o al tanque de regulación, este último solo como una opción en caso que se presente un evento extraordinario de escasez de agua en la población.

En cuanto al abastecimiento de la planta purificadora se abastece primero la cisterna de 500 m<sup>3</sup> y posterior la de 50 m<sup>3</sup>.

A continuación se presentan los pasos a seguir para el abastecimiento de agua en cada una de las cisternas.

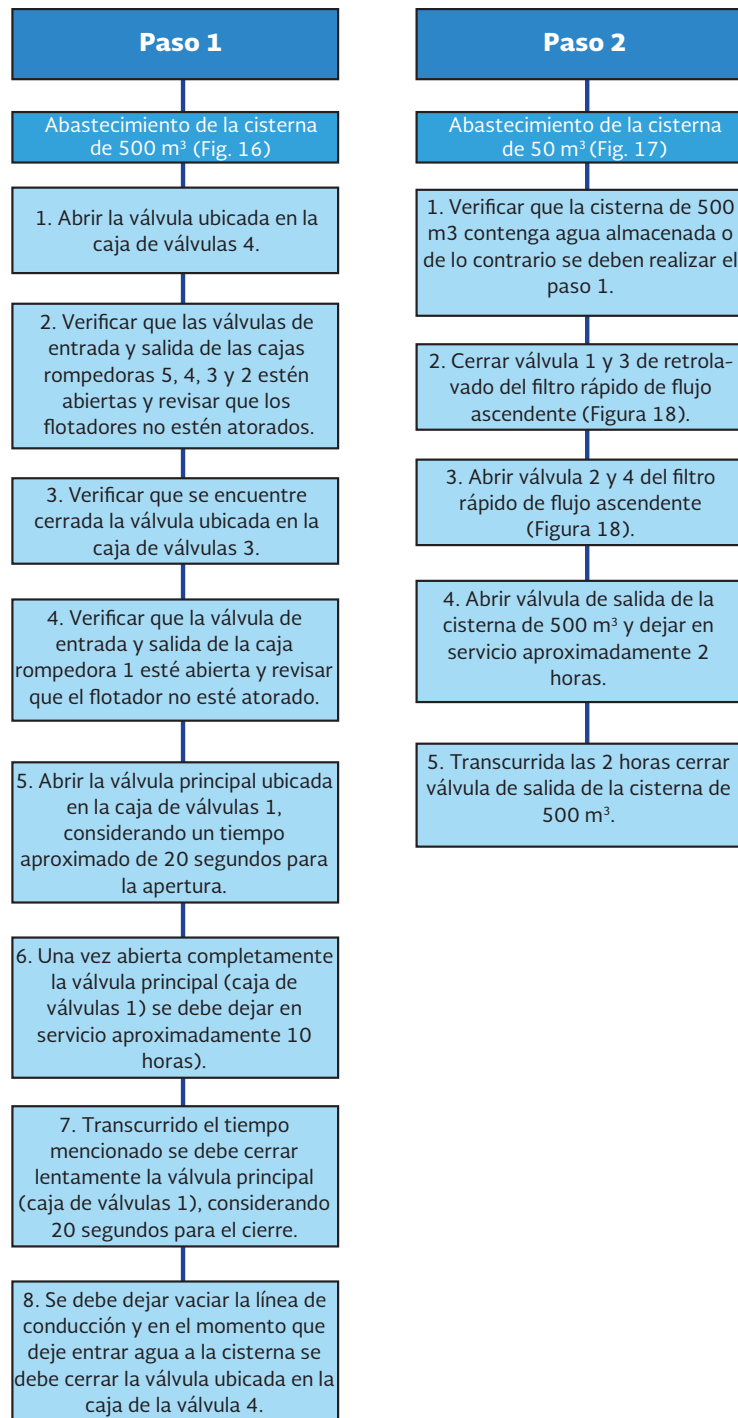


Figura 15. Diagrama de abastecimiento de agua a la planta purificadora.



Figura 16. Esquema del abastecimiento de agua a la cisterna de 500 m³.

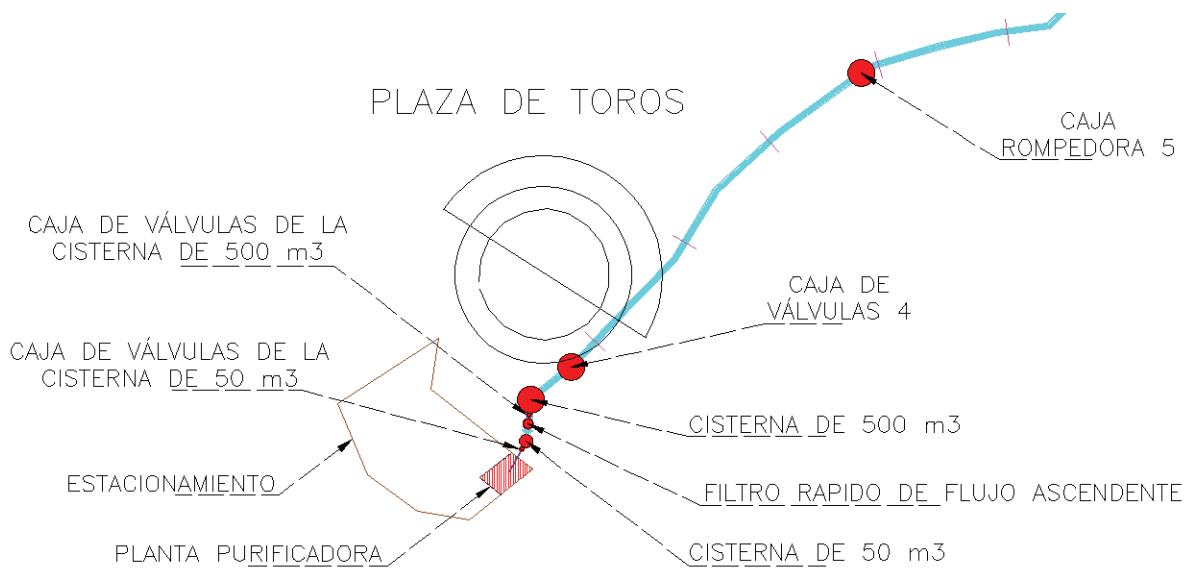


Figura 17. Esquema del abastecimiento de agua a la cisterna de 50 m³.

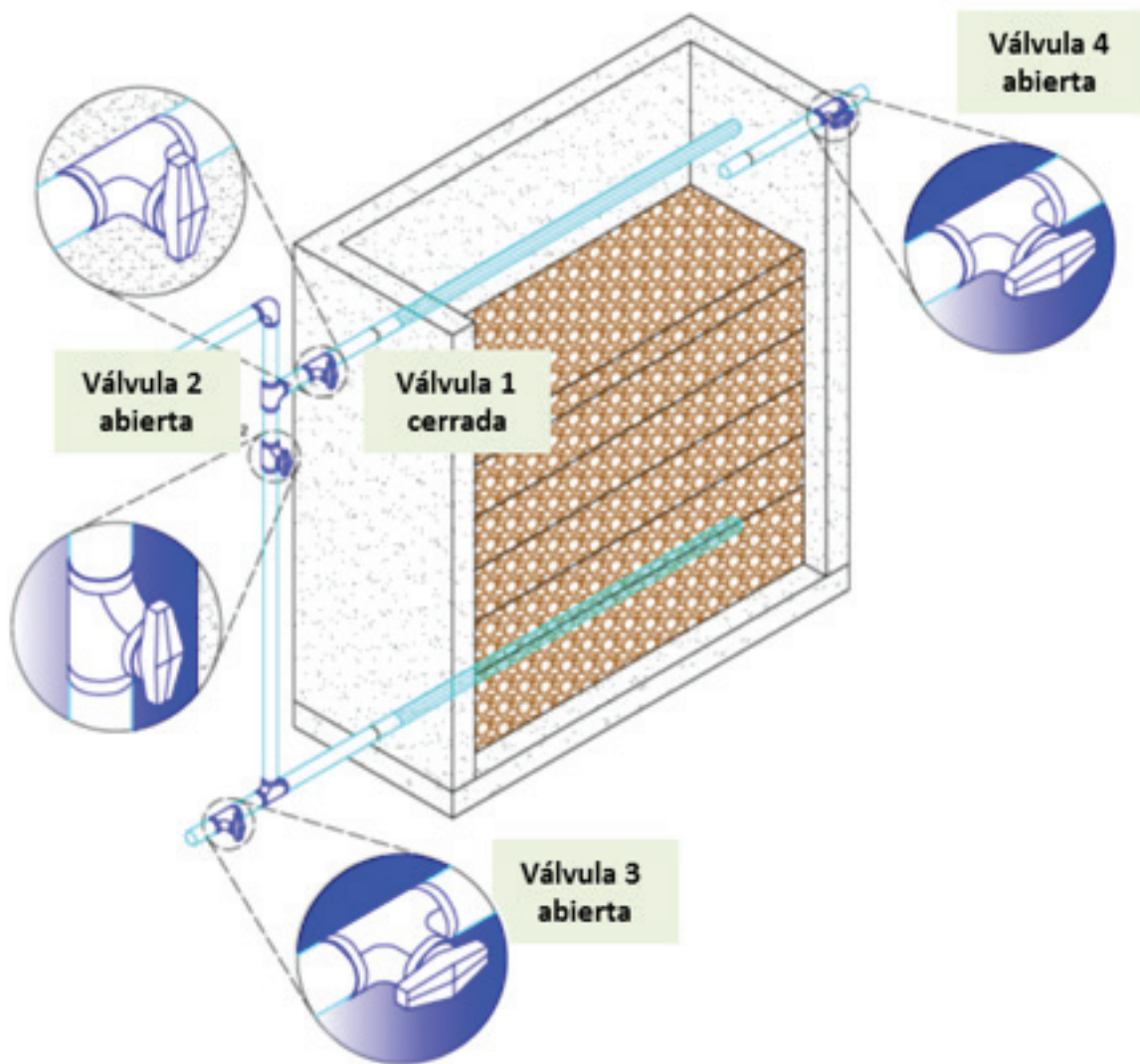


Figura 18. Filtro rápido de flujo ascendente en operación.

## Planta purificadora

Para iniciar la operación de la planta, verificar que la cisterna de 50 m<sup>3</sup> tenga agua, de lo contrario de debe realizar el procedimiento para su abastecimiento descrito en la Figura 15. Adicionalmente se debe verificar que las válvulas de la caja de válvulas de esta cisterna estén abiertas.

| No. de válvula       | Función  |
|----------------------|--|
| 1,2,3                | Control del flujo de agua en el sistema de purificación. |
| 4,5,6,7,8,9,10,15,16 | Lavado de garrafones                                     |
| 11                   | Limpieza interior de la tubería.                         |
| 12,13,14             | Llenado de garrafones                                    |

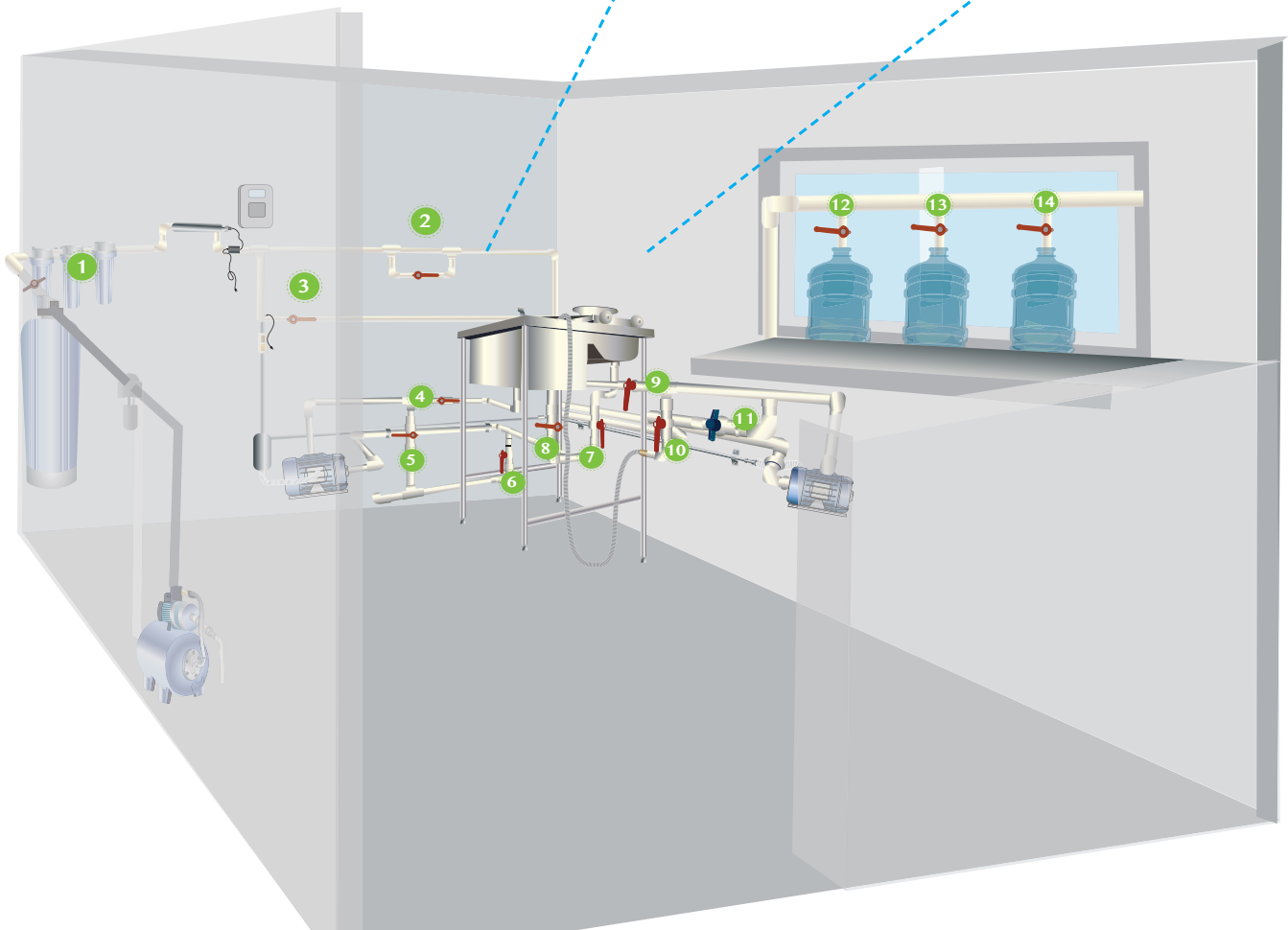
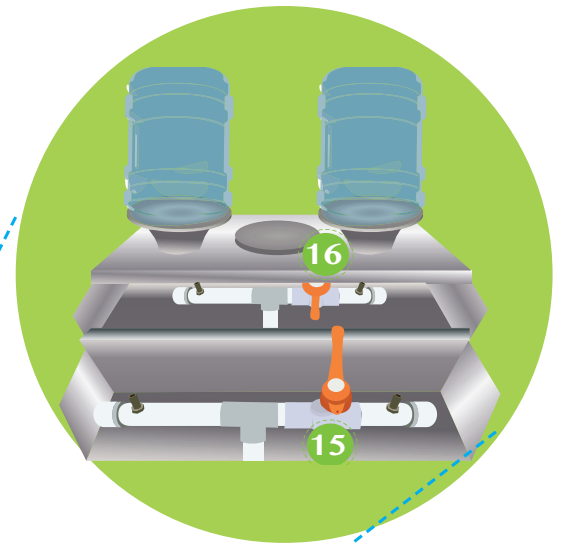


Figura 19. Diagrama de válvulas de la planta purificadora.



Además, se debe realizar una limpieza general de la planta purificadora para retirar todo el polvo que se encuentre en el lugar. Principalmente esta limpieza consiste en el barrido y trapeado del piso, lavado del baño, limpieza de los equipos, barra y de los cristales.

Adicionalmente, para poder realizar las actividades se debe tener identificada la numeración de las válvulas que se encuentran en el sistema (Figura 19).

### Arranque.

Para iniciar el arranque de la planta se deberá realizar el siguiente procedimiento (Figura 20):

1. Verificar que la válvula 11, 12, 13, 14 estén cerradas.
2. Verificar que la lavadora de garrafones se encuentre apagada (botones localizados a lado izquierdo de la lavadora).
3. Abrir válvula 1, 2 y 3.
4. Conectar a la corriente eléctrica la lavadora de garrafones, lámpara UV, generador de ozono y pistola de calor.
5. Abrir la válvula 11 durante un lapso de 3 a 5 minutos para limpiar la tubería interior; posteriormente cerrar esta válvula 11.

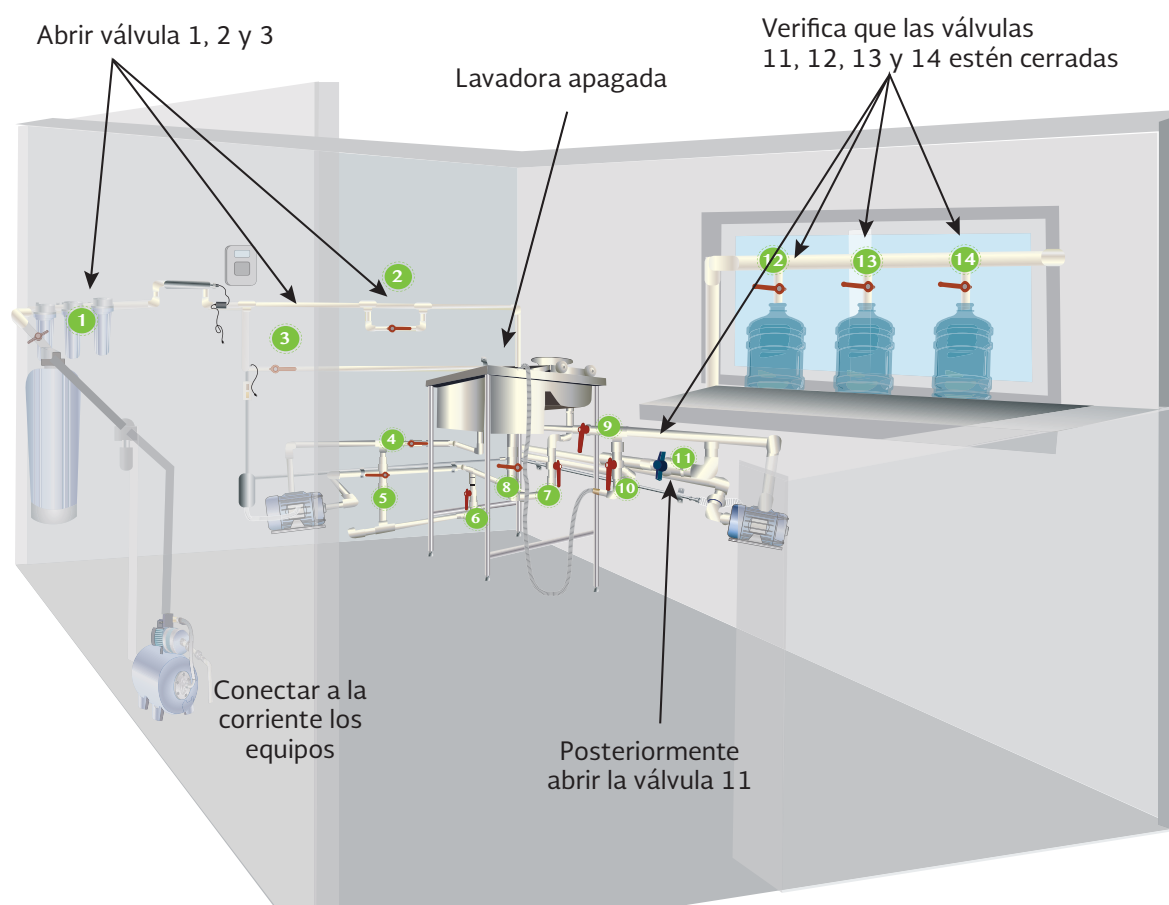


Figura 20. Esquema arranque de la planta.

## Lavado del garrafón

El lavado consiste en retirar los contaminantes que existan en el interior o exterior del garrafón y que interfieren en la calidad del agua que se va almacenar.

En este caso, se puede lavar uno o dos garrafones simultáneamente. Si solo se desea lavar un garrafón de deberá cerrar la válvula 10 y 11 (Figura 19), con lo cual solo puede operar el lado izquierdo de la lavadora (visto de frente); o de lo contrario estas válvulas deben permanecer abiertas.

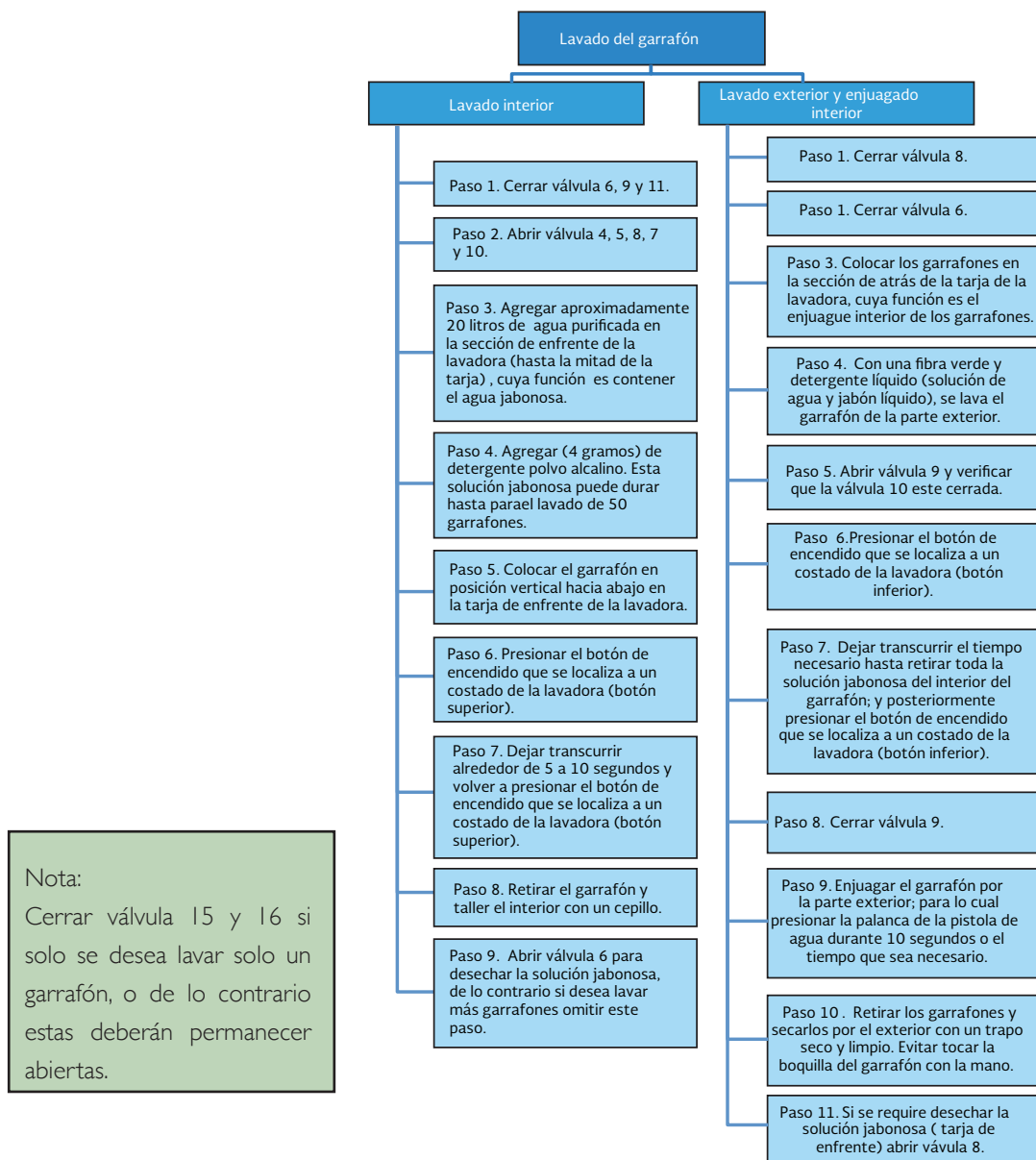


Figura 21. Procedimiento de lavado de garrafones.

A continuación se presentan la Figura 22 con los pasos detallados del lavado de garrafones.

### Lavado interior

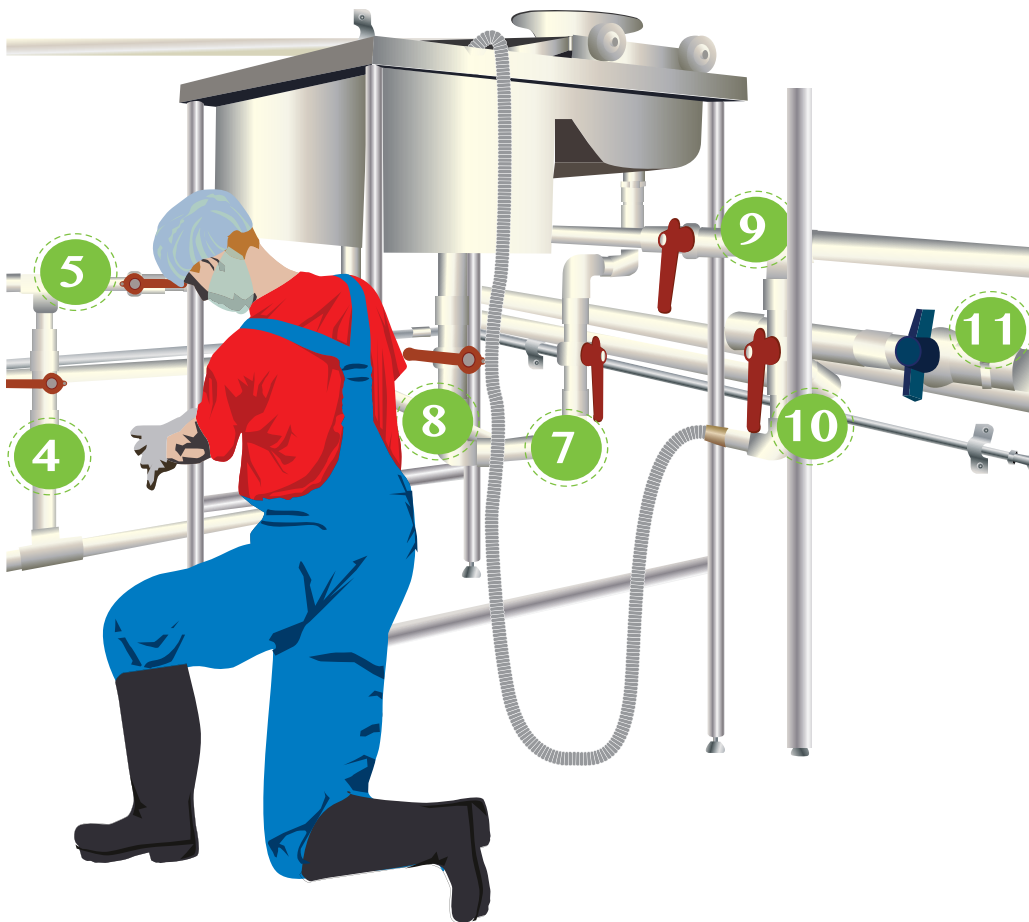


Figura 22 a. Paso 1. Verificar que las válvulas 4, 7 y 8 de la lavadora estén abiertas y las válvulas 3, 5, 6 y 9 estén cerradas.



Figura 22 b. Paso 2. Se agregan 20 L de agua purificada.



Figura 22 c. Paso 3. Se agregan 2 gramos de detergente alcalino.



Figura 22 d. Paso 5 y 7. Se presiona el boton de encendido/apagado



Figura 22 e. Paso 6. Se gira el garrafón sobre el propio eje.



Figura 22 f. Paso 8. Se talla el interior con un cepillo.



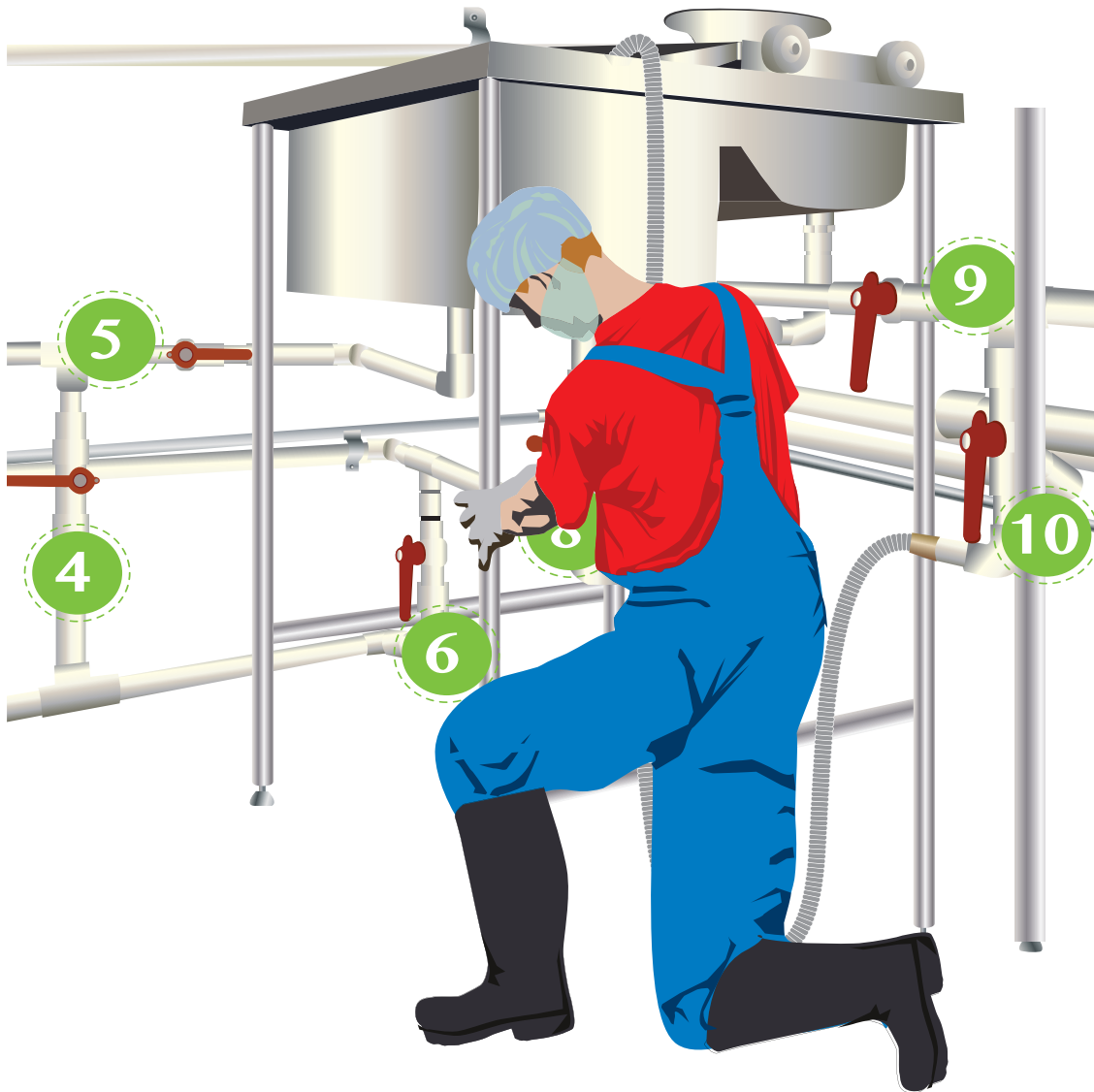


Figura 22 g. Abrir válvula 5 y 6 para desechar la solución jabonosa. Si se desea lavar más garrafones con esta solución omitir este paso.

## Procedimiento para el llenado de garrafones

1. Verificar que el equipo de ozono esté conectado a la corriente eléctrica y presionar el botón de encendido.
2. Colocar los garrafones previamente lavados en posición vertical en el área de llenado.
3. Abrir válvula 12, 13 o 14 según la posición en que se ubiquen los garrafones que se deseen llenar (Figura 23).

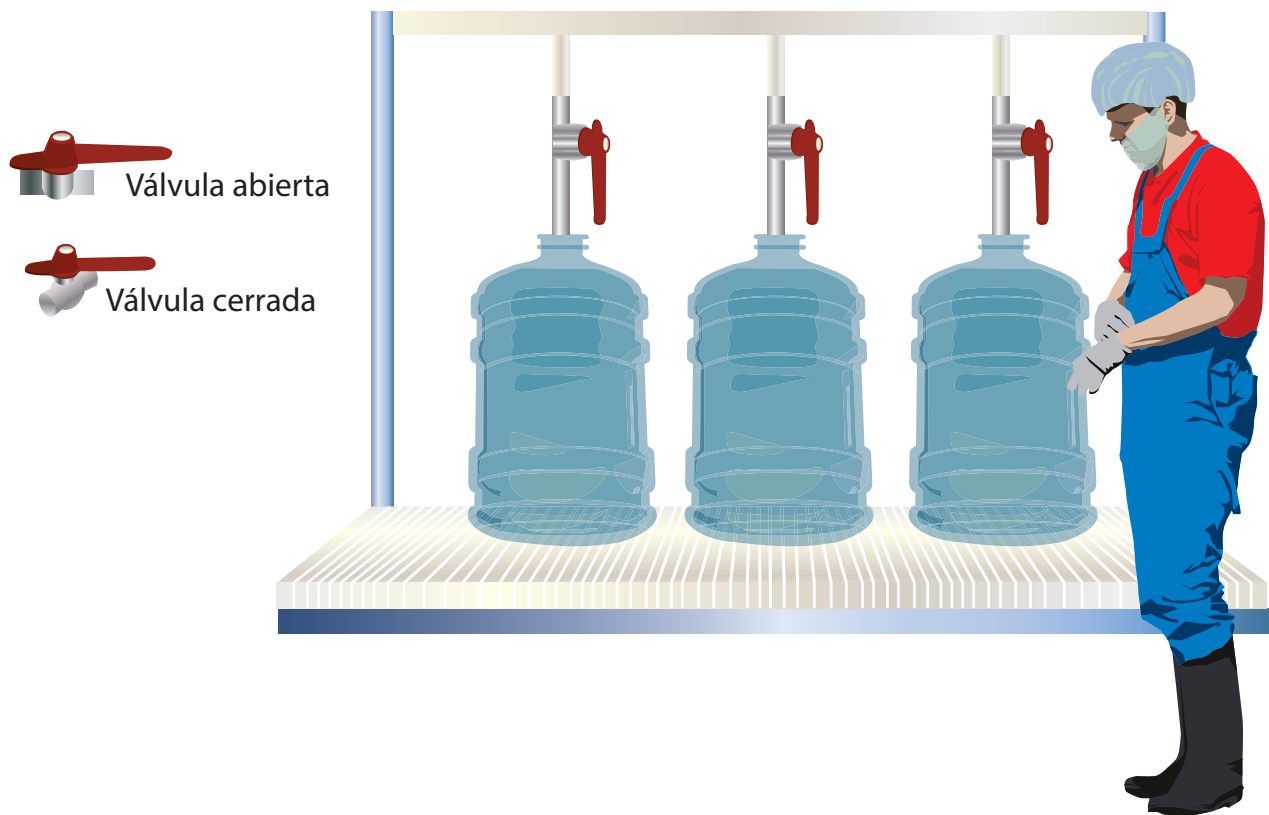


Figura 23. Llenado de garrafones.

## Sellado del garrafón.

Etapa del proceso de suma importancia, ya que es necesario garantizar la calidad del agua almacenada.

1. Colocar: a) liner; b) tapa y c) sello de garantía al garrafón (Figura 24).
2. Dirigir la boquilla de la pistola de calor hacia el sello durante unos

segundos, hasta que el sello quede completamente adherido.

3. Al finalizar el sellado pasar un trapo seco y limpio por el exterior del garrafón.
4. El garrafón queda sellado completamente, garantizando que el agua contenida en el garrafón queda protegida a alguna contaminación externa que se presente.



a) Colocación de liner.



b) Colocación de Tapa.



c) Colocación del sello de garantía con una pistola de calor.

**Nota:**

La pistola de calor se debe colocar en la opción de aire caliente temperatura media y se debe dejar calentar unos segundos antes de su uso.

Figura 24. Sellado del garrafón.

Al concluir la jornada laboral de trabajo se debe desconectar de la corriente eléctrica la lámpara UV, generador de ozono e hidroneumático.

Posteriormente se vacía la tubería de agua realizando lo siguiente (Figura 25):

Abrir válvula 11.

Colocar un garrafón debajo de las válvulas 12, 13 o 14; y posteriormente, ya que disminuya la velocidad de salida del agua cerrar nuevamente estas válvulas.

Para finalizar se cierra la válvula 11.

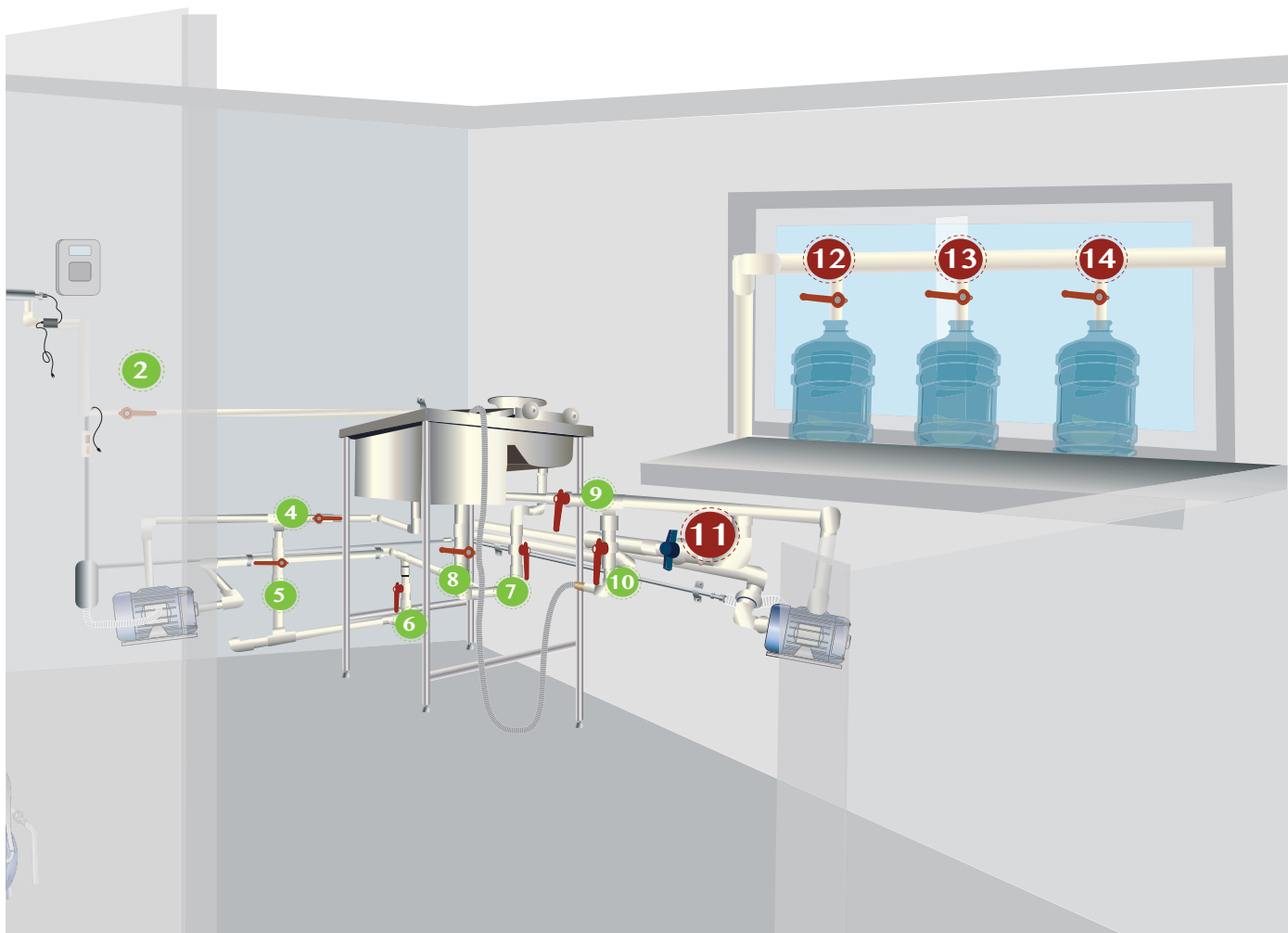


Figura 25. Diagrama de válvulas para la conclusión de la jornada laboral.

## Abastecimiento del tanque de regularización.

Para abastecer al tanque de regularización el cual suministra agua a la población en caso de un evento de escasez, se debe seguir el siguiente procedimiento (Figura 26 y Figura 27):

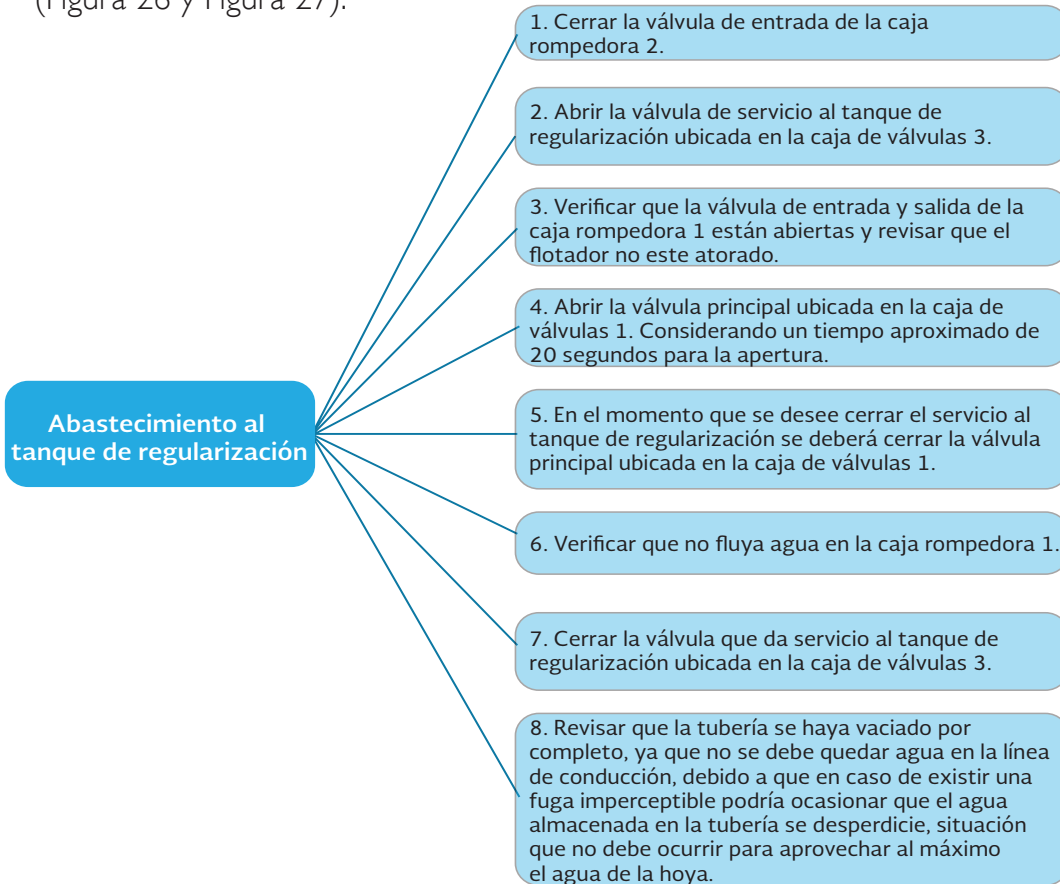


Figura 26. Abastecimiento al tanque de regularización.



Figura 27. Servicio al tanque de regularización



# Mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia

## Área de captación y hoyo de almacenamiento

La limpieza tanto del área de captación y de la hoyo de almacenamiento, representa un importante proceso para que el agua mantenga una buena calidad. Además de ello, el mantenimiento de estas permite aumentar la vida útil de la geomembrana que las recubre.

Los mantenimientos se denominarán menores y mayores de acuerdo a la complejidad que representan (Figura 28). El personal requerido se describe en la tabla de la página 23 y 24 de este manual.

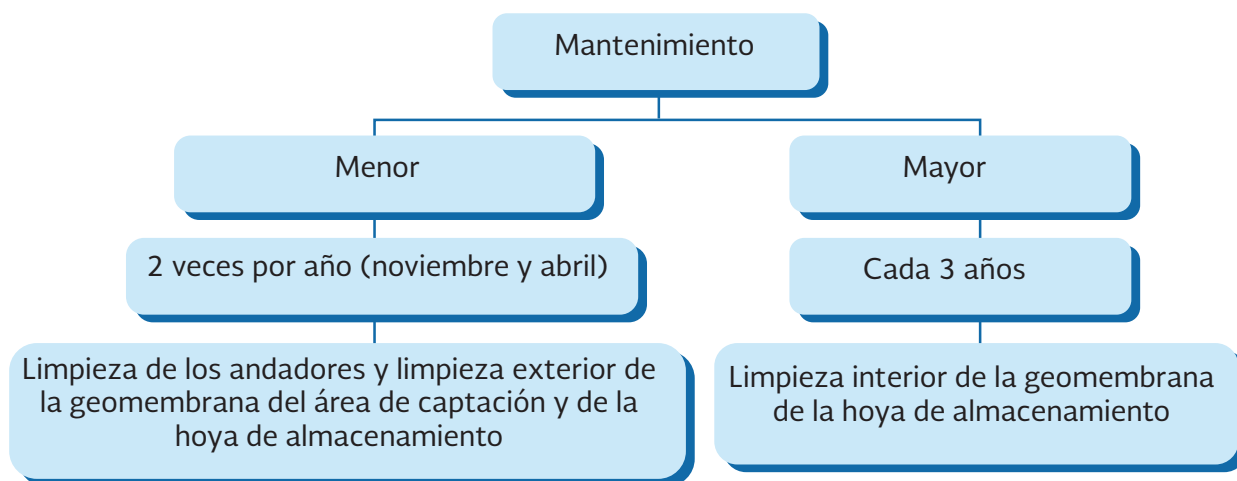


Figura 28. Mantenimiento del área de captación y hoyo de almacenamiento

## Limpeza de andadores

Esta actividad tiene la finalidad de lavar los pasillos de toda el área de captación y hoyo de almacenamiento, a través del retiro de toda la vegetación, basura, polvo y cualquier otro agente que pudiese dañar a futuro las losas de concreto y/o geomembrana (Figura 29).

Adicionalmente ayuda a que en el temporal de lluvias el agua que escurre por los andadores no arrastre tierra ni basura hacia el área de captación o al interior de la hoyo.

Para el lavado de los pasillos se debe tallar perfectamente el concreto utilizando

escobas y agua; para esta actividad se requiere de mínimo dos cuadrillas de dos a tres personas.

Adicionalmente es necesario deshierbar y retirar la basura que se encuentre en el perímetro del área de captación hasta 3 metros a partir de la malla ciclónica.

Es importante señalar que el agua que se utiliza para estas actividades no debe caer dentro de la hoyo de almacenamiento, por lo se lleva hacia una orilla de la hoyo o del área de captación donde no contamine el agua que ya se encuentre almacenada.



Figura 29. Limpieza de andadores.

## Herramientas que se usan en la limpieza

| Herramientas  | Equipo y material |
|---|-------------------|
| Escobas.<br>Traperos.<br>Franelas.<br>Botes.<br>Baldes.<br>Tijeras para jardín. | Zapatos de goma   |



## Limpeza exterior de la geomembrana

Esta actividad consiste en lavar perfectamente la geomembrana con agua.

### Área de captación

Para el lavado de la geomembrana se talla con escobas por todo el largo y ancho de ésta con agua, posteriormente al tallado se enjuaga con agua limpia por medio de cubetas (Figura 30).

Al concluir el lavado se secan los restos de agua utilizando franelas y trapeadores limpios con la finalidad de evitar que el agua sucia escurra hacia la hoya.

Estas actividades se realizan mínimo con dos cuadrillas de tres personas. Es importante que el personal que intervenga en esta actividad utilice zapatos de goma para no dañar la geomembrana.

Una vez que se encuentra perfectamente limpia la geomembrana se procede a realizar una revisión detallada de su estado físico; si se llegase a encontrar alguna rasgadura se informa a la autoridad en turno para que ellos a su vez se comuniquen con el personal correspondiente para su reparación.

Adicionalmente se revisa el estado físico de la malla ciclónica. Esta malla perimetral debe estar libre de vegetación, estar tensa y cerrada completamente, de no ser así se deshierba y fija nuevamente al piso y/o a sus postes (Figura 31).



Figura 30. Limpieza del área de captación.




Figura 31. Revisión del estado físico de la malla ciclónica..

## Hoya de almacenamiento

En esta actividad se realiza el lavado de la cubierta flotante de la hoya de almacenamiento, para lo cual se requiere de las siguientes herramientas, equipo y material.

Para este lavado se deben realizar las siguientes actividades:

## Herramientas que se usan en la limpieza de la hoya

| Herramientas   | Equipo y material   |
|--|---|
| <p>Palas.<br/>Escobas.<br/>Trapeadores de piso.<br/>Esponjas de poliuretano.<br/>Franelas.<br/>Botes.<br/>Balde.</p>  | <p>Zapatos de goma.<br/>Bomba de motor a gasolina con salida de 2" de diámetro.<br/>Manguera de 2" de diámetro para bomba.<br/>Manguera de 1" de diámetro para bomba.<br/>Pichancho y conectores de 2" de diámetro.<br/>Reductores de 2" a 1".<br/>Conectores de manguera de 1".<br/>Jaladores de agua para piso.</p> |

- a) Extracción del agua que se encuentra por encima de la cubierta flotante.

Al inicio de esta actividad se debe tener la tapa totalmente seca, en caso de que se tenga mucha agua se podrá apoyar con

una bomba de gasolina para acelerar el secado, una vez que no sea posible extraer el agua con la bomba de 2" de diámetro, se cambian las conexiones para utilizar la manguera de 1" de diámetro para retirar el agua restante (Figura 32 y Figura 33).



Figura 32. Retiro del agua que se encuentra por encima de la cubierta flotante.



Figura 33. Bombeo y extracción del agua de la cubierta flotante

El primer paso es, introducir la manguera de 2" de diámetro con su pichancha en donde visualmente se vea mayor cantidad de agua acumulada; en caso de existir otra acumulación de agua en otro sitio de la hoya, se tiene que cambiar la pichancha a dicho sitio.

Cuando el agua acumulada no pueda ser extraída por la pichancha de 2" de diámetro, se cambian las conexiones de la bomba para utilizar la manguera de 1" de diámetro.

Al finalizar la extracción de agua y si se presentan charcos mínimos o residuos sedimentados con humedad se tiene que retirar manualmente con la ayuda de escobas, trapeadores y/o jaladores implicando mayor cantidad de mano de obra para esta actividad (Figura 34).

El tiempo de todo este proceso es variable ya que depende de la cantidad de agua que se tenga en la cubierta flotante y de la capacidad de las bombas que se estén utilizando. Esta actividad

ocupa al menos dos personas para las maniobras del equipo.

En cuanto al personal que entre a la cubierta de la hoya, tiene que utilizar calzado de goma para evitar dañar la geomembrana, pero además debe tener especial cuidado en el manejo de los equipos.

b) Lavado de la tapa (geomembrana de PVC).

Una vez retirada la mayor cantidad de agua posible, se barre y lava (agua y jabón) la tapa para retirar la basura y el sedimento acumulado con la ayuda de escobas, trapeadores y jaladores (Figura 35). Al realizar esta actividad se debe tener cuidado de no dañar la tapa, los componentes de la cubierta flotante (flotadores y contrapesos) y los sistemas de bombeo.



Figura 34. Retiro manual de los charcos o residuos sedimentados.

**NOTA.** Tomar todas las medidas de seguridad al ingresar a la cubierta de la hoya, ya que existe el riesgo de quedar atrapado por la geomembrana si se camina sobre ésta y hay una acumulación importante de agua por encima y debajo de la cubierta,

Para iniciar esta actividad se debe repartir el área en secciones de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> por cada una, e ir barriendo y tallando sección por sección para hacer más fácil y eficaz la limpieza. Todos los residuos generados en esta actividad se deben llevar hacia un solo lado en común, para posteriormente sacarlos con la manguera de 1" de diámetro o por medio de botes, todo dependerá de la cantidad de residuos que se generen. Para realizar esta actividad se requiere de dos a tres cuadrillas de tres personas cada una.

Una vez retirada el agua con la basura, polvo y cualquier otro residuo que se encuentre por encima de la geomembrana, se procede al trapeado, el cual se deberá realizar con trapeadores o esponjas de poliuretano. El trapeado se realizará las veces que sea necesario hasta que el supervisor de la limpieza considere pertinente. Visualmente el área tiene que estar libre de toda basura, polvo o sedimento adherido a la geomembrana (Figura 36).



Figura 35. Retiro del sedimento adherido a la geomembrana.



Figura 36. Área libre de basura y polvo.

## **Limpieza interior de la geomembrana (mantenimiento mayor)**

Antes de iniciar esta actividad se debe realizar el procedimiento de limpieza exterior de la geomembrana, tal como se menciona en la página 47, adicionalmente se debe desalojar el agua almacenada del interior de la hoya, a través de la apertura de la válvula de limpieza de la hoya.

Para iniciar la limpieza interior de la geomembrana se retira todo el sedimento que se encuentre dentro de la hoya, para lo cual se deberá cortar el perímetro superior de la cubierta, de manera que se pueda ingresar al interior de la hoya para poder llevar a cabo el retiro de los sedimentos; es de vital importancia que se tenga cuidado a la hora de cortar la cubierta flotante, de no ser así, podría dañarse la geomembrana y requerir mayores reparaciones, lo cual implica mayor mano de obra, tiempo y costo.

La forma más idónea para realizar el corte de la geomembrana es a través de las cuatro esquinas de los taludes, partiendo desde cada una de las 4 esquinas del piso, y subiendo por la línea que forman los taludes en las esquinas (vértices), así como también realizar el corte en el rectángulo que se forma en el piso de la hoya (Figura 37). El corte que se realiza a la geomembrana debe de ser lo más recto posible, ya que de esto dependerá la complejidad para volver a sellar la tapa. Después de realizar los cortes se retira el rectángulo de la base de la tapa y se doblan los taludes de la geomembrana hacia arriba para que quede descubierta la geomembrana del fondo.

Si llegan a quedar charcos mínimos o residuos sedimentados con humedad se tienen que retirar manualmente como se realizó en el apartado correspondiente a la limpieza exterior de la hoya de almacenamiento.

Posteriormente se procede a lavar, extraer y secar la geomembrana de fondo. Esta actividad se realiza con la ayuda de escobas, trapeadores, esponjas de poliuretano y cubetas. El personal requerido para realizar este trabajo está en función del área a limpiar.

Adicionalmente al lavado de la geomembrana se debe realizar una revisión física de esta, ya que si se observa algún orificio o daño originado durante el procedimiento de corte se debe reparar el daño detectado antes de volver a colocar la cubierta flotante (Figura 38). Una vez que se haya revisado toda el área descubierta, se procederá a sellar herméticamente (termofusionar) la tapa para cubrir nuevamente la hoya y volver a tener la cubierta lista para captar el agua de lluvia.

El proceso de colocar nuevamente la tapa consiste en una “corbata” o una “tira” de geomembrana de 50 cm de ancho en todo lo largo de la geomembrana cortada. El sellado será con aire caliente (termofusionar), revisando que quede perfectamente unida.

El corte del perímetro, revisión, reparación de fisuras, unión y fijación de la geomembrana requieren de personal altamente capacitado.

Para la realización de las actividades de limpieza interior, se deberá poner en contacto con el proveedor de geomembrana.



Figura 37. Trazo y corte de la cubierta de geomembrana.



a) Ejemplos de daños en la geomembrana.

b) Reparación de daños a la geomembrana.

Figura 38. Reparación de daños a la geomembrana.

## Canal sedimentador y canal de demasías

El mantenimiento consiste en retirar los sólidos atrapados en el canal sedimentador y en el canal de demasías; con el objetivo de evitar el ingreso de sólidos a la hoya de almacenamiento (Figura 39).

La limpieza de los canales se debe realizar después de que se haya vaciado el agua del canal a la hoya, y en cuanto al canal de demasías se debe realizar antes del inicio de la temporada de lluvias.



a) Canal de demasías.



b) Canal sedimentador.

Figura 39. Canales sedimentadores y canal de demasías.



## Paneles fotovoltaicos

### Mantenimiento menor

El mantenimiento menor consiste en limpiar la superficie del panel debido a los desechos de las aves o tierra; para evitar que las aves se posen en el panel se colocan pequeñas antenas elásticas. Esta limpieza debe realizar mensualmente (Figura 40).

La limpieza se realiza con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) y de preferencia fuera de las horas centrales

del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel (sobre todo en verano).

Adicionalmente cada 6 meses se realizan pruebas de termografía infrarroja; donde se verifica que ningún punto este fuera del rango de temperatura permitido por el fabricante, sobre todo en los meses de verano. Esta actividad la realizará personal capacitado.



Figura 40. Mantenimiento de los paneles fotovoltaicos.

## Mantenimiento mayor

Este mantenimiento se lleva a cabo anualmente y consiste en revisar el estado de las conexiones eléctricas del panel (este mantenimiento se realiza de preferencia con personal calificado).

La revisión consistirá en:

- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldaduras de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a las terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituyen las piezas en mal estado y/o se limpian las terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60° C, se medirá la

tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

## Línea de conducción

El mantenimiento de la línea consiste en verificar el funcionamiento de las válvulas, fugas, limpieza por donde pasa la línea etc.

A continuación se mencionan las actividades de mantenimiento:

- Cada vez que se ponga en funcionamiento la línea de conducción, se debe verificar que no existan fugas en el trazo de la línea, principalmente se debe verificar en las juntas de las bridas de las válvulas.
- Una vez por año debe realizarse una inspección general de toda la línea (válvulas, registros, etc.).
- Chaponeo sobre la línea de conducción, mantener limpio el trazo (Figura 41).



Figura 41. Limpieza por donde pasa la línea de conducción

- Si las válvulas presentan fugas, se debe identificar si es en la junta de las bridas, entre el cuerpo y la tapa o sobre el eje. En cualquiera de los casos debe sustituirse el empaque correspondiente. Si la fuga es en la junta se debe comprar empaques de neopreno (según el diámetro de la válvula), retirar la válvula y colocar el empaque nuevo. Si la fuga es entre el cuerpo y la tapa o sobre el eje, tendrá que ponerse en contacto con el proveedor para hacerse la sustitución de los empaques (Figura 42).
- Cada dos años pintar todas y cada una de las válvulas, evitando así la corrosión de las mismas.
- Al abrir y cerrar las válvulas, no se debe forzar el vástago, se debe apretar de manera “normal” la válvula tanto al llegar al tope de apertura como de cierre.
- Pintura y mantenimiento a las tapas, limpieza interior de las cajas.

## Filtro rápido de flujo ascendente

El mantenimiento consiste en lavar (retrolavado) el medio granular para desechar los sólidos retenidos durante la operación del filtro.

En el retrolavado el agua entra por la parte superior para expandir y lavar el medio granular y sale por la parte inferior hacia el drenaje para desechar los sólidos. Este retrolavado se debe realizar mínimo una vez por semana o cuando se observe una disminución del flujo de salida hacia la cisterna de 50 m<sup>3</sup>.

Para llevar a cabo este ciclo se deberá seguir el proceso mostrado en la Figura 43.

En el tiempo de retrolavado (Figura 43 paso 6), la posición de las válvulas abierto/cerrado debe estar como se muestra en la Figura 44.



Figura 42. Revisión de válvulas.

**Retrolavado**

1. Cerrar válvula de salida de la cisterna de 500 m<sup>3</sup>.
2. Cerrar válvula 2 del paso de agua al filtro
3. Cerrar válvula 4 de salida a la cisterna de 50 m<sup>3</sup>
4. Abrir válvula 1 y 3 de retrolavado
5. Abrir válvula de salida de la cisterna de 500 m<sup>3</sup>
6. Dejar transcurrir de 5 a 10 minutos para retrolavar
7. Transcurrido el tiempo anterior, cerrar válvula de salida de la cisterna de 500 m<sup>3</sup>
8. Abrir válvula de salida a la cisterna de 50 m<sup>3</sup>
9. Cerrar válvula 1 y 3 de retrolavado
10. Abrir válvula 2

Figura 43. Diagrama de retrolavado.

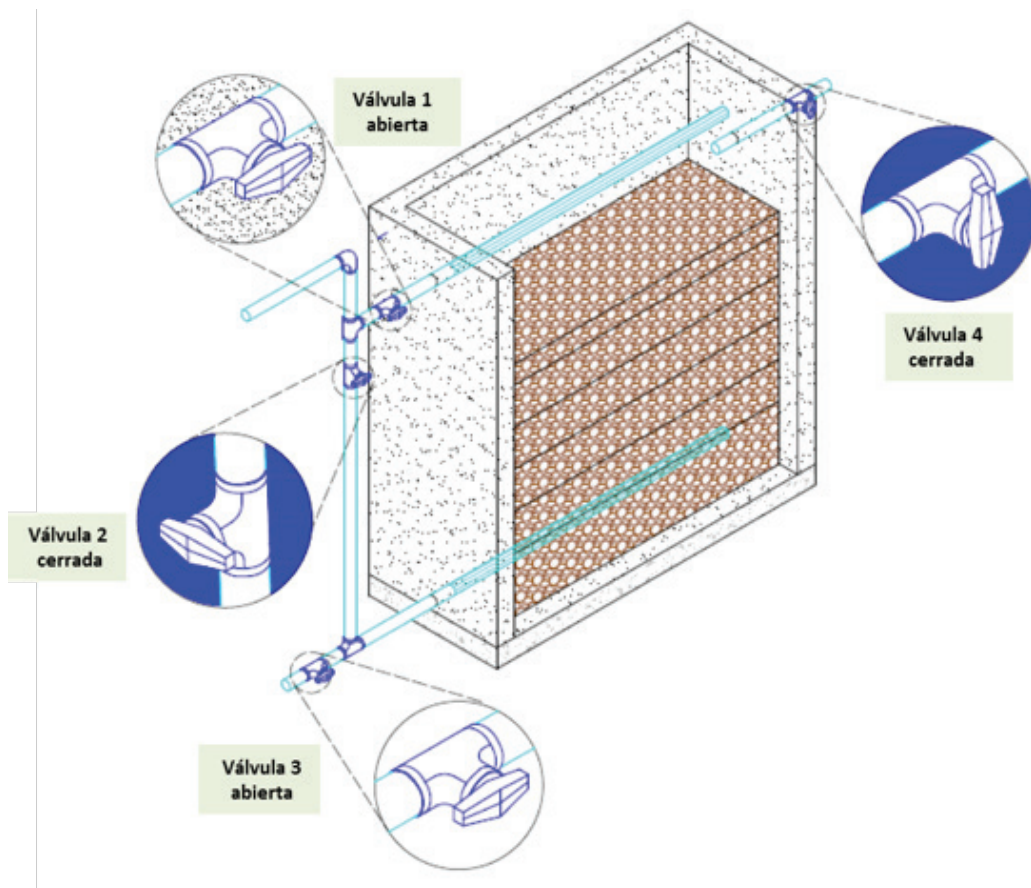


Figura 44. Posición de las válvulas durante el tiempo de retrolavado (paso 6).

## Cisterna de 500 y 50 m<sup>3</sup>

El mantenimiento de las cisternas debe realizarse al menos una vez al año o cuando sea necesario y consiste en:

- Limpieza interior (retiro de sólidos sedimentados y lavado de paredes interiores).
- Retiro de la basura acumulada en la losa de la cisterna.

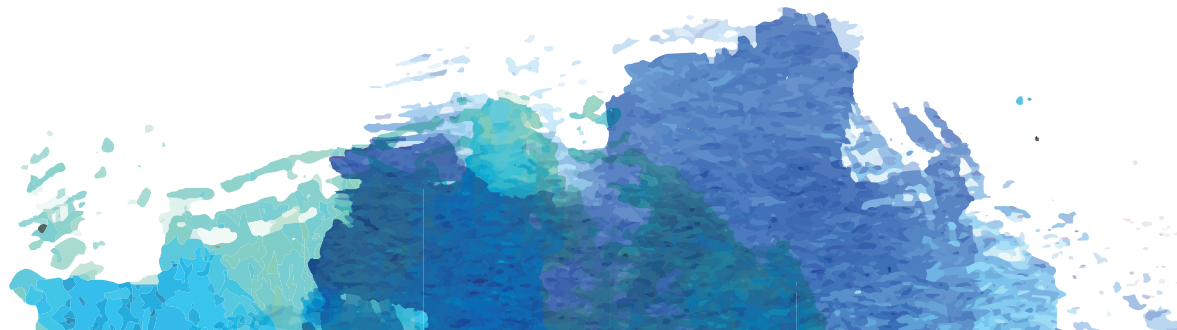
- Reparación de grietas y fisuras (interior y exterior del muro).
- Retoque de pintura exterior.

En caso de que se requieran reparar fugas o grietas en el interior de las cisternas o llevar a cabo la limpieza interna, se debe dejar de abastecer las cisternas y posteriormente el remanente se debe extraer de la siguiente manera (Figura 45):

### Extracción del remanente de agua de la cisterna

1. Cerrar válvula de salida de la cisterna de 500 m<sup>3</sup> según sea el caso.
2. Cerrar la válvula que abastece a la cisterna de 500 a 50m<sup>3</sup> según sea el caso.
3. Abrir la válvula de limpieza localizada en la parte exterior de la cisterna
4. Al finalizar la reparación o la limpieza interior, cerrar válvula de limpieza.

Figura 45. Extracción del remanente de agua de la cisterna



## Planta purificadora

La limpieza de cada uno de los equipos que forman parte de la purificadora, representa un importante proceso para que el agua mantenga una buena calidad.

Los mantenimientos se denominan menor y mayor de acuerdo a la periodicidad que se realizan (Figura 46).

Se recomienda hacer mantenimiento menor al filtro tamiz, filtro de lecho profundo y filtros pulidores; y mantenimiento mayor cada seis meses o un año a la planta completa, pero todo dependerá del uso que se tenga.

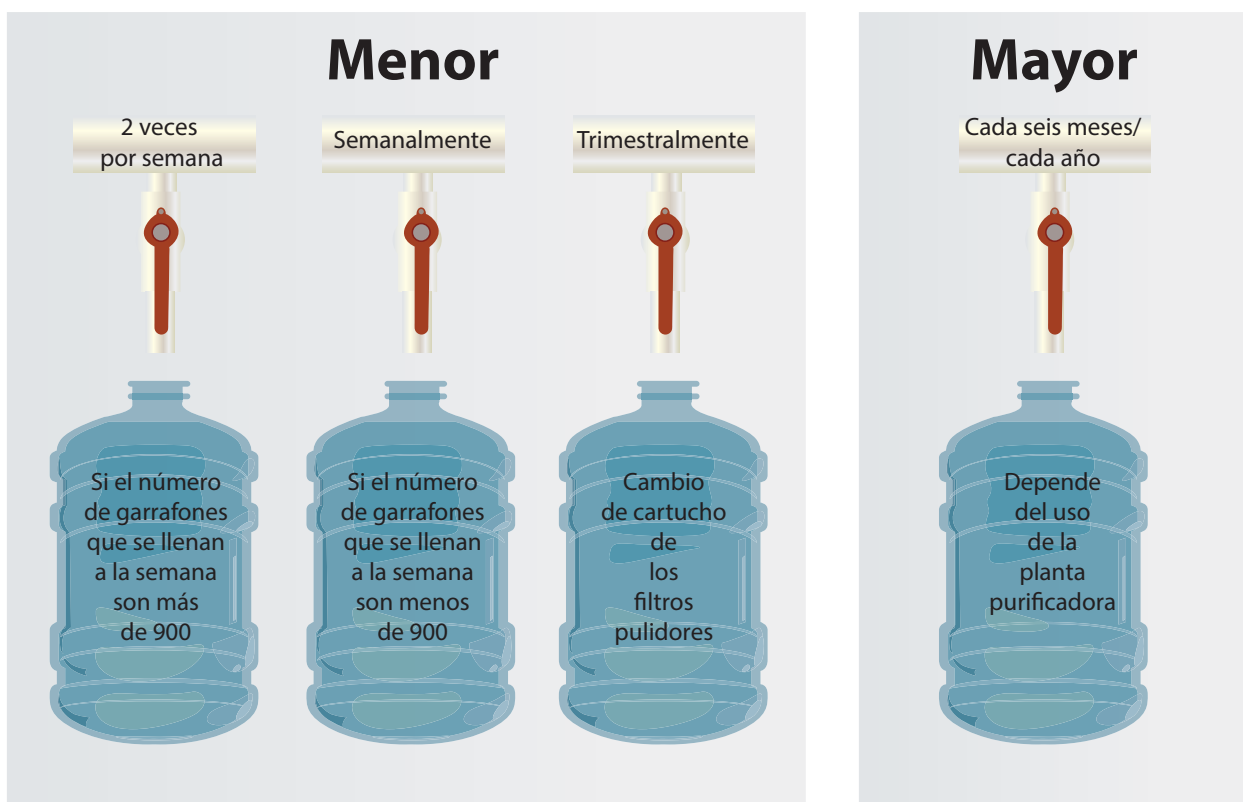


Figura 46. Mantenimiento de la planta purificadora.

## Mantenimiento menor.

Este mantenimiento se realiza de la siguiente manera:

### Filtro tamiz

**1** Cerrar válvula I



**2**



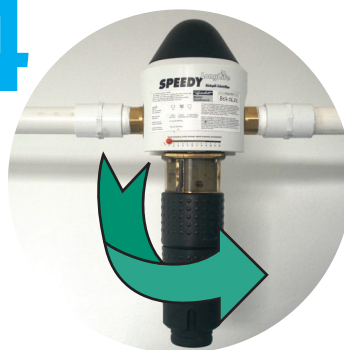
Colocar una cubeta de 20 litros por debajo del filtro tamiz

**3**



Girar la parte inferior del filtro en sentido de las manecillas del reloj, para el retiro del agua con los sólidos retenidos al interior del filtro

**4**



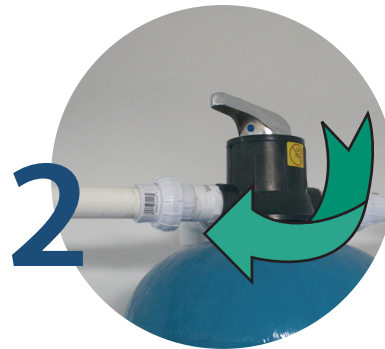
Una vez que el agua deje de salir, girar nuevamente la parte inferior del filtro en sentido contrario de las manecillas del reloj hasta que tope el seguro

### Filtros de lecho profundo

Consiste en un retrolavado cada 3 días, en el cual se hace pasar el agua de manera inversa al sentido original.



Cerrar válvula 1 y posteriormente girar la válvula del filtro de lecho profundo lentamente hasta que tope; esto último se hace en sentido contrario de las manecillas del reloj; esta actividad tiene como propósito retrolavar el filtro, la duración es de 10 minutos.



Girar 90° de regreso la válvula en sentido de las manecillas del reloj (queda a la mitad entre posición de operación y retrolavado); esta posición se mantiene durante 5 minutos.



Transcurrido este tiempo, se debe girar la válvula en sentido de las manecillas del reloj, para que nuevamente quede en la posición inicial.



Abrir válvula uno, girándola 90° en sentido contrario de las manecillas del reloj (la válvula regresa a la posición inicial).

Nota. Los giros deben hacerse lentamente. Cuando el empaque del filtro es nuevo se deben realizar al menos 10 ciclos de retrolavado de aproximadamente 15 minutos cada uno.



## Filtros pulidores

**1** Cerrar válvula 1.

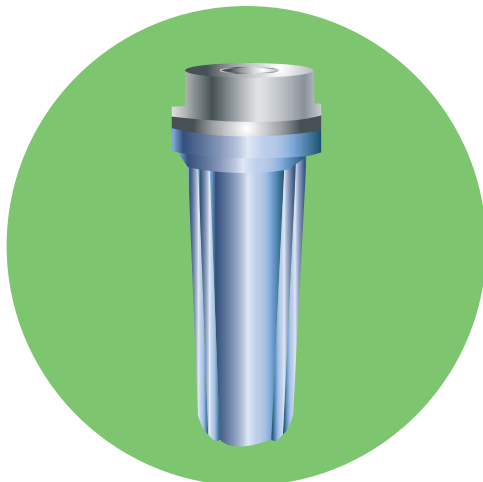


**2** Colocar un garrafón vacío en el área de llenado y abrir válvula 12, 13 o 14 según sea el caso; con la finalidad de liberar presión y poder retirar los filtros pulidores.

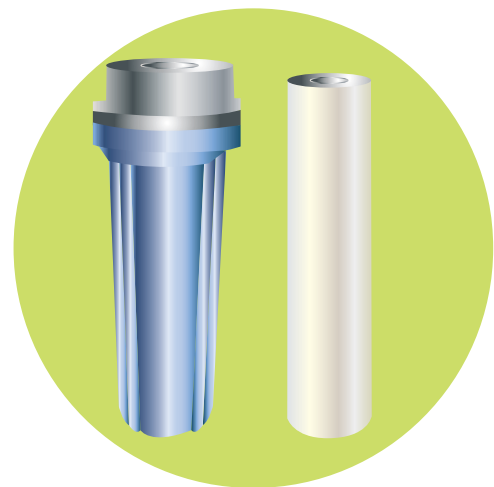


**3** Retirar los filtros pulidores (uno por uno) girando el filtro en sentido de las manecillas del reloj únicamente con la fuerza de las manos.

Nota: No utilizar herramienta para el retiro de los filtros



**4** Tirar el agua del filtro pulidor en la tarja de la lavadora y retirar el cartucho.

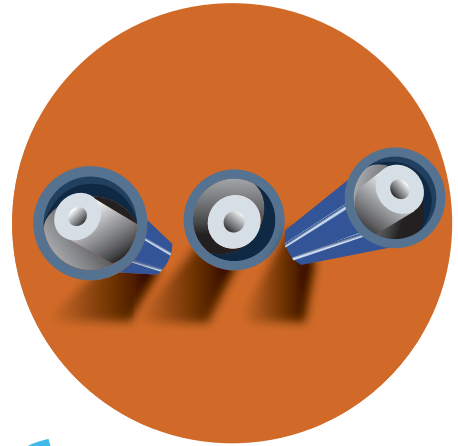


**5** Lavar el cartucho y/o reemplazarlo.

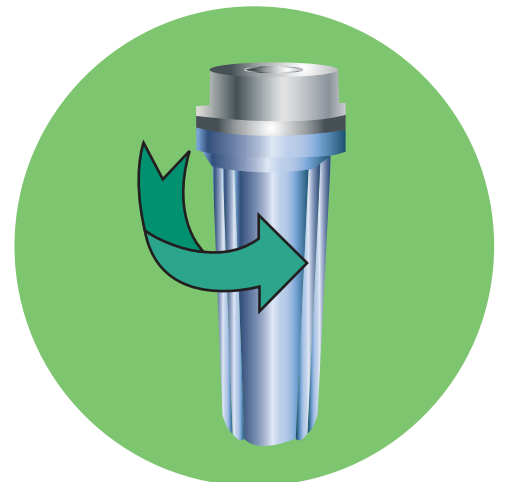
Nota: Si se realiza el mantenimiento de los filtros pulidores cada semana o cada quince días sólo deberá lavarse el cartucho con agua purificada a presión, de lo contrario reemplace cada tres meses.



**6** Colocar nuevamente el cartucho en medio del filtro.



**7** Instalar el filtro en el mismo lugar donde se localizaba, girando el filtro en sentido contrario de las manecillas del reloj.



**8** Abrir la válvula 1, girándola 90° en sentido contrario de las manecillas del reloj.



## Mantenimiento mayor.

El mantenimiento mayor a la planta purificadora se realiza cada seis meses o un año dependiendo su uso, el cual consiste en el reemplazo del carbón activado del filtro pulidor, limpieza del filtro tamiz, así como un mantenimiento general a los equipos que conforman la planta, por ejemplo:

- Lámpara U.V. (vida útil de 10,000 horas)
- Generador de ozono

Este mantenimiento debe ser realizado por personal capacitado.

## Limpieza del tinaco

Como parte del suministro de agua para las labores de limpieza de la planta purificadora se cuenta con un tinaco de 450 litros, el cual requiere de una limpieza interior cuando menos una vez al año.

Material

- Escoba tipo cepillo, limpia, de preferencia nueva.
- Cepillo de mano.
- Jerga nueva o limpia.
- Recogedor de basura.
- Guantes de hule.
- Cubrebocas o pañuelo húmedo.
- Banco con base firme.
- Una manguera o cubeta de agua limpia
- Solución de cloro (blanqueador comercial).

Para llevar a cabo la limpieza se deben seguir los pasos que se muestran en el diagrama siguiente (Figura 47 y Figura 48):

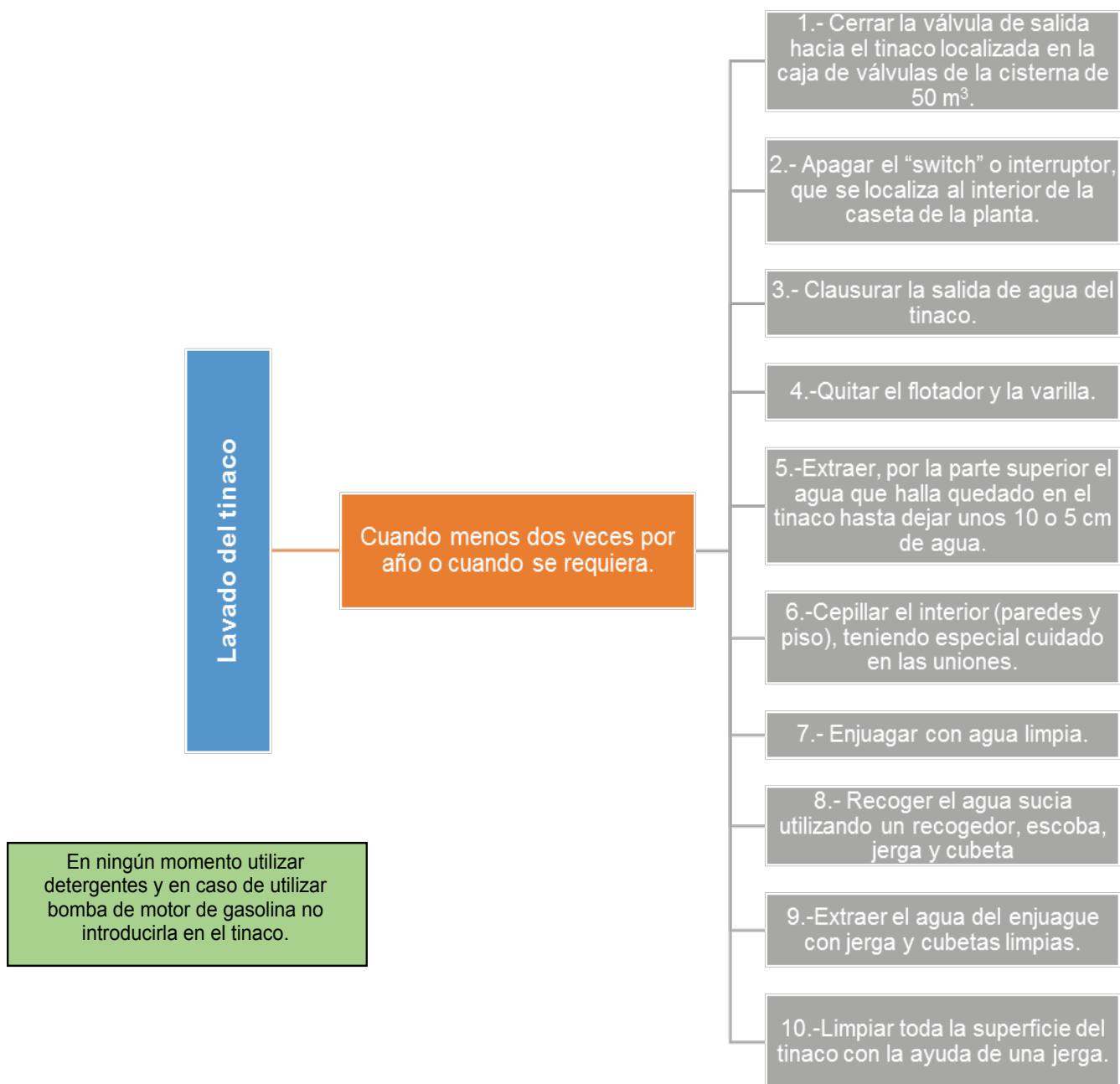


Figura 47. Procedimiento de la limpieza del tinaco.



Figura 48. Mantenimiento del tinaco



# Buenas prácticas de higiene para la producción y venta de agua purificada

Es importante seguir las siguientes prácticas de higiene para reducir al máximo los riesgos a la salud que pudieran existir para el consumidor; asimismo, se pueden obtener algunos de los siguientes beneficios:

- El personal no correrá riesgos innecesarios y trabajará más tranquilo, lo que ayudará a tener una mayor productividad.
- Se conserva y aumenta la clientela al garantizarles la inocuidad del agua (producto), al mantener la higiene en el proceso de elaboración de la misma.
- Se contribuye al cuidado de la salud de la población.

Adicionalmente, el conocer y seguir las normas sanitarias para la elaboración de alimentos y bebidas evita tener pérdidas económicas por los productos que no cumplan con las disposiciones sanitarias, así como por las sanciones de las que se puede ser sujeto en caso de incumplimiento.

## Principales normas y reglamentos a tener en cuenta al instalar y operar una planta purificadora de agua

La siguiente es una lista de las normas y reglamentos a tener en cuenta y que se deben de seguir al instalar una planta purificadora de agua:

- NOM-201-SSA1-2015. Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

- NOM-127-SSA-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- NOM-026-STPS-2008, colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria.
- Reglamento de control sanitario de productos y servicios.

### **Importancia de la NOM-251-SSA1-2009 y NOM-201-SSA1-2015 y su práctica**

Es importante hacer énfasis en la NOM-251-SSA1-2009 y NOM-201-SSA1-2015 que establecen las prácticas de higiene para la producción y venta de agua purificada así como las especificaciones sanitarias del producto terminado. A continuación se indican algunos de los numerales de dichas normas que se consideran de suma importancia a tener en cuenta durante el proceso, envasado y venta de agua purificada.

## **Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009**

En esta norma se citan las condiciones sanitarias que deben cumplirse en la planta purificadora, materias primas empleadas y la higiene del personal que labore en ella.

### **Instalaciones de la planta**

- Debe evitarse que las tuberías, conductos, rieles, vigas, cables, etc., pasen por encima de tanques y áreas de producción o elaboración donde el producto sin envasar esté expuesto. En donde existan, deben mantenerse en buenas condiciones de mantenimiento y limpios.
- Las cisternas o tinacos para almacenamiento de agua deben estar protegidos contra la contaminación, corrosión y permanecer tapados. Sólo se podrán abrir para su mantenimiento, limpieza o desinfección y verificación siempre y cuando no exista riesgo de contaminar el agua.
- Los baños deben contar con separaciones físicas completas, no tener comunicación directa ni ventilación hacia el área de producción o elaboración.
- Deben colocarse letreros en los que se indique al personal la obligación de lavarse las manos después de usar los sanitarios.



## Almacenamiento

El almacenamiento de detergentes y agentes de limpieza o agentes químicos y sustancias tóxicas, se debe hacer en un lugar separado y delimitado de cualquier área de manipulación o almacenado de materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Los recipientes, frascos, botes, bolsas de detergentes y agentes de limpieza o agentes químicos y sustancias tóxicas, deben estar cerrados e identificados.

Los implementos o utensilios tales como escobas, trapeadores, recogedores, fibras y cualquier otro empleado para la limpieza del establecimiento, deben almacenarse en un lugar específico.

## Materias primas empleadas

- Las tapas deberán ser nuevas y de material inocuo. En caso de duda de la condición higiénica de envases o tapas deberán lavarse y desinfectarse con soluciones que no modifiquen, reaccionen o alteren sus características y evitando la contaminación por arrastre.
- Se debe asegurar que los envases se encuentren limpios, en sus casos desinfectados y en buen estado antes de su uso
- Los materiales de empaque y envases de materias primas no deben utilizarse para fines diferentes a los que fueron destinados originalmente.

## Higiene del personal

A los empleados que trabajen en las áreas de lavado y de llenado se les prohíbe: masticar, comer, fumar, beber o escupir, portar anillos o cualquier otro tipo de adorno en las manos, manejar directamente dinero o cualquier otro objeto ajeno a su trabajo o laborar en esta área si presentan signos como: tos frecuente, secreción nasal, diarrea, vómito, fiebre, ictericia o lesiones en áreas corporales que entren en contacto directo con los alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Al inicio de las labores, al regresar de cada ausencia y en cualquier momento cuando las manos puedan estar sucias o contaminadas, toda persona que opere en las áreas de producción o elaboración, o que esté en contacto directo con materias primas, envase primario, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, debe lavarse las manos.

## Residuos

- Se deben adoptar medidas para la remoción periódica y el almacenamiento de los residuos. No deberá permitirse la acumulación de residuos, salvo en la medida en que sea inevitable para el funcionamiento de las instalaciones.
- Los residuos generados durante la producción o elaboración deben retirarse de las áreas de operación cada vez que sea necesario o por lo menos una vez al día.

## Capacitación

- Todo el personal que opere en las áreas de producción o elaboración debe capacitarse en las buenas prácticas de higiene, por lo menos una vez al año. La capacitación deberá incluir:
- Higiene personal, uso correcto de la indumentaria de trabajo y lavado de las manos.
- La naturaleza de los productos, en particular su capacidad para el desarrollo de los microorganismos patógenos o de descomposición.
- La forma en que se procesan los alimentos, bebidas o suplementos alimenticios considerando la probabilidad de contaminación.
- El grado y tipo de producción o de preparación posterior antes del consumo final.
- Las condiciones en las que se deban recibir y almacenar las

materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

- El tiempo que se prevea que transcurrirá antes del consumo.
- Repercusión de un producto contaminado en la salud del consumidor.
- El conocimiento de la presente NOM-251-SSA1-2009, según corresponda.

## Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015

Las especificaciones sanitarias del agua purificada envasada se citan en la norma NOM-201-SSA1-2015, las cuales deben ser cumplidas estrictamente con el fin de reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales y las derivadas de su consumo.

Límites máximos permisibles del agua purificada envasada.

*Organolépticas y físicas.*

| <b>Especificación.</b> | <b>Límite máximo permisible.</b> |
|------------------------|----------------------------------|
| Color                  | 15 (Pt/Co)                       |
| Turbiedad              | 3.0 (UNT)                        |

*Coliformes totales*

| Especificación.    | Límite máximo permisible (l). |            |                  |
|--------------------|-------------------------------|------------|------------------|
|                    | NMP/100 mL                    | UFC/100 mL | Organismos/100mL |
| Coliformes totales | <1.1                          | Cero       | Ausencia         |

La unidad a informar será de acuerdo al método utilizado.

*Metales, metaloides y compuestos inorgánicos.*

| Especificación.       | Límite máximo permisible (mg/l). |
|-----------------------|----------------------------------|
| Antimonio             | 0.005                            |
| Arsénico              | 0.01                             |
| Bario                 | 0.70                             |
| Borato como B         | 5.00                             |
| Cadmio                | 0.003                            |
| Cromo total           | 0.05                             |
| Cianuro               | 0.07                             |
| Fluoruros             | 0.70                             |
| Manganeso             | 0.40                             |
| Mercurio              | 0.001                            |
| Níquel                | 0.02                             |
| Nitrógeno de nitratos | 10.00                            |
| Nitrógeno de nitritos | 0.06                             |
| Plomo                 | 0.01                             |
| Selenio               | 0.01                             |

*Compuestos orgánicos sintéticos*

| <b>Especificación.</b>                                 | <b>Límite máximo permisible (mg/l).</b> |
|--|---|
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos     | 0.0005                                  |
| Compuestos orgánicos no halogenados                    | 0.01                                    |
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles purgables | 0.001                                   |
| Carbono Orgánico Purgable                              | 0.01                                    |
| Sustancias activas al azul de metileno                 | 0.5                                     |

*Desinfectantes*

| <b>Especificación.</b> | <b>Límite máximo permisible (mg/l).</b> |
|------------------------|---|
| Cloro residual libre   | 0.1                                     |

*Subproductos de desinfección*

| <b>Desinfectante utilizado.</b> | <b>Especificación.</b> | <b>Límite máximo permisible (mg/l).</b> |
|---------------------------------|------------------------|---|
| Cloro                           | Formaldehído           | 0.9                                     |
|                                 | Bromodiclorometano     | 0.06                                    |
|                                 | Bromoformo             | 0.1                                     |
|                                 | Dibromoclorometano     | 0.1                                     |
|                                 | Cloroformo             | 0.2                                     |
| Ozono                           | Formaldehído           | 0.9                                     |
|                                 | Bromato                | 0.01                                    |

La frecuencia mínima del análisis de las especificaciones del producto terminado (agua purificada) debe ser de acuerdo a los requisitos establecidos en la NOM-201-SSA1-2015. A continuación se presenta una guía de la frecuencia de dichos análisis.

| <b>Especificación.</b>                       | <b>Frecuencia.</b> |
|--|--------------------|
| Organolépticos y físicos                     | Mensual            |
| Coliformes totales                           | Semanal            |
| Metales, metaloides y compuestos inorgánicos | Anual              |
| Compuestos orgánicos sintéticos              | Anual              |
| Desinfectantes                               | Cada cuatro horas  |
| Subproductos desinfección                    | Anual              |

Se debe contar con un programa de muestreo, el cual debe indicar como mínimo, el número de muestras que deben examinarse, el tamaño de esas muestras, el método de análisis empleado y su sensibilidad, el número de muestras y cantidad de microorganismos que harán que el lote se considere inaceptable o fuera de especificaciones.

## **Tablas para la verificación del cumplimiento de las buenas prácticas de higiene**

Las siguientes tablas señalan las condiciones sanitarias que deben prevalecer en los procedimientos que se realizan, utilizando un enfoque sistemático y preventivo, se podrán identificar, evaluar y controlar los peligros asociados a la producción, proceso, manipulación, almacenamiento, transporte y distribución de productos.

Cabe señalar que las condiciones aquí expuestas son de observancia obligatoria.

## Instalaciones y áreas

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable                           | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|--|----------|----|
| 1                   | Aviso de funcionamiento, actualizado de acuerdo con las actividades que se realizan.  | Artículo 200 BIS y 202 de la Ley General de Salud. | SÍ       | NO |
| 2                   | Instalaciones que eviten la contaminación de las materias primas y bebidas.   | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.1.                  | SÍ       | NO |
| 3                   | Pisos, paredes y techos de fácil limpieza dentro de las áreas de producción o elaboración   | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.2.                  | SÍ       | NO |
| 4                   | Pisos, paredes y techos sin grietas o roturas dentro de las áreas de producción o elaboración   | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.2.                  | SÍ       | NO |
| 5                   | Puertas provistas de protecciones para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas en el área de producción.   | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.3.                  | SÍ       | NO |
| 6                   | Ventanas provistas de protecciones para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas, en el área de producción.   | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.3.                  | SÍ       | NO |
| 7                   | Tuberías, conductos, rieles y cables que eviten pasar por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto.                                     | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.4.                  | SÍ       | NO |
| 8                   | Tuberías, conductos, rieles y cables en buenas condiciones y limpios en caso de que pasen por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto. | NOM-25 I-SSAI-2009 Numeral 5.1.4                   | SÍ       | NO |

## Equipo y utensilios

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable            | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|-------------------------------------|----------|----|
| 9                   | Equipos lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas, y que puedan entrar en contacto con ellos.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.2. | SÍ       | NO |
| 10                  | Utensilios lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios sin envasar, y que puedan entrar en contacto con ellos. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.2. | SÍ       | NO |
| 11                  | Equipo empleado en la producción o elaboración, que sea inocuo y resistente a la corrosión.   | RCSPS Art. 17.                      | SÍ       | NO |
| 12                  | Utensilios empleados en la producción o elaboración, que sean inocuos y resistentes a la corrosión.   | RCSPS Art. 17.                      | SÍ       | NO |
| 13                  | Materiales empleados en el proceso en contacto directo con bebidas o materias primas que permitan ser lavados adecuadamente.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.3. | SÍ       | NO |
| 14                  | Materiales empleados en el proceso en contacto directo con bebidas o materias primas que permitan ser desinfectados adecuadamente.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.3. | SÍ       | NO |
| 15                  | Equipos de refrigeración y congelación que eviten la acumulación de agua (en caso de existir).  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.4. | SÍ       | NO |
| 16                  | Equipos instalados en forma tal que el espacio entre ellos mismos, la pared, el techo y piso, permita su limpieza y desinfección.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.1. | SÍ       | NO |
| 17                  | Termómetros o dispositivos funcionando correctamente para el registro de temperatura de los equipos de refrigeración y/o congelación (en caso de existir), colocados en un lugar accesible para su monitoreo.               | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.2.5  | SÍ       | NO |

## Almacenamiento

| Se debe contar con: |  | Marco jurídico aplicable                   | ¿Cumple? |    |
|---------------------|--|--|----------|----|
| 18                  | Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de materia prima que se maneja.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.1.        | SÍ       | NO |
| 19                  | Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de alimentos que se manejan.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.1.        | SÍ       | NO |
| 20                  | Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de bebidas que se manejan.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.1.        | SÍ       | NO |
| 21                  | Controles que prevengan la contaminación de los productos.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.1.        | SÍ       | NO |
| 22                  | Materias primas, bebidas o suplementos alimenticios almacenados y agrupados de acuerdo con su naturaleza.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.6.9.        | SÍ       | NO |
| 23                  | Materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios identificados y fechados de manera tal que se permita aplicar un sistema de Primeras Entradas y Primeras Salidas (PEPS).                  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.6.9.        | SÍ       | NO |
| 24                  | Mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia y en condiciones que evite la contaminación de las materias primas y/o productos.                               | NOM-251-SSAI-2009<br>Números 5.4.3 y 6.4.4 | SÍ       | NO |
| 25                  | Recipientes cerrados e identificados que contengan detergentes, agentes de limpieza, químicos y sustancias tóxicas.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.2.        | SÍ       | NO |
| 26                  | Agentes químicos y sustancias tóxicas, separados y almacenados en un área específica.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.2.        | SÍ       | NO |
| 27                  | Una buena circulación de aire entre las materias primas y los productos.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.4.        | SÍ       | NO |
| 28                  | Una adecuada colocación de materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios que permitan la circulación del aire.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.5.        | SÍ       | NO |
| 29                  | Una adecuada estiba de productos que impida el exudado de empaques o envolturas.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.5.        | SÍ       | NO |
| 30                  | Un lugar específico para la guarda de escobas, trapeadores, recogedores, fibras y cualquier otro utensilio empleado para la limpieza del establecimiento separado del área de manipulación de alimentos. | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.4.6.        | SÍ       | NO |



## Envasado

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable                               | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|--|----------|----|
| 31                  | Envases y recipientes protegidos del polvo, lluvia, fauna nociva y materia extraña.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.7.1.                    | SÍ       | NO |
| 32                  | Envases limpios y desinfectados en buen estado antes de su uso.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.7.2.                    | SÍ       | NO |
| 33                  | Envase primario de material inocuo y que proteja al producto.   | RCSPS Art. 209.  | SÍ       | NO |
| 34                  | Materiales de empaque y envases de materias primas que NO hayan sido empleados previamente para fines diferentes a los que fueron destinados originalmente.   | RCSPS Art. 214.  | SÍ       | NO |
| 35                  | Recipientes o envases vacíos para reutilización en alimentos o bebidas que NO hayan contenido previamente medicamentos, plaguicidas, agentes de limpieza, agentes de desinfección o cualquier sustancia tóxica.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.7.5.<br>RCSPS Art. 214. | SÍ       | NO |
| 36                  | La disposición adecuada de recipientes o envases vacíos que contuvieron previamente medicamentos, plaguicidas, agentes de limpieza, agentes de desinfección, o cualquier sustancia tóxica de manera que no sean un riesgo de contaminación a materias primas, productos y materiales de empaque y no deben de ser reutilizados. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.7.5.                    | SÍ       | NO |

## Servicios

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable  | ¿Cumple? |                      |
|---------------------|---|---|----------|----------------------|
| 37                  | Abastecimiento de agua potable.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.1.<br>RCSPS Apéndice I I.          | SÍ       | NO                   |
| 38                  | Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.1.                                 | SÍ       | NO                   |
| 39                  | Cisternas o tinacos utilizados para el almacenamiento de agua debidamente tapados.  | NOM-251-SSA1-2009.<br>Numeral 5.3.2.                                | SÍ       | NO                   |
| 40                  | La práctica de alguna medida y/o método que garantice la potabilidad del agua.  | NOM-127-SSA1-1994<br>NOM-251-SSA1-2009<br>Numerales 5.8.1. y 5.8.2. | SÍ       | NO                   |
| 41                  | Cisternas o tinacos con paredes internas lisas.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.3.                                 | SÍ       | NO                   |
| 42                  | Filtro, trampas o cualquier otro mecanismo que impida la contaminación del agua, en las cisternas o tinacos que tengan respiradero.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.3.                                 | SÍ       | NO                   |
| 43                  | Drenaje, que esté provisto de trampas contra olores, y coladeras o canaletas con rejillas, las cuales deben mantenerse libres de basura, sin estancamientos y en buen estado. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.5.                                 | SÍ       | NO /<br>NO<br>APLICA |
| 44                  | Sistema de evacuación de efluentes o aguas residuales, libre de reflujos, fugas, residuos, desechos y fauna nociva.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.6.                                 | SÍ       | NO                   |
| 45                  | Drenajes provistos de trampas de grasa.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.7.                                 | SÍ       | NO /<br>NO<br>APLICA |
| 46                  | Ventilación para evitar el calor y condensación de vapores excesivos, así como la acumulación de humo y polvo.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.9.                                 | SÍ       | NO /<br>NO<br>APLICA |
| 47                  | Aire acondicionado, cuyas tuberías y techos eviten goteos sobre las áreas donde las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios estén expuestos.           | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.10.                                | SÍ       | NO /<br>NO<br>APLICA |

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable             | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|--------------------------------------|----------|----|
| 48                  | Focos y lámparas, en las áreas donde se encuentre producto sin envasar, que cuenten con protección en caso de estallamiento o que sean de material que impida su astillamiento.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.12. | SÍ       | NO |
| 49                  | Iluminación adecuada que permita realizar las operaciones de manera higiénica.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.11. | SÍ       | NO |
| 50                  | Instalaciones cuyo abastecimiento de agua potable sea suficiente para la limpieza de los alimentos, utensilios, equipos y elaboración de hielo o simplemente si está en contacto con materias primas, productos, superficies y envases. | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 7.2.1.  | SÍ       | NO |
| 51                  | Tuberías completamente separadas e identificadas si conducen agua NO potable.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.4.  | SÍ       | NO |
| 52                  | Tarja exclusiva para el lavado de utensilios que impida el contacto directo con materias primas y productos en proceso.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 6.3.1.  | SÍ       | NO |
| 53                  | Área exclusiva para el lavado de artículos empleados para la limpieza.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 6.3.2.  | SÍ       | NO |
| 54                  | Estaciones de lavado o desinfección de manos para el personal, accesibles al área de producción.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 6.3.3.  | SÍ       | NO |
| 55                  | Área de elaboración con estación de lavado y desinfección de manos abastecida de agua, jabón o detergente desinfectante, toallas desechables o dispositivo de secado por aire caliente y depósito de basura.                            | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 7.2.2.  | SÍ       | NO |
| 56                  | Baños que NO estén comunicados directamente con el área de producción o elaboración.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.8.  | SÍ       | NO |
| 57                  | Baños sin ventilación hacia el área de producción o elaboración.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.8.  | SÍ       | NO |
| 58                  | Baños con agua potable.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.8.  | SÍ       | NO |
| 59                  | Baños con retrete.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.8.  | SÍ       | NO |
| 60                  | Baños con lavabo.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.3.8.  | SÍ       | NO |

| Se debe contar con: |  | Marco jurídico aplicable            | ¿Cumple? |    |
|---------------------|--|-------------------------------------|----------|----|
| 61                  | Baños con jabón o detergente.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.8. | SI       | NO |
| 62                  | Baños con papel higiénico y toallas desechables o secador de aire de accionamiento automático.     | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.8. | SI       | NO |
| 63                  | Baños con bote de basura, bolsa, con tapa oscilante o accionada por pedal.                         | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.8. | SI       | NO |
| 64                  | Baños con rótulos o ilustraciones que promuevan la higiene personal y el correcto lavado de manos. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.3.8. | SI       | NO |

## Control

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable                               | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|--|----------|----|
| 65                  | Los límites permisibles de cloro residual libre y de organismos coliformes totales y fecales del agua potable que esté en contacto directo con alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y materias primas. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.8.1.                    | SI       | NO |
| 66                  | Los límites permisibles de cloro residual libre y de organismos coliformes totales y fecales del agua con la que se elabora el hielo.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.8.1.                    | SI       | NO |
| 67                  | El almacenamiento de agua y hielo potables en recipientes lisos, lavables y con tapa.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 7.4.5.                    | SI       | NO |
| 68                  | El registro diario del contenido de cloro residual libre.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.8.1. NOM-127-SSA1-1994. | SI       | NO |
| 69                  | Equipos de refrigeración (en caso de existir) que mantengan una temperatura máxima de 7°C.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.5.2.                    | SI       | NO |
| 70                  | Equipos de congelación que mantengan una temperatura que permita la congelación del producto.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.5.3.                    | SI       | NO |

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable                        | ¿Cumple? |    |
|---------------------|---|---|----------|----|
| 71                  | Evitar el contacto de alimentos/bebidas procesados con los no procesados, aun cuando requieran de las mismas condiciones de temperatura o humedad para su conservación (contaminación cruzada). | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.5.5.             | SÍ       | NO |
| 72                  | Inspeccionar o clasificar las materias primas e insumos antes de la producción o elaboración del producto.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.6.1.             | SÍ       | NO |
| 73                  | La ausencia de materias primas que puedan representar un riesgo a la salud al utilizarse en la elaboración del producto.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.6.4.             | SÍ       | NO |
| 74                  | La identificación de las materias primas, excepto aquellas en las que sea evidente la misma.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.6.3.             | SÍ       | NO |
| 75                  | Materias primas contenidas en envases cerrados para evitar su posible contaminación.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.6.5.             | SÍ       | NO |
| 76                  | La NO utilización de materias primas que muestren fecha de caducidad vencida.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.6.2.             | SÍ       | NO |
| 77                  | Evitar el contacto de bebidas procesadas con las no procesadas, aun cuando requieran de las mismas condiciones de temperatura o humedad para su conservación (contaminación cruzada).           | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.5.5.             | SÍ       | NO |
| 78                  | Marcar y separar los productos alimenticios rechazados y eliminarlos lo antes posible.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 7.4.3.Ver Tabla I. | SÍ       | NO |

## Mantenimiento y limpieza

| Se debe contar con: |  | Marco jurídico aplicable                    | ¿Cumple? |    |
|---------------------|--|---|----------|----|
| 79                  | Equipo y utensilios limpios antes de su uso en el área de producción.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.2.         | SÍ       | NO |
| 80                  | Equipo y utensilios desinfectados antes de su uso en el área de producción.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.2.         | SÍ       | NO |
| 81                  | El uso de lubricantes grado alimenticio en equipos y evitar la contaminación de los productos en proceso.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.3 y 5.9.4. | SÍ       | NO |
| 82                  | Baños utilizados para los fines que están destinados, evitando su uso como bodega u otros.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.7.         | SÍ       | NO |
| 83                  | Instalaciones (techo, puertas, paredes y piso) limpias.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.5.         | SÍ       | NO |
| 84                  | Baños que limpios y desinfectados.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.7          | SÍ       | NO |
| 85                  | Cisternas continuamente limpias.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.5.         | SÍ       | NO |
| 86                  | Tinacos continuamente limpios.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.5.         | SÍ       | NO |
| 87                  | Mobiliario continuamente limpio.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.5.         | SÍ       | NO |
| 88                  | Pisos y sus uniones con acabados que permitan la fácil limpieza en las áreas de producción o elaboración de alimentos.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.6.         | SÍ       | NO |
| 89                  | Paredes y techos así como sus uniones con acabados que permitan la fácil limpieza en las áreas de producción o elaboración de alimentos.   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.6.         | SÍ       | NO |
| 90                  | El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con materias primas | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.9.8.         | SÍ       | NO |

| <b>Se debe contar con:</b> |  | <b>Marco jurídico aplicable</b>       | <b>¿Cumple?</b> |    |
|----------------------------|--|---------------------------------------|-----------------|----|
| 91                         | El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con producto en proceso.            | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.9.8.   | SÍ              | NO |
| 92                         | El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con producto terminado sin envasar. | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.9.8.   | SÍ              | NO |
| 93                         | El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con material de empaque             | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.9.8.   | SÍ              | NO |
| 94                         | Equipo y utensilios desinfectados al finalizar las actividades diarias o en los cambios de turno.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 7.5.1.   | SÍ              | NO |
| 95                         | Equipo y utensilios lavados de acuerdo con las necesidades específicas del proceso y producto de que se trate.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.9.1.1. | SÍ              | NO |
| 96                         | Trapos y jergas de uso específico, lavados y desinfectados frecuentemente.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 7.5.9.   | SÍ              | NO |
| 97                         | Medidas para la remoción periódica y almacenamiento de residuos.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.1.1.1. | SÍ              | NO |
| 98                         | El retiro de los residuos generados durante la producción o elaboración de las áreas de producción cada vez que sea necesario, por lo menos una vez al día.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.1.1.2. | SÍ              | NO |
| 99                         | Recipientes identificados y con tapa para los residuos.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.1.1.3. | SÍ              | NO |

## Control de plagas

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable              | ¿Cumple? |                |
|---------------------|---|---------------------------------------|----------|----------------|
| 100                 | Áreas de producción o elaboración de los productos, libres de animales domésticos y mascotas.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.2.  | SÍ       | NO             |
| 101                 | Patios del establecimiento libres de equipo en desuso.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.4.  | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 102                 | Patios del establecimiento libres de desperdicios.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.4.  | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 103                 | Patios del establecimiento libres de chatarra u objetos en desuso.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.4.  | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 104                 | Patios del establecimiento libres de maleza o hierbas.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.4.  | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 105                 | Patios del establecimiento libres de encharcamientos o cualquier otra condición que pueda ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas.                 | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.4.  | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 106                 | Drenajes con cubierta que impida la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.5.  | SÍ       | NO             |
| 107                 | Dispositivos para el control de insectos o roedores (cebos, trampas, etc.) en buenas condiciones, colocados y distribuidos adecuadamente.                                 | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.3.  | SÍ       | NO             |
| 108                 | Áreas de proceso sin evidencia de la presencia de plagas o fauna nociva (roedores, moscas, hormigas, mosquitos, etc.).  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.6.  | SÍ       | NO             |
| 109                 | Un área para almacenar los plaguicidas, ya sea contenedor o mueble, aislado y con acceso restringido, en recipientes claramente identificados y libres de cualquier fuga. | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.10. | SÍ       | NO             |
| 110                 | Un sistema o plan para el control de plagas y erradicación de fauna nociva.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.7.  | SÍ       | NO             |
| 111                 | Registro de los servicios de fumigación proporcionado por una empresa con licencia sanitaria.   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.11. | SÍ       | NO             |



## Salud e higiene personal

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable             | ¿Cumple? |                |
|---------------------|---|--------------------------------------|----------|----------------|
| 112                 | Excluirse de cualquier operación en la que pueda contaminar el producto si presenta:<br>a) Tos frecuente  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 113                 | b) Secreción nasal  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 114                 | c) Diarrea  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 115                 | d) Vómito   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 116                 | e) Fiebre   | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 117                 | f) Ictericia o lesiones en áreas corporales que entren en contacto directo con los alimentos y bebidas    | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.1. | SÍ       | NO             |
| 118                 | Presentarse aseado al área de trabajo, con ropa y calzado limpios.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.2. | SÍ       | NO             |
| 119                 | Iniciar la jornada de trabajo con ropa de trabajo limpia e íntegra.                                       | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.3. | SÍ       | NO             |
| 120                 | En caso de utilizar guantes, mantenerlos limpios e íntegros, además de lavarse las manos antes de su uso. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.5. | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 121                 | Guardar ropa y objetos personales fuera de las áreas de producción o elaboración de alimentos y bebidas.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.6. | SÍ       | NO             |

| Se debe contar con: |  | Marco jurídico aplicable            | ¿Cumple? |    |
|---------------------|--|-------------------------------------|----------|----|
| 122                 | Tener el cabello corto o recogido, utilizar protección que cubra totalmente cabello, barba, bigote y patilla, tener las uñas recortadas, sin esmalte y no usar joyas.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 7.6.2. | SÍ       | NO |
| 123                 | Abstenerse de fumar, comer, beber, toser, estornudar, escupir o mascar en las áreas donde se entra en contacto directo con alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, materias primas y envase primario. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.12.7 | SÍ       | NO |
| 124                 | Utilizar guantes o protección de plástico cuando manipule dinero y elabore alimentos o bebidas.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 7.6.3. | SÍ       | NO |

## Transporte

| Se debe contar con: |   | Marco jurídico aplicable            | ¿Cumple? |                |
|---------------------|---|-------------------------------------|----------|----------------|
| 125                 | Las condiciones que eviten la contaminación en alimentos, bebidas o suplementos alimenticios al ser transportados.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.13.1 | SÍ       | NO             |
| 126                 | Protección de alimentos y bebidas contra la contaminación por plagas o contaminantes físicos, químicos o biológicos durante el transporte.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.13.2 | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 127                 | Transportación adecuada de tal forma que los alimentos y bebidas que requieren refrigeración o congelación especificada por el fabricante o productor mantengan la temperatura recomendada. | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.13.3 | SÍ       | NO / NO APLICA |
| 128                 | Vehículos limpios para evitar la contaminación de alimentos y bebidas.  | NOM-251-SSA1-2009<br>Numeral 5.13.4 | SÍ       | NO             |

## Documentación y registros

| Se debe contar con: |  | Marco jurídico aplicable  | ¿Cumple? |    |
|---------------------|--|---|----------|----|
| 129                 | Evidencia documental del personal que opera en las áreas de producción o elaboración que demuestre que se capacita en buenas prácticas de higiene y manufactura por lo menos una vez al año.                     | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.14.1.  | SÍ       | NO |
| 130                 | Evidencia documental de la realización de análisis clínicos (exudado faríngeo y coproparasitoscópico), por lo menos una vez al año, del personal que está en contacto con alimentos.                             | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.12.  | SÍ       | NO |
| 131                 | Un sistema, programa o plan, certificado o registro sobre los controles realizados para la erradicación de plagas, el cual incluye los vehículos propios de acarreo y reparto.                                   | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.10.7.  | SÍ       | NO |
| 132                 | Licencia sanitaria de quien realiza el control de plagas, en caso de usar plaguicidas éstos deberán ser exclusivamente los autorizados por la autoridad competente y ser de uso urbano/doméstico.                | NOM-251-SSAI-2009<br>Números 5.10.8. y  | SÍ       | NO |
| 133                 | Registros periódicos de análisis de organismos coliformes fecales y totales en el agua que entra en contacto directo con materias primas, productos, superficies en contacto con los mismos y envases primarios. | NOM-127-SSAI-1994<br>Números 4.1.1, 4.1.4, 4.3.1, y 4.3.2.<br>NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 5.8.1. | SÍ       | NO |
| 134                 | Programas y registros o bitácoras de limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos, utensilios y transportes.  | NOM-251-SSAI-2009<br>Numeral 6.6.1. Ver tabla 2   | SÍ       | NO |

# Recomendaciones

## Recomendaciones para la hoya con cubierta flotante y área de captación.

- Realizar cuando menos dos mantenimientos menores durante el año.
- Tener mucho cuidado al entrar a la zona de captación para la limpieza ya que el material es muy resbaloso y podría causar accidentes.
- Siempre hacer la limpieza con más de dos personas para que en caso de cualquier accidente poder realizar maniobras de auxilio.
- Tener a cuando menos una persona que tenga conocimientos de primeros auxilios.
- Siempre hacer el trabajo indicado por el supervisor para mantener la seguridad.
- Siempre trabajar con cordialidad y sin juegos dentro del área de trabajo para prevenir accidentes.
- Estar siempre al pendiente de los compañeros de trabajo para prevenir accidentes.
- Realizar los procesos tal como los indica el manual.
- Realizar al menos un mantenimiento mayor cada 3 años a partir de la primera temporada de lluvias completa.
- Tener mucho cuidado a la hora de entrar a la hoya para las limpiezas, ya que el material es muy resbaloso y podría llegar ocasionar accidentes.

## Recomendaciones para los paneles fotovoltaicos.

- Controlar que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Comprobar que el marco del módulo se encuentre en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

## Recomendaciones para la línea de conducción.

- Para detectar fugas o fallas que se llegasen a presentar en el sistema de la línea de conducción, se deberá inspeccionar visualmente mediante recorridos al menos una vez al mes en toda la línea de conducción, de preferencia durante el tiempo de operación para verificar la existencia de alguna fuga en la misma.
- En las cajas rompedoras se deberá verificar que no se encuentren fracturadas, en caso

de que se observe alguna falla se deberá reparar de inmediato, así también se deberán localizar fugas en la tubería, principalmente en los puntos de unión entre tramos de tubería o en las bridas que unen el tubo con las válvulas y accesorios.

### Recomendaciones para la operación de la planta purificadora.

- Contar con válvulas de repuesto.
- Contar con programas de:

Mantenimiento de la planta y control de plagas que incluyan la siguiente información: fecha de mantenimiento del tanque de almacenamiento, sistemas de purificación y boquillas de llenado; sustancias utilizadas y su concentración.

Análisis de calidad del agua del sistema de suministro a la planta, así como del producto terminado. Los datos que se deben indicar en el programa son: periodicidad y método de prueba utilizados.

# Glosario

**Área de captación:** Superficie recubierta con geomembrana destinada única y especialmente para coleccionar agua de lluvia.

**Filtro rápido:** Es un tipo de filtro que se utiliza en la purificación del agua y se utiliza comúnmente como parte de un sistema de tratamiento de múltiples etapas.

**Geomembrana.** Lámina impermeable hecha a partir de diferentes resinas plásticas como HDPE y PVC; la cual evita pérdidas de agua por infiltración.

**Hoya:** Obra civil impermeable construida para la captación y almacenamiento del agua de lluvia.

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en los equipos o instalaciones durante su funcionamiento.

**Mantenimiento correctivo:** Acciones que se realizan para reparar daños que se producen por efectos del deterioro o mal funcionamiento de un sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo.

**Mantenimiento preventivo:** Serie de acciones que se realizan para la conservación de las instalaciones y equipos para evitar fallas en su funcionamiento.

**Operación:** Conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua según las especificaciones del diseño.

**Planta purificadora:** Establecimiento con sistemas de purificación de agua, que puede contar con el servicio de lavado y desinfección de envases y cuyo producto puede expendirse o suministrarse a granel o envasado.

**Retrolavado:** Operación de mantenimiento más importante de un filtro de medio granular para su correcto desempeño; en esta operación se eliminan los sólidos retenidos en el filtro.

**Sedimentador:** Obra construida con la finalidad de eliminar los sólidos en suspensión de distintos tamaños que trae consigo el agua.

**Tubería:** Conducto que transporta el agua de un punto a otro. Puede ser de diversos materiales: PVC, PEAD, FO.GO., hierro dúctil, cobre, por mencionar algunos.

**Válvulas:** Dispositivo mecánico que regula la circulación de líquidos mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye un conducto.

Este manual está dirigido a la población de Cherán y los instruye al buen manejo de la hoya de captación de agua y de la planta purificadora de agua. Es una contribución de la Fundación Gonzalo Río Arronte que junto con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, tratan de contribuir al fortalecimiento de los usos y costumbres de los pueblos, así como establecer un mejor aprovechamiento de los recursos naturales de las comunidades que se encuentran en el estado de Michoacán, México. La Comunidad de Cherán se encuentra ubicada en la Meseta Purépecha, es una comunidad autogobernada integrada por 12 consejeros provenientes de los cuatro barrios que la componen.

Se abastece de agua a través de la extracción de agua subterránea proveniente de un pozo que tiene una profundidad de 180 metros, por lo cual, el agua debe de ser bombeada 14 horas diarias para para mandar un caudal de agua de 41 Lps a la estación de rebombeo que se encuentra a 1.5 km de distancia del pozo. En la estación de rebombeo se clora al agua antes de ser enviada al tanque de almacenamiento, a través de una segunda bomba que trabaja, también de manera intermitente, durante 12 horas diarias para mandar un caudal de 60 Lps.

Dicho sistema de abastecimiento de agua, representa un fuerte gasto económico para la comunidad, por lo cual, se planeó y construyó la tecnología SCALL para tratar de amortizar el alto costo que tiene el abastecimiento de agua a la población.

El manual junto con el taller de capacitación, permitirá a los pobladores hacer buen uso de esta tecnología y contribuirá al buen manejo y aprovechamiento del recurso pluvial de esta zona.