

GUÍA DE

# DESINFECCIÓN DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL CLORO EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURALES

Comunidades rurales de Sierra  
Centro del Ecuador

## Índice

Antecedentes

Importancia de la desinfección del agua

Filtros de agua caseros

La vigilancia sanitaria en los sistemas de agua potable

Marco normativo

Principios de inspección técnica

Puntos de muestreo

Toma de muestras para análisis del agua

Parámetros básicos que se analizan en el agua

Deberes de la junta administradora de agua potable y de la comunidad

Acciones de control y de aprendizaje sanitario del sistema y de uso del recurso

Desinfección con cloro

Cloración a nivel de sistemas

Equipos de cloración

Aforo de agua

Dosificaciones

Fórmulas de cálculo de la cantidad de cloro a dosificar

Preparación de la primera solución clorada

Monitoreo del cloro residual y calibración de la dosis de cloro final

Anexo 1

Anexo 2

Bibliografía

# Presentación |

## Presentación

# 01 Antecedentes |

Esta guía ha sido generada por SWISSAIS-PROTOS con la finalidad de ayudar a facilitar la desinfección adecuada de los sistemas de distribución de agua potable en las diferentes comunidades que gestionan dicho recurso para el consumo humano en los diferentes territorios del Ecuador.

Este documento recoge, de forma simple, criterios técnicos sobre los modos de clorar el agua en los diferentes sistemas de distribución y, está dirigida a todas aquellas personas que son responsables de la operación de estos sistemas, con la finalidad de asegurar los procedimientos y mecanismos de cloración o se mejore los que actualmente están aplicando.

## 02 Importancia de la desinfección del agua |

El agua es el elemento más importante para la vida, una persona consume alrededor de 2 litros de agua por día y 700 litros al año. El consumo de agua debe ser seguro, sin bacterias ni elementos tóxicos que causen daño a la salud.

**La cloración** es el proceso de desinfección más utilizado para asegurar el consumo de agua, mediante el uso de Cloro (Cl) en sus diferentes formas como el cloro gaseoso, solución de hipoclorito de sodio o gránulos de hipoclorito de calcio y dióxido de cloro.

### Recomendaciones

El uso del cloro para la desinfección del agua, alimentos crudos o limpieza de superficies, debe hacerse de manera correcta. Te dejamos estas recomendaciones:



- **Desinfección para tanques de agua**, para tanques de 55 galones (220 litros) 2 tapitas de cloro.



- **Desinfección para bebida de agua**, se usa 1 gota de cloro por cada litro de agua, si el agua es muy turbia agregar 1 gota más. Mezclar bien y dejar reposar por 30 minutos antes de consumir.



- **Desinfección por ebullición**, se debe hervir el agua y dejar un minuto luego del hervor. Mantener preferiblemente el agua en el mismo recipiente para evitar contaminación.



- **Desinfección con Yodo**. - 8 gotas de solución de yodo al 2% por cada galón (4 litros) de agua. Mezclar bien y dejar reposar antes de consumir.



- **Desinfección para alimentos crudos**, 3 gotas de cloro por cada litro de agua, si se nota turbiedad agregar una gota más de agua. Mezclar y dejar reposar por 30 minutos antes de consumir.



- **Desinfección de pisos, baños, letrinas**. - en un balde añadir 1/3 de taza de cloro. Mezclar bien y utilizar para la limpieza.

# 02 Importancia de la desinfección del agua |

Los procesos de desinfección de agua se realizan, en su mayoría, en los sistemas de distribución gestionados por los prestadores de servicios públicos o comunitarios.

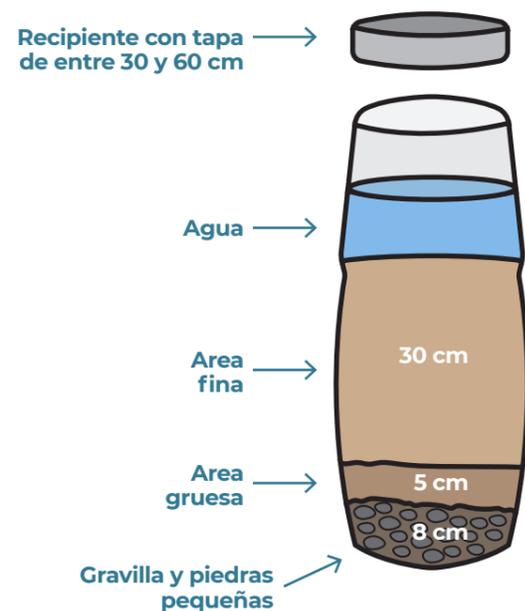
Si un usuario, no es parte de un sistema adecuado de distribución de agua u obtiene el agua de tanqueros que no garanticen su procedencia, se recomienda realizar mínimamente un tratamiento por métodos caseros, utilizando filtros de agua.

### Filtros de agua caseros

**Filtro de arena:** Es un método eficiente para purificar el agua, retiene las partículas y los microorganismos que pueden ser dañinos para nuestra salud.

#### ¿Qué se requiere para un filtro de arena?

- Recipiente grande de plástico limpio.
- Arena fina y limpia (50 cm)
- Arena gruesa limpia (5 cm)
- Gravilla de piedras pequeñas y medianas limpias (8 cm)

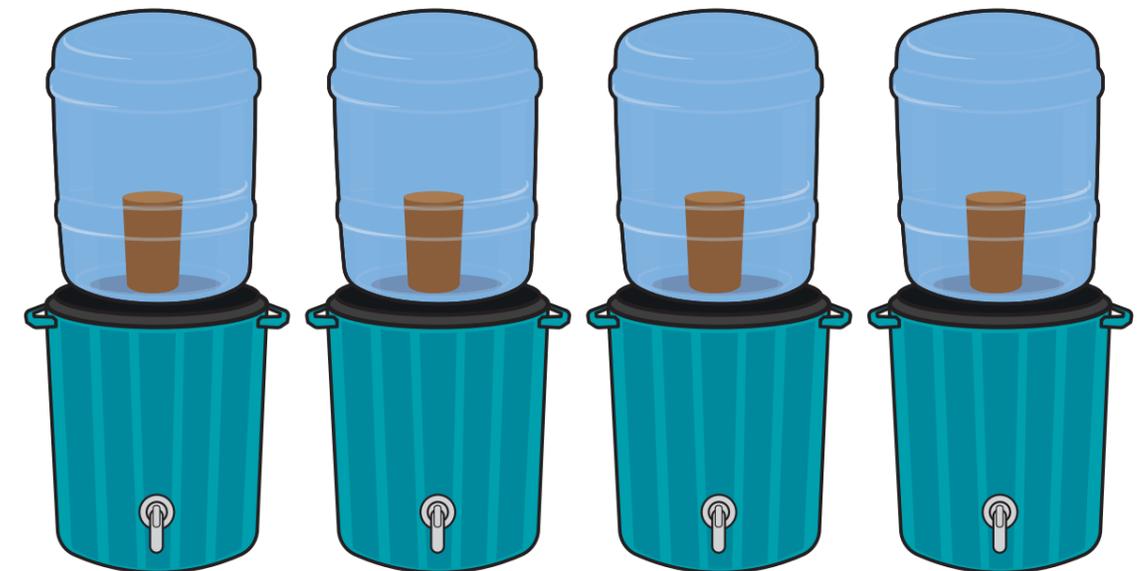


**Filtro de vela:** Tecnología simple y económica que remueve patógenos, elimina la turbidez y sólidos suspendidos en el agua, al igual que virus y hierro. Mejora el sabor del agua.

#### ¿Qué se requiere para un filtro de vela?

- Contenedor superior
- Contenedor inferior
- Grifo
- Tapa
- Vela de cerámica ( es posible construirla con materiales de la zona).

**Dimensiones:** Contenedor superior altura 25 cm, diámetro 6,2 cm. La pared es de cerámica de 0,5 a 1,0 micras; plata coloidal para eliminar el 99% de las bacterias; carbón activado que elimina malos olores y sabores.



## 03 La vigilancia sanitaria en los sistemas de agua potable |

Ahora nos referiremos a los sistemas de distribución donde los operadores y las comisiones de vigilancia son responsables del control permanente de calidad del agua de nuestro sistema. La revisión debe hacerse en tanques y/o reservorios de ingreso, en las redes de conducción y en puntos de distribución del agua hacia los hogares de usuarios.

Para ello se requiere de:

- **Acciones** concretas que definen tareas de inspección (control) permanente con responsables definidos por la organización.  
\_\_\_\_\_
- **Herramientas técnicas** que permiten ordenar la información en matrices o apuntes.  
\_\_\_\_\_
- **Sistema de información** que registran los apuntes realizados en procedimientos de inspección.  
\_\_\_\_\_
- **Análisis de situación** que se obtiene al revisar periódicamente los registros, para valorar el estado del sistema en los diferentes puntos y épocas del año.  
\_\_\_\_\_
- **Reorientación y fortalecimiento de las acciones** que se logran al definir con dirigentes acciones de mejora permanente para incrementar la calidad del agua y del sistema.  
\_\_\_\_\_
- **Cumplimiento de las normas de calidad del agua** establecidas por la resolución 003 del ARCA. (Agencia de Regulación y Control de la Calidad del Agua).

## 04 Marco normativo |

Vigilancia	Control
<p><b>Entidad responsable:</b> MSP, ARCA - MAE a nivel local, provincial, nacional.</p>	<p><b>Entidad responsable:</b> Prestadora del servicio GAD o estructura comunitaria – JAAP. (Junta Administradora de Agua Potable).</p>
<p><b>Función:</b> Promover el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.</p>	<p><b>Función:</b> Asegurar la buena práctica de acciones destinadas a garantizar la calidad del servicio de abastecimiento de agua, en cumplimiento de la normativa vigente.</p>
<p><b>Actividades:</b> Realizar inspecciones o auditorías periódicas en aspectos de seguridad del agua, toma de muestras, proveer y procesar información, evaluar el riesgo de salud humana e identificar y hacer seguimiento de las medidas correctivas.</p>	<p><b>Actividades:</b> Tomar muestras, realizar inspecciones sanitarias, llevar acciones de monitoreo de la calidad del agua y evaluar el riesgo de los sistemas.</p>

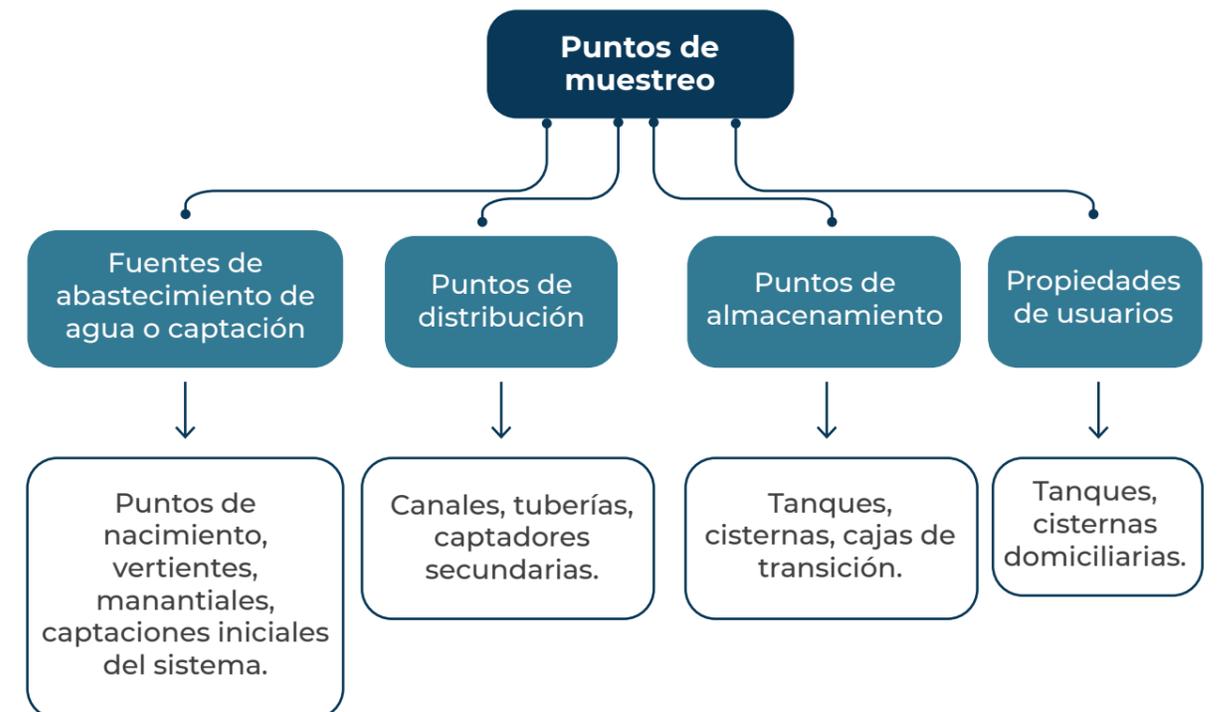
- Resolución #009 - 2019 ARCA sobre las “**...criterios, las características, el contenido y la guía metodológica para la elaboración de planes de mejora...**” (BUENA GESTIÓN DEL AGUA) (ARCA-DE-009-2019, 2019)
- Resolución #002-2016 ARCA “**...establecer las medidas de control de actividades que alteran la cantidad y/o calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas, las sanciones y/o multas correspondientes y las acciones para su remediación en caso de afectación de las mismas...**”. (MECANISMOS CONSERVACIÓN DE AGUA) (DIR-ARCA-RG-001-2016, 2016)

## 05 Principios de inspección técnica |

# 05 Principios de inspección técnica |

**La inspección** es una acción de control diario de nuestro sistema, busca que la calidad del agua se mantenga para el consumo seguro de las y los usuarios. Es fundamental revisar las condiciones de las conducciones, reservorios y sistemas de distribución; los riesgos de contaminación; el fortalecimiento en la organización y capacitación, así como en la operación y funcionamiento del sistema de forma permanente.

### 5.1. Puntos de muestreo



### 5.2. Toma de muestras para análisis del agua

Los análisis de agua evaluarán las características microbiológicas, físicas y químicas. Esta actividad permite tomar medidas correctivas para evitar enfermedades como diarreas, cólera, conjuntivitis, entre otros.

### ¿Cuál es el procedimiento?

- a** Para muestras microbiológicas conseguir frascos esterilizados, como los que se usan para las pruebas de orina, tomar al menos 100 ml. de muestra (un vaso casero lleno aproximadamente), taparlo bien.

---

- b** Para análisis físico-químico tomar hasta 2 litros de muestra (botella nueva de plástico), la toma se debe realizar en zonas con corriente.

---

- c** En caso de realizar la toma de muestras en conexiones domiciliarias dejar correr el agua de 1 a 2 minutos.

---

- d** Etiquetar el frasco con nombre del sistema, lugar, fecha, hora, y datos del responsable que realizó la muestra.

---

- e** Si se toman varias muestras en un mismo lugar se debe numerar cada una (1, 2, 3...).

---

- f** Enviar la muestra a un laboratorio de preferencia certificado, en un tiempo máximo de dos horas después de haber realizado la toma. No debe calentarse, se recomienda mantenerla a 4°C, de ser posible mantener en un recipiente refrigerante, "cooler".

---

- g** La muestra debe procesarse antes de 24 horas.

### 5.3 Parámetros básicos que se analizan en el agua

La determinación de los parámetros de control de calidad depende mucho de la caracterización del área de influencia de donde proviene el agua de abastecimiento.

**Color del agua** se debe a la existencia de sustancias disueltas que en la gran mayoría de los casos son de naturaleza orgánica. Es importante desde el punto de vista de cloración, pues aguas con presencia fuerte de materia orgánica al combinarse con cloro pueden afectar a la salud; por tal razón, se debe corregir lo antes posible.

 <p><b>Fe</b></p>	 <p><b>Mn</b></p>	
<p><b>Hierro (Fe)</b>, elemento muy común en aguas subterráneas como en superficiales, conocido por darle coloración rojiza al agua, no tiene mayor complicación sanitaria, pero causa rechazo del consumidor por su apariencia, sabor y olor, de la misma forma causa taponamiento en las redes.</p> <p>También reacciona con el cloro produciendo mayor presencia de óxido de hierro.</p>	<p><b>Manganeso (Mn):</b> Este elemento comúnmente aparece junto al hierro, se puede identificar debido a su coloración rojizas-negras (babas pegajosas) y también por su sabor un tanto metálico, también se puede notar en el manchado de la ropa.</p> <p>No tiene efecto sanitario, pero causa rechazo del consumidor.</p>	<p><b>Turbiedad:</b> La turbiedad se debe a la presencia de partículas en suspensión (generalmente arcilla finamente dividida). La calidad estética del agua por presencia de partículas o agentes físicos puede definir problemas.</p> <p>Importante también desde el punto de vista de la cloración, pues un agua turbia puede servir como protección de los microorganismos y protegerse de su acción.</p>

**pH**, mide el grado de acidez o alcalinidad de un compuesto (agua). Parámetro fundamental para varios procesos químicos del agua (ej. Las reacciones de cloro se dan con valores pH de 6,5 a 8).

**Cloro residual**, es el cloro que permanece en el agua luego de ser desinfectada para asegurar su desinfección por un tiempo determinado. Por sus propiedades el cloro combate todo tipo de microbios contenidos en el agua, incluidos bacterias, virus, hongos, levaduras, algas y limos que proliferan en el interior de las tuberías de abastecimiento y en áreas de almacenamiento. El rango ideal de cloro está entre 0,2 a 0,5 ppm (partes por millón) dentro del sistema de tratamiento y abastecimiento de agua.

**Coliformes**, parámetro que determina la calidad sanitaria del agua. Los coliformes se subdividen en coliformes totales y coliformes fecales. Estos últimos tienen origen intestinal siendo muy peligrosos promoviendo enfermedades.

Existen otros parámetros de análisis que se los puede observar en el ANEXO 1, pag 30

### 5.4. Deberes de la junta administradora de agua potable y de la comunidad

- Levantar un diagnóstico integral del sistema de agua en base a la resolución 009 del ARCA.
- Elaborar y actualizar el plan de mejora periódicamente en base a los parámetros establecidos por el ARCA.
- Conformar una comisión o comité de vigilancia del sistema de agua, responsable de realizar tomas de muestras en diferentes puntos para analizar la presencia o no de cloro o cloro residual. Los análisis deberán ser de laboratorios certificados.
- Elaborar y distribuir material educativo para el conocimiento de las y los usuarios del sistema y así asegurar su buen funcionamiento.
- Capacitar a los miembros de la comunidad en temas de vigilancia y control de la calidad del agua en el sistema y en sus hogares.
- Fomentar hábitos de higiene en la población.
- Promover la desinfección del agua en el sistema y a nivel domiciliario.
- Fortalecer las capacidades de las y los operadores, de las y las y los usuarios en el manejo de los sistemas comunitarios de agua, tanques o reservorios domiciliarios.

### 5.5. Acciones de control y de aprendizaje sanitario del sistema y de uso del recurso

OPERADOR/A DEL SISTEMA DE SERVICIO DE AGUA	ACCIONES
<b>1</b> Control sanitario	a. Hacer croquis del sistema de abastecimiento de agua. b. Mediciones periódicas de cloro residual. c. Tomar muestras trimestrales para el análisis bacteriológico en la captación, en la red de distribución y en el domicilio.
<b>2</b> Revisión de las fuentes de agua	a. Conservar, proteger y restaurar las zonas de recarga hídrica.

### USUARIOS Y USUARIAS DEL SISTEMA DE AGUA

<b>1</b> Cuidado del sistema de almacenamiento doméstico.	a. Limpiar tanques de almacenamiento o cisternas. b. Reportar a operadores o junta problemas encontrados, mediante observación o consumo, cuando el agua se encuentre en mal estado.
<b>2</b> Implementación de buenas prácticas del uso y consumo del agua	a. Evitar el desperdicio de agua por mal uso o fugas. b. No usar conexiones clandestinas del agua. c. Cancelar las tarifas del agua a tiempo.

\*Revisar resolución #001 y #009 de Arca para buen manejo del sistema

## 06 Desinfección con cloro |

La desinfección se refiere a la eliminación de agentes infecciosos por medio de la utilización de diferentes agentes neutralizadores de patógenos, como el uso del cloro en sus diferentes presentaciones, el cual debe eliminar todo microorganismo perjudicial para el consumo humano.

Es recomendable aplicar procedimientos a nivel operativo del sistema, así como en los hogares de las y los usuarios del propio sistema.

### 6.1. Cloración a nivel de sistemas

#### 6.1.1. Equipos de cloración

Existen varios tipos o equipos de cloración del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano denominados hipocloradores. A continuación, se citan algunos equipos genéricos o comunes en el uso de la cloración del sistema, entendiendo que existen equipos adicionales que pueden ser utilizados para la desinfección de los sistemas. Para seleccionar uno de los siguientes tipos de cloradores, es necesario que se realice un análisis de la disponibilidad en el mercado del equipo y el tipo de cloro a usar, analizar la facilidad de adquisición de todos los productos, de las capacidades técnicas del SAP para la operación y mantenimiento de los equipos, de la capacidad económica de la entidad prestadora del servicio, para implementar cada tipo y de la capacidad de cubrir los costos operativos.

**1. Hipoclorador hidráulico por Venturi.** - se utiliza un equipo de dosificación por succión de un dispositivo denominado Venturi, que dosifica soluciones cloradas en tuberías presurizadas. El rango de dosificación varía entre 1 a 25 l/h.

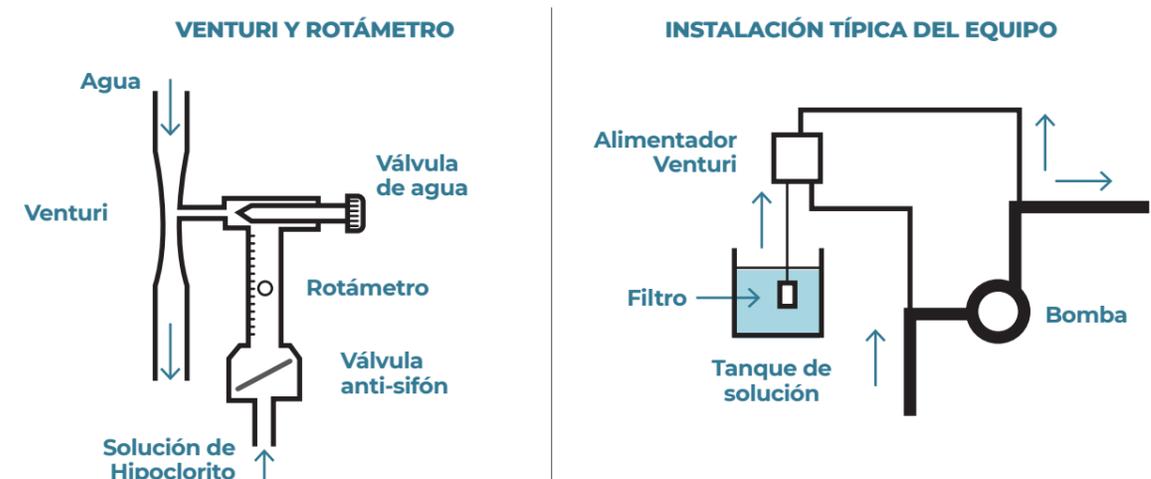


Ilustración. Esquema de un hipoclorador Tipo Venturi

**2. Hipoclorador de flujo constante o por goteo.** - consta de un tanque plástico de 250 litros para preparación de solución química con un dosificador compuesto de tres partes; una válvula de control, dosificador de salida y una cámara de carga constante.

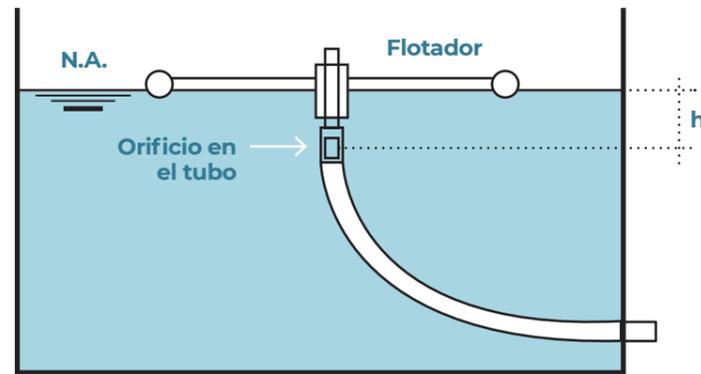


Ilustración. Hipoclorador a goteo

**3. Hipoclorador por erosión y de píldoras.** - aparato diseñado para un trabajo por erosión de tabletas de hipoclorito de calcio de alta concentración (HTH). Dosificador de cloro en línea que contiene en su interior un canastillo con una cápsula de hipoclorito cálcico de 300 gramos de peso.

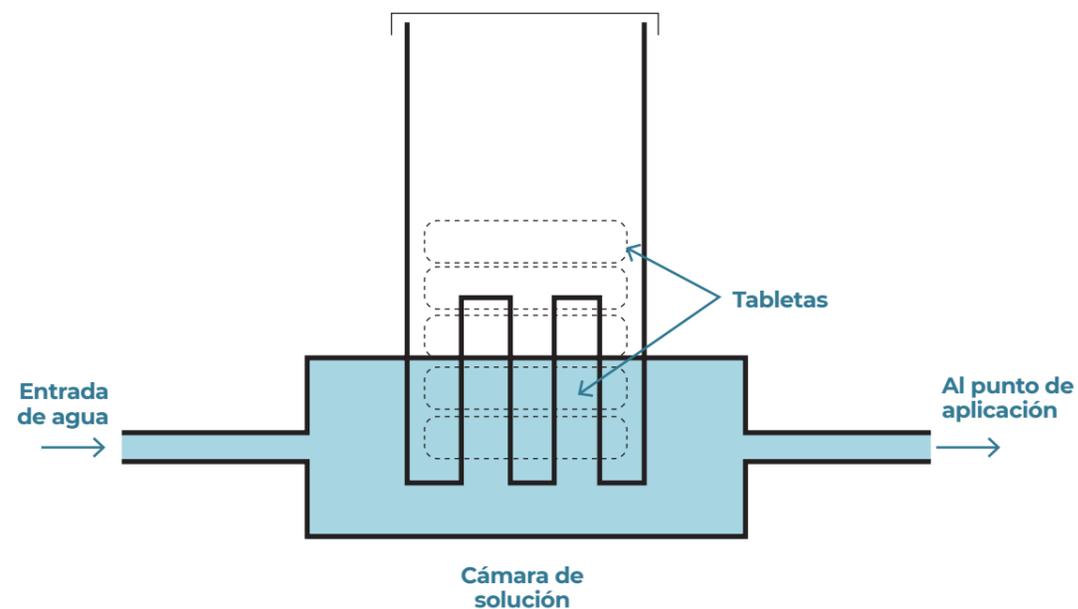


Ilustración. Hipoclorador a goteo

**4. Clorador gaseoso de funcionamiento a presión.** - este sistema dispone de un regulador a presión y un rotámetro que sirve para verificar la cantidad de flujo del cloro gas. El paso del cloro gas es controlado por un regulador.

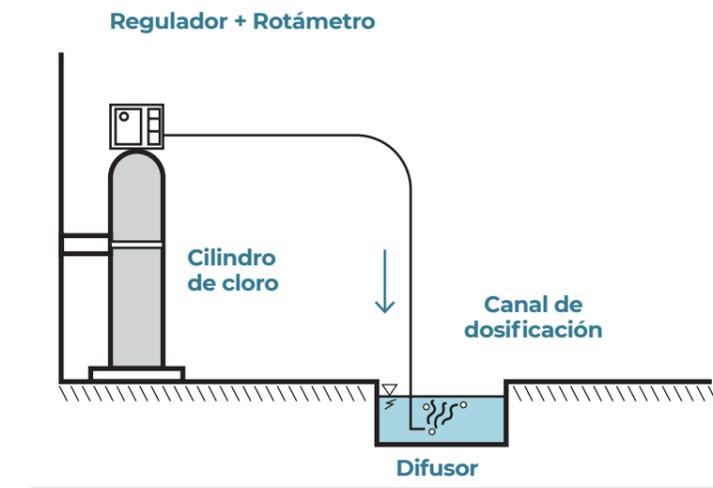


Ilustración. Clorador por botellón de cloro gas

### 6.1.2. Aforo de agua

#### ¿Qué es el aforo?

Es la medición de caudal existente en una vertiente, conducción, planta de tratamiento o conexión domiciliaria. Este procedimiento implica calcular el tiempo (T) que tarda en llenarse un volumen (V) determinado dentro de un recipiente.

Para determinar el caudal existen varios métodos de medición, el más simple es el método volumétrico que se utiliza en caudales de hasta 20 litros/segundo.

#### ¿Cómo medir el caudal con el método volumétrico?

- Tomar un recipiente con volumen conocido.
- Recibir el agua a chorro dentro de recipiente.
- Medir tiempo en segundos que tarda el recipiente en llenarse.

$$Q = \frac{V}{t}$$

**Q** = caudal (l/s, l/h, m<sup>3</sup>/h)  
**V** = volumen (l, m<sup>3</sup>)  
**t** = tiempo (s, h)

**Ejemplo:**

Balde plástico de 12 litros tarda en llenarse 4 segundos.



**Caudal (Q)** = 12 litros ÷ 4 segundos = 3 l/s. (litros/segundo).

Saber aforar es muy importante, ya que está ligado con la cantidad de cloro que se debe colocar en nuestra caseta de cloración; el caudal esta relacionado con la cantidad de usuarios que actualmente tiene nuestro sistema de agua potable, a mayor numero de casas, mayor caudal necesario y mayor cantidad de cloro a dosificar.

**6.1.3. Dosificaciones**

Las dosificaciones dependen del tipo de cloro utilizado, de la calidad del agua y del caudal a ser tratado. Ya hemos comentado que los tipos de cloro usados a nivel de sistemas de agua potable rural son el cloro líquido, granulado o en estado gaseoso.

La aplicación de las siguientes recomendaciones está sujeta a criterios profesionales u operativos propios, externos u oficiales, de cada uno de los sistemas, con el fin de garantizar la calidad e inocuidad del agua a ser consumida por sus usuarios.

**¿Qué criterios debemos tomar en cuenta para la dosificación?**

- **Número de familias que ocupan el agua:** importante tomar en cuenta únicamente a las familias que viven permanentemente en una comunidad para evitar el desperdicio del agua clorada. Se considera como parámetros generales que una vivienda o casa cuenta con un promedio de 5 a 6 personas, y cada persona consume aproximadamente 80 litros por día (80 l/hab/día). Normas técnicas Senagua.

- **La calidad del agua a desinfectar:** Está relacionado con el tipo de fuente y la eficiencia del tratamiento que disponga el sistema. No se recomienda clorar el agua si es turbia, si contiene mucho color o materia orgánica, pues se requerirá grandes dosis de cloro y es posible que se cree otros compuestos peligrosos.
- **Concentración del cloro.** – Dependen del tipo de cloro que se use, en ningún caso la concentración es del 100%. El cloro gaseoso es el más concentrado (99.5% aproximadamente), le sigue el cloro granulado que tiene presentaciones al 65% y 70%, el menos concentrado es el hipoclorito de sodio o más conocido como cloro líquido. (%??)
- **Magnitud de las redes de distribución.** - Mientras más larga sea la red, mayor cantidad de cloro se debe colocar, pues el cloro pierde su intensidad según el recorrido realizado por la red.

**6.1.4. Fórmulas de cálculo de la cantidad de cloro a dosificar**

**Cloro Líquido:**

Se debe utilizar la siguiente fórmula para determinar el volumen de cloro a suministrar:

$$V = \frac{Q \times ds}{c}$$

- **V:** volumen de cloro a suministrar (litros)
- **Q:** caudal de agua que ingresa a la planta de tratamiento (litros/segundo)
- **ds:** Dosis de cloro (varia desde 1 a 3 ppm, depende de la calidad de agua y el tamaño de las redes)
- **c:** concentración de cloro activo (12500 ppm-cloro obtenido de la sal)

**Cloro Granulado:**

Se debe utilizar la siguiente fórmula para determinar la cantidad de gramos de cloro a suministrar:

$$G = \frac{Q \times ds}{c}$$

- **G:** gramos de cloro a suministrar (g)
- **Q:** caudal de agua que ingresa a la planta de tratamiento (m<sup>3</sup>/día)
- **ds:** dosis de cloro (varía desde 1 a 3 g/m<sup>3</sup>, depende de la calidad de agua y el tamaño de las redes)
- **c:** concentración de cloro activo (varía entre 65% y 70%)

**Cloro Gas:**

Se debe utilizar la siguiente fórmula para determinar la cantidad de gramos de cloro a suministrar por hora:

$$M = D \times Q$$

- **M:** gramos de cloro a suministrar (g) por cada hora
- **Q:** caudal de agua a tratar (m<sup>3</sup>/hora)
- **D:** dosis de cloro (varía desde 1 a 3 g/m<sup>3</sup>, depende de la calidad de agua y el tamaño de las redes)

**6.1.5. Preparación de la primera solución clorada**

**Cloro líquido:** en este caso solo se requiere mezclar el volumen de cloro en el tacho de 250 litros, mezclar bien y proceder a la calibración del goteo o chorro de la solución al tanque de mezcla o tanque de reserva.

**Cloro Granular:** en este caso es necesario diluir los gramos de cloro en un balde de 4 litros con agua, se debe procurar realizar varios movimientos de mezcla y dejar reposar al menos 10 minutos para que se deposite los granos no diluidos y tener una solución homogénea, luego se procede a colocar en el tanque de 250 litros, pero en este caso es de suma importancia cernir la solución, pues siempre se debe evitar colocar granos no disueltos porque luego causará obstrucción en el flotador.

**6.1.6. Monitoreo del cloro residual y calibración de la dosis de cloro final**

La medición de cloro residual en las redes es primordial para conocer la efectividad de nuestra dosificación, pues permite controlar el funcionamiento del equipo y las actividades del operador del sistema.

Existen varios métodos de determinación del cloro residual desde pruebas complejas de laboratorio hasta métodos simples de observación, en este caso nos concentraremos en el método de ortotolidina, que por lo general consiste en usar comparadores de cloro, donde se adiciona gotas de ortotolidina a la muestra de agua, luego se compara las escalas de color (amarillo) y se determina la cantidad aproximada de cloro existente en las redes, mientras mas tenue es el color amarillo de la reacción, menos color se dispone en ese punto de muestreo. Para comenzar se toma en los extremos de las redes, en caso de tener niveles bajos de cloro, se debe aumentar la dosis de cloro, en caso contrario disminuir hasta tener una cantidad de 0.3 ppm a 0.5 ppm en los extremos de redes.

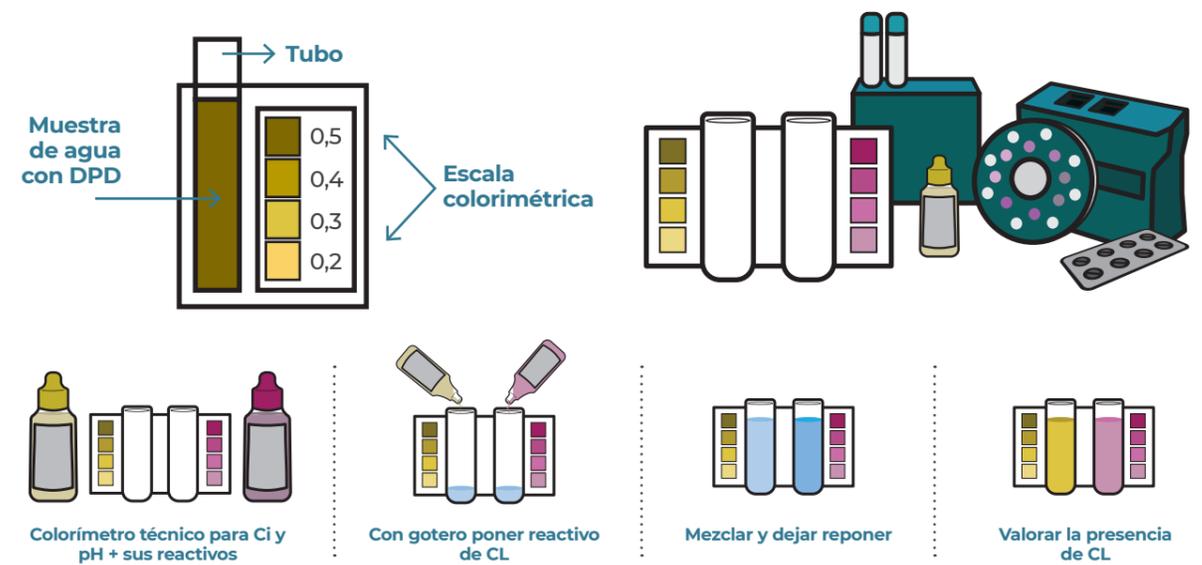


Ilustración. Comparadores de cloro con el método de Ortotolidina

**Referencias por las medidas**

1 cucharada sopera	=	1 onza aproximadamente
1 litro tiene aproximad	=	1000 mililitros
1 litro tiene aproximad	=	1000 centímetros cúbicos (cc)°
1 metro cubico es	=	1000 litros
1 kilogramo tiene	=	1000 gramos

**Siglas utilizadas**

- MSP:** Ministerio de Salud Pública
- ARCA:** Agencia de Regulación y Control del Agua
- MAA:** Ministerio del Ambiente y Agua
- GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado
- SAP:** Sistema de Agua Potable
- JAAP:** Junta Administradora de Agua Potable

## ANEXO - 1

## CUADRO AYUDA PARA LA DOSIFICACIÓN DE CLORO GRANULAR PARA LAS COMUNIDADES RURALES CLIMA FRIO

DATOS GENERALES		
CONCENTRACIÓN DE CLORO	65%	
DOSIS DE CLORO	1,5	g/m <sup>3</sup>
CAPACIDAD CUCHARA	28	g
CAPACIDAD TACHO DE CLORO	45000	g
Nº DE PERSONAS EN CADA CASA	5	Personas
FACTOR DE MAYORACIÓN	1,3	QMD
DOTACIÓN MEDIANA	80	l/habitante/día

CURIOSIDADES	
1 CUCHARA SOPERA =	1 Onza aproximadamente
1 LITRO TIENE APROX =	1000 mililitros
1 LITRO TIENE APROX =	1000 centímetros cúbicos (cc)
1 DÍA TIENE =	86400 segundos
1 METRO CÚBICO ES =	1000 litros
1 KILOGRAMO TIENE =	1000 gramos

NÚMERO DE USUARIOS	CAUDAL DE	CAUDAL EQUIVALENTE	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	DURACIÓN TACHO 45 Kg CLORO
Casas	l/s	M <sup>3</sup> /día	gramos	Cucharadas soperas (1 Onza)	gramos	Cucharadas soperas (1 Onza)	meses
33	0,20	17,23	39,90	1,43	79,80	2,85	37,59
42	0,25	21,60	49,80	1,78	99,60	3,56	30,12
50	0,30	25,92	59,80	2,14	119,60	4,27	25,08
58	0,35	30,24	69,80	2,49	139,60	4,99	21,49
66	0,40	34,56	79,80	2,85	159,60	5,70	18,80
75	0,45	38,88	89,70	3,20	179,40	6,41	16,72
83	0,50	43,20	99,70	3,56	199,40	7,12	15,05
91	0,55	47,52	109,70	3,92	219,40	7,84	13,67
100	0,60	51,84	119,60	4,27	239,20	8,54	12,54
108	0,65	56,16	129,60	4,63	259,20	9,26	11,57
116	0,70	60,48	139,60	4,99	279,20	9,97	10,74
125	0,75	64,80	149,50	5,34	299,00	10,68	10,03
133	0,80	69,12	159,50	5,70	319,00	11,39	9,40
141	0,85	73,44	169,50	6,05	339,00	12,11	8,85
150	0,90	77,46	179,50	6,41	358,80	12,81	8,36
158	0,95	82,08	189,50	6,76	378,80	13,53	7,92
166	1,00	86,40	199,40	7,12	398,80	14,24	7,52
174	1,05	90,72	209,40	7,48	418,80	14,96	7,16
183	1,10	95,04	219,30	7,83	438,60	15,66	6,84
191	1,15	99,36	229,30	8,19	458,60	16,38	6,54

NÚMERO DE USUARIOS	CAUDAL DE	CAUDAL EQUIVALENTE	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	DURACIÓN TACHO 45 Kg CLORO
Casas	l/s	M <sup>3</sup> /día	gramos	Cucharadas soperas (1 Onza)	gramos	Cucharadas soperas (1 Onza)	meses
199	1,20	103,88	239,30	8,55	478,60	17,09	6,27
208	1,25	108,00	249,20	8,90	498,40	17,80	6,02
216	1,30	112,32	259,20	9,26	518,40	18,51	5,79
224	1,35	116,64	269,20	9,61	538,40	19,23	5,57
233	1,40	120,96	279,10	9,97	558,40	19,94	5,37
241	1,45	125,28	289,10	10,33	578,20	20,65	5,19
249	1,50	129,60	299,10	10,68	598,20	21,36	5,02
258	1,55	133,92	309,00	11,04	618,00	22,07	4,85
266	1,60	138,24	319,00	11,39	638,00	22,79	4,70
274	1,65	142,56	329,00	11,75	658,00	23,50	4,56
282	1,70	146,88	339,00	12,11	678,00	24,21	4,42
291	1,75	151,20	348,90	12,46	697,80	24,92	4,30
299	1,80	155,52	368,90	12,82	717,80	25,64	4,18
307	1,85	159,84	358,90	13,18	737,80	26,35	4,07
316	1,90	161,16	368,90	13,53	757,60	27,06	3,96
324	1,95	168,48	378,80	13,89	777,60	27,77	3,86
332	2,00	172,80	398,80	14,24	797,60	28,49	3,76
341	2,05	177,12	408,70	14,60	817,40	29,19	3,67
349	2,10	181,44	418,70	14,95	837,40	29,91	3,58
357	2,15	185,76	428,70	15,31	857,40	30,62	3,50

## CÁLCULOS Y RECOMENDACIONES

## Herramientas

- Litrea enumerada su es poco agua
- Balde de cuatro litro enumerada si es hay bastante agua
- Cronómetro o reloj con segundero

Para poner con mayor exactitud los gramos de cloro se puede usar las inyecciones grandes que usan para el ganado sabiendo que cada cm es igual a un gramo.

Antes de colocar el cloro en el tacho de 250 litros primero se debe mezclar el cloro con agua en un balde de 10 litros hasrta que el cloro se disuelva muy bien. Paa que toda el agua preparada en el tacho de 250 litros se termine en uno o dos días se debe regular el chorro que cae en la caja mezcladora. Se recomienda medir el caudal de cloro que car en la caja cada semana.

## Procesos

1. Se calcula con el reloj o cronómetro los segundos que demora en llenar la litrea o el balde. Hacer tres mediciones y anotar el tiempo para cada caso.
2. Se calcula el caudal en cada intento con la fórmula: Q= capacidad del embase dividido para los segundos calculados.

## Ejemplo:

Si uso un **envase**, la capacidad es de **1 litro**. Imaginaremos que el agua se demora en llenar la litrea **4 segundos**, entonces, el caudal será:

$$Q = \frac{Cr}{\text{Tiempo}}$$

Donde... **Cr**= capacidad de recipiente (litrea) = 1 litro  
**Tiempo**= La cantidad de segundos que demora el agua en llegar la litrea. 4 segundos.

Luego entonces el resultado es:

$$Q = \frac{1 \text{ litro}}{4 \text{ segundos}} = 0,25 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Esto se repite para las tres mediciones y luego se saca el promedio: Sumando los tres resultados y dividiendo el total para 3.

## CUADRO AYUDA PARA REGULAR EL CAUDAL DE CLORO QUE CAE A LA CAJA DE MEZCLA

Antes se recomienda o es obligatorio tener una litrea bien enumerada.

## DATOS INICIALES

CAPACIDAD TANQUE	250 litros
CAUDAL QUE PASA 1 DÍA	0,0029 l/s
CAUDAL QUE PASA 2 DÍA	0,0014 l/s

1	
CANTIDAD DE AGUA PARA LLENAR EN MILILITROS	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (minutos)
60	0,3
	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (segundos)
	21

2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LLENAR EN MILILITROS	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 2 DÍAS (minutos)
30	0,3
	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (segundos)
	21

ANEXO - 2

CUADRO AYUDA PARA LA DOSIFICACIÓN DE CLORO LÍQUIDO PARA LA COMUNIDADES RURALES CLIMA FRÍO

DATOS GENERALES		
CONCENTRACIÓN DE CLORO	12500	ppm
DOSIS DE CLORO	1,5	ppm
CAPACIDAD CUCHARA	34	g/litro cloro
CAPACIDAD TACHO DE CLORO		
Nº DE PERSONAS EN CADA CASA	5	Personas
FACTOR DE MAYORACIÓN	1,25	QMD
DOTACIÓN MEDIANA	80	l/habitante/día

$$V = \frac{Q \times ds}{c}$$

V: Volumen de cloro a suministrar  
 c: Concentración cloro activo (ppm)  
 Q: Cantidad de agua a tratarse en l/d (Q.M.D)  
 ds: dosificación de cloro (ppm)

CURIOSIDADES	
1 LITRO TIENE APROX =	1000 mililitros
1 LITRO TIENE APROX =	1000 centímetros cúbicos (cc)
1 DÍA TIENE =	86400 segundos
1 METRO CÚBICO ES =	1000 litros
1 KILOGRAMO TIENE =	1000 gramos

NÚMERO DE USUARIOS	CAUDAL DE	CAUDAL EQUIVALENTE	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	DURACIÓN TACHO 45 Kg CLORO
Casas	l/s	litros/día	litros	gramos de cloro suministrados	litros	gramos de cloro suministrados	semanas
35	0,20	17280,00	2,10	26,25	4,20	52,50	8,00
43	0,25	21600,00	2,60	32,50	5,20	65,00	6,46
52	0,30	25920,00	3,10	38,75	6,20	77,50	5,42
60	0,35	30240,00	3,60	45,00	7,20	90,00	4,67
69	0,40	34560,00	4,10	51,25	8,20	102,50	4,10
78	0,45	38880,00	4,70	58,75	9,40	117,50	3,58
86	0,50	43200,00	5,20	65,00	10,40	130,00	3,23
95	0,55	47520,00	5,70	71,25	11,40	142,50	2,95
104	0,60	51840,00	6,20	77,50	12,40	155,00	2,71
112	0,65	56160,00	6,70	83,75	13,40	167,50	2,51
121	0,70	60480,00	7,30	91,25	14,60	182,50	2,30
130	0,75	64800,00	7,80	97,50	15,60	195,00	2,15
138	0,80	69120,00	8,30	103,75	16,60	207,50	2,00
147	0,85	73440,00	8,80	110,00	17,60	220,00	1,91
156	0,90	77760,00	9,30	116,25	18,60	232,50	1,81
164	0,95	82080,00	9,80	122,50	19,60	245,00	1,71
173	1,00	86400,00	10,40	130,00	20,80	260,00	1,62
181	1,05	90720,00	10,90	136,25	21,80	272,00	1,54
190	1,10	95040,00	11,40	142,50	22,80	285,00	1,47
199	1,15	99360,00	11,90	148,75	23,80	297,50	1,41

NÚMERO DE USUARIOS	CAUDAL DE	CAUDAL EQUIVALENTE	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA UN DÍA	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	CANTIDAD DE CLORO PARA DOS DÍAS	DURACIÓN TACHO 45 Kg CLORO
Casas	l/s	litros/día	litros	gramos de cloro suministrados	litros	gramos de cloro suministrados	días
207	1,20	103680,00	12,40	155,00	24,80	310,00	1,36
216	1,25	108000,00	13,00	162,50	26,00	325,00	1,29
225	1,30	112320,00	13,50	168,75	27,00	337,50	1,24
233	1,35	116640,00	14,00	175,00	28,00	350,00	1,20
242	1,40	120960,00	14,50	181,25	29,00	362,50	1,16
251	1,45	125280,00	15,00	187,50	30,00	375,00	1,12
259	1,50	129600,00	15,60	195,00	31,20	390,00	1,08
268	1,55	133920,00	16,10	201,25	32,20	402,00	1,04
276	1,60	138240,00	16,60	207,50	33,20	415,00	1,01
285	1,65	142560,00	17,10	213,75	34,20	427,50	0,98
294	1,70	146880,00	17,60	220,00	35,20	440,00	0,95
302	1,75	151200,00	18,10	226,25	36,20	452,50	0,93
311	1,80	155420,00	18,70	233,75	37,40	467,00	0,90
320	1,85	159840,00	19,20	240,00	38,40	480,00	0,88
328	1,90	164160,00	19,70	246,25	39,40	492,50	0,85
337	1,95	168480,00	20,20	252,50	40,40	505,00	0,83
346	2,00	172800,00	20,70	258,75	41,40	517,50	0,81
354	2,05	177120,00	21,30	266,25	42,60	532,50	0,79
363	2,10	181440,00	21,80	272,50	43,60	545,00	0,77
372	2,15	185760,00	22,30	278,75	44,60	557,50	0,75

CÁLCULOS Y RECOMENDACIONES

Herramientas

- Litrea enumerada su es poco agua
- Balde de cuatro litro enumerada si es hay bastante agua
- Cronómetro o reloj con segundero

Para poner con mayor exactitud los gramos de cloro se puede usar las inyecciones grandes que usan para el ganado sabiendo que cada cm es igual a un gramo.

Antes de colocar el cloro en el tacho de 250 litros primero se debe mezclar el cloro con agua en un balde de 10 litros hasrta que el cloro se disuelva muy bien. Paa que toda el agua preparada en el tacho de 250 litros se termine en uno o dos días se debe regular el chorro que cae en la caja mezcladora. Se recomienda medir el caudal de cloro que car en la caja cada semana.

Procesos

1. Se calcula con el reloj o cronómetro los segundos que demora en llenar la litrea o el balde. Hacer tres mediciones y anotar el tiempo para cada caso.
2. Se calcula el caudal en cada intento con la fórmula: Q= capacidad del embase dividido para los segundos calculados.

Ejemplo:

Si uso un **envase**, la capacidad es de **1 litro**. Imaginaremos que el agua se demora en llenar la litrea **4 segundos**, entonces, el caudal será:

$$Q = \frac{Cr}{\text{Tiempo}}$$

Donde... Cr= capacidad de recipiente (litrea) = 1 litro  
**Tiempo**= La cantidad de segundos que demora el agua en llegar la litrea. 4 segundos.

Luego entonces el resultado es:

$$Q = \frac{1 \text{ litro}}{4 \text{ segundos}} = 0,25 \frac{l}{s}$$

Esto se repite para las tres mediciones y luego se saca el promedio: Sumando los tres resultados y dividiendo el total para 3.

CUADRO AYUDA PARA REGULAR EL CAUDAL DE CLORO QUE CAE A LA CAJA DE MEZCLA

Antes se recomienda o es obligatorio tener una litrea bien enumerada.

DATOS INICIALES

CAPACIDAD TANQUE	250 litros
CAUDAL QUE PASA 1 DÍA	0,0029 l/s
CAUDAL QUE PASA 2 DÍA	0,0014 l/s

1

CANTIDAD DE AGUA PARA LLENAR EN MILILITROS	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (minutos)
60	0,3
	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (segundos)
	21

2

CANTIDAD DE AGUA PARA LLENAR EN MILILITROS	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 2 DÍAS (minutos)
30	0,3
	TIEMPO QUE DEBE DEMORAR PARA 1 DÍA (segundos)
	21

## Referencias

- ARCA-DE-009-2019, R. (2019). <http://www.regulacionagua.gob.ec/>.  
Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/Res.-ARCA-DE-009-2019.pdf>
- DIR-ARCA-RG-001-2016, R. (2016). Agencia de regulación y control del agua. Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec>: [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/reg\\_01.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/reg_01.pdf)
- <http://azud.pangeaes.com/Imágenes/Descargas/201882485834CAT%C3%81LOGO%20FILTRADO%20AZUD.pdf>.  
(s.f.). <http://azud.pangeaes.com>. Obtenido de <http://azud.pangeaes.com/Imágenes/Descargas/201882485834CAT%C3%81LOGO%20FILTRADO%20AZUD.pdf>

GUÍA DE

**DESINFECCIÓN DEL AGUA  
MEDIANTE LA APLICACIÓN  
DEL CLORO EN LOS SISTEMAS  
DE AGUA POTABLE RURALES**

Comunidades rurales de Sierra  
Centro del Ecuador

