

**El clorinador en línea  
con pastillas...  
una solución  
sostenible para  
sistemas de  
mini-acueductos  
en zonas rurales y  
periurbanas de los  
departamentos de  
Matagalpa y Jinotega**



**La ruta hacia la sostenibilidad**



# Contenido



- Qué es un clorinador en línea con pastillas?
- Costos de adquisición o fabricación y de operación.



**SOCIAL**

- **Aspecto Social:**  
El clorinador en línea satisface una necesidad real de las comunidades, pero hace falta mayor sensibilización.



**ECONÓMICO**

- **Aspecto Económico:**  
El clorinador en línea es una tecnología accesible, debido a su bajo costo de adquisición y mantenimiento. Pero no es una actividad muy rentable para los proveedores.



**MEDIO AMBIENTE**

- **Aspecto Ambiental:**  
El uso de la tecnología de cloración en línea no representa grandes riesgos para el medio ambiente.



**LEGAL, INSTITUCIONAL, ORGANIZACIONAL**

- **Aspecto Legal, Organizacional e Institucional:**  
Organizaciones comunitarias, gobiernos locales e instituciones reguladoras están involucradas, pero se requiere mayor coordinación.



**HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS**

- **Habilidades y Conocimiento:**  
Existe personal con experiencia y conocimiento en el manejo de la tecnología, pero seguimiento es necesario.



**TECNOLOGÍA**

- **La Tecnología:**  
Sí se maneja bien, el clorinador en línea es una tecnología efectiva para la desinfección de agua para consumo humano.



- Lecciones aprendidas
- Recomendaciones



 **WaterAid**

## ¿Qué es WaterAid?

WaterAid es una organización internacional no gubernamental sin fines de lucro, dedicada a la provisión de agua segura, saneamiento y cambio de comportamientos de higiene a las poblaciones más necesitadas del mundo, apegada al Objetivo de Desarrollo Sostenible Numero 6 (ODS6) de las Naciones Unidas que consiste en garantizar la universalidad de acceso a agua segura, saneamiento e higiene y su gestión sostenible.

Con la finalidad de compartir reflexiones basadas en experiencias prácticas de organizaciones locales en Nicaragua WaterAid ha creado la **Serie “Experiencias en Agua y Saneamiento... La Ruta hacia la Sostenibilidad”**, cartillas que documentan estudios de caso y lecciones aprendidas en agua y saneamiento.



**La ruta hacia la sostenibilidad**

# Presentación

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años en el mundo, con más de medio millón de muertes por año. Según datos del Ministerio de Salud, en el año 2018, fueron ingresados a los centros de atención pública de salud del país más de 424 mil pacientes, siendo las enfermedades diarreicas agudas (EDAs), la segunda causa de hospitalización más frecuente, una enfermedad directamente relacionada con las condiciones de acceso a servicios de agua limpia y saneamiento.

Por tal razón, la desinfección es un proceso imprescindible en el tratamiento del agua para consumo humano y la cloración es el método mayormente utilizado en el mundo porque reduce significativamente la presencia de microorganismos patogénicos en el agua.

Según el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR, 2017) en los departamentos de Matagalpa y Jinotega el índice de cobertura del servicio de agua potable alcanza apenas al 44% de la población rural, servicio prestado por más de 1,300 sistemas de agua potable. De éstos, dos terceras partes son mini-acueductos por gravedad o con bombeo eléctrico y de ellos solo un 48% realizan desinfección con cloro, un 22% realiza algún tipo de filtración del agua y un 30% no practica ninguna forma de tratamiento.

EOS International, ha realizado un sondeo del impacto en la salud del uso de clorinadores en línea en el municipio de Tuma - La Dalia del departamento de Matagalpa, mediante el registro del Ministerio de Salud (MINSa) de los casos de EDAs resultando una reducción de al menos un 50% de casos en el año 2018.

Aunque existen otros tipos de sistemas de cloración existentes con inyección de cloro líquido o en gas, el más sencillo, práctico y económico para pequeños acueductos podría ser el clorinador en línea con pastillas y por esa razón se ha venido promocionando su uso hace más de 20 años en Nicaragua. El objetivo de la presente investigación es valorar los retos para el escalamiento y sostenibilidad del uso efectivo de estos sistemas de cloración en los mini-acueductos rurales de los departamentos de Matagalpa y Jinotega.



## ¿Qué es el Centro SMART?

El Centro de Tecnologías SMART de Agua, Saneamiento e Higiene es una iniciativa de WaterAid en el marco del objetivo de fortalecimiento sectorial mediante la Red de Agua y Saneamiento de Nicaragua (RASNIC) inspirado en la experiencia del Grupo de Centros SMART de Holanda con presencia en Tanzania, Malawi, Mozambique, Zambia y Etiopía.

El Centro SMART de Nicaragua está bajo la administración del organismo Emprendiendo Oportunidades Sostenibles (EOS) y un Consejo Asesor conformado por miembros de los sectores públicos, privados, financieros, académicos, organismos no gubernamentales y organizaciones comunitarias que trabajan en el tema de agua y saneamiento a nivel nacional.

Su misión es ser una plataforma para la diseminación de tecnologías y metodologías SMART que ofrecen soluciones para el acceso a agua segura, saneamiento mejorado y buenas prácticas de higiene, conectando actores públicos, privados y comunitarios para fomentar mercados dinámicos y un ecosistema sostenibles para tecnologías y soluciones Sencillas, Mercadeables, Accesibles y Replicables (SMART) que aseguren al 2030 el logro en Nicaragua del Objetivo de Desarrollo Sostenible Numero 6 (ODS 6) de las Naciones Unidas.

El Centro SMART, oferta una amplia gama de servicios como la exhibición, promoción y distribución de productos y servicios de tecnologías orientadas al mejoramiento del acceso al agua de calidad, saneamiento mejorado y buenas prácticas de higiene, así como el servicio de fortalecimiento de capacidades, por medio de ENTRENAMIENTO a emprendedores en producción y mejores prácticas de instalación, comercialización y mercadeo de tecnologías, brinda también el servicio de ASISTENCIA TÉCNICA Y FINANCIERA, a través de la oferta de productos de crédito de las instituciones microfinancieras para facilitar el acceso a soluciones apropiadas.

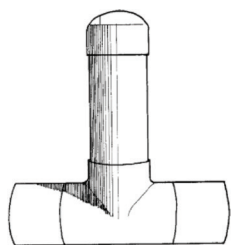
Complementa su oferta con los servicios de INVESTIGACIÓN, desarrollo y pilotaje de tecnologías de bajo costo apropiadas y adaptables a diferentes contextos mediante investigaciones lideradas por universidades, servicios de SOPORTE TÉCNICO, con la asistencia a proveedores de servicios y ejecutores de proyectos para la gestión de soluciones SMART, así como el desarrollo de guías y manuales; por último y no menos importante, apoya a la NORMATIVA a través de la diseminación de regulaciones y normas y desarrollo de políticas por parte del gobierno aplicables al sector agua, saneamiento e higiene.



# ¿Qué es el sistema clorinador en línea con pastilla?

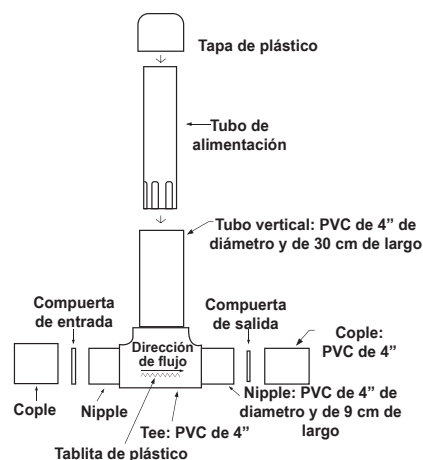
El sistema de clorinación en línea con pastilla consiste en un dispositivo sencillo para desinfectar agua en sistemas rurales alimentados por gravedad y por bombeo eléctrico. El dispositivo es capaz de aplicar una dosis controlada de cloro para reducir o eliminar la presencia de microorganismos patógenos causantes de enfermedades diarreicas y dejar una concentración de cloro residual en el sistema. La desinfección se logra poniendo en contacto el flujo continuo del agua con las tabletas de cloro. El sistema es de bajo costo, no necesita electricidad y es de mantenimiento mínimo. Es disponible en distintas presentaciones en el mercado nacional así como en el caso del modelo CTI pueda ser fabricado de tubería PVC y accesorios localmente disponibles.

## Descripción técnica del Sistema Clorinador en Línea con pastilla (Fabricado in situ)



El cuerpo central del dispositivo, está compuesto por una tee de PVC de 4" pulgadas, acoplada en su extremo vertical a un tubo del mismo diámetro SDR 26 de 30 cm de largo. A los extremos laterales se acopla al resto de la red por medio de dos nipples de 9 cm y dos uniones de 4".

En la tee se ubican dos compuertas, uno en la entrada y otro en la salida. La primera, está constituida por una ranura de 2cm de ancho y 8.8cm de largo y dirige el flujo de agua hacia las pastillas.



El tubo de alimentación contiene las pastillas de cloro, hecho de tubo PVC 3" diámetro y 13" largo, diseñado con ranuras, permitiendo el contacto del agua con las pastillas. El tubo de alimentación es sostenido en la parte baja por un platillo de plástico, fijado con cemento PVC y tornillos de acero inoxidable o espiches.



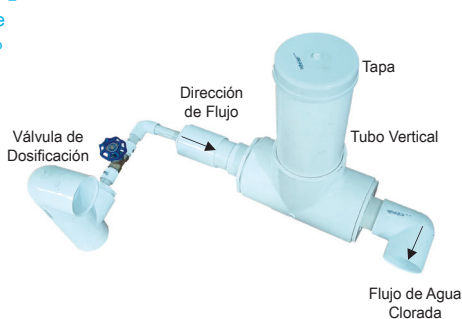
Se instala sin pegar uniones con cemento PVC, facilitando el mantenimiento, pero en caso que haya fuga, se puede optar por esta medida. El cuerpo central tiene que ser nivelado horizontalmente, y el tubo de alimentación de forma vertical. Tiene que poner las válvulas o las llaves en sus lugares apropiados. El sistema clorinador debe ubicarse en el tubo de conducción cerca del tanque de almacenamiento, el cual ayudará al cloro para hacer su efecto de erradicar los patógenos en el sistema de agua.

# Descripción técnica del sistema clorinador en línea con pastillas, modelo CTI (fabricado in situ)

## Sistema de clorinación en línea con pastillas, modelo CTI-8



## Sistema de clorinación en línea con pastillas, modelo CTI-8 Modificado



Según un estudio realizado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) - Estudio sobre la Cadena de Suministro de Cloro en Sistemas Rurales de Abastecimientos de Agua en Operación - realizado en marzo 2019, el uso del sistema clorinador en línea con pastillas CTI-8, presenta ciertas desventajas, siendo una de ellas el uso de pastillas de dicloroisocianurato de sodio, lo cual según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Organización Mundial de la Salud (WHO), este compuesto es ampliamente utilizado para la desinfección de piscinas y en la industria alimenticia, no así para la potabilización de agua, además que este sistema clorinador, no dispone de un medio que permita regular consistentemente la desinfección y la baja concentración del ácido cianúrico y con ello recomiendan realizar una investigación para mejorar su operación, con el objetivo que pueda controlarse la concentración de cloro que funciona por erosión.

Es por ello que el Centro de Tecnologías SMART, auspiciado con fondos de la Fundación SKAT y WaterAid, se toma a la tarea de realizar un proceso de evaluación participativa TAF para recopilar perspectivas de los actores relevantes e informantes claves de seis factores de sostenibilidad de la tecnología de sistemas de cloración en línea, así como aspectos sociales, económicos, ambientales, legal, de conocimiento y técnico, para evaluar su nivel de sostenibilidad, aplicabilidad y escalabilidad. Pero además; el principal proveedor de la tecnología CTI-8 –EOS International NFP Nicaragua – en correspondencia a estas observaciones y recomendaciones, procedieron a realizar ajustes respectivos al sistema de clorinación en referencia, así como el inicio del proceso de transición del uso de pastillas de dicloroisocianurato de sodio al uso de hipoclorito de calcio al 65% y con ello la adecuación del sistema de válvula de dosificación, sustituyendo la válvula de mariposa PVC de 1/4 vuelta de 2" por una de bronce de 1/2" y vuelta completa, reduciendo el caudal del agua y facilitando la regulación de la misma al depósito de pastillas, igual que fue ajustada a través de la reducción de ranuras debido a que la nueva pastilla es muy soluble. De la misma forma fue sustituido la válvula de control por la opción de levantamiento de caudal con el objeto que el agua entre y salga del sistema por gravedad. Todo este proceso acompañado de una campaña de sensibilización y capacitación por introducción de nuevo insumo y ajustes al sistema de clorinación en línea.

# Costos de referencia de la adquisición y/o fabricación y la operación del Sistema de Clorinación en Línea con pastilla:

## Costo de adquisición de la tecnología

No.	Descripción	Cant.	Unidad	Costo C\$	Costo U\$
1	Clorinador en línea	1	Unidad	4,000 - 9,000	120 - 270
2	Instalación y capacitación	1	Servicio	1,700 - 3,650	50 - 110
Costo total de adquisición en C\$ T/C: 33.50				5,700 - 12,650	170 - 380

## Costo de operación mensual de la tecnología

No.	Descripción	Cant.	Unidad	Costo C\$	Costo U\$
1	Pastillas de cloro	2	Kilogramo	900 - 1,700	27 - 51
2	Kit de colorímetro	1/2	Kit	260 - 700	8 - 21
Costo mensual de operación en C\$ T/C: 33.50				1,160 - 2,400	35 - 72

## Costo de fabricación artesanal del modelo CTI

No.	Descripción	Cant.	Unidad	Costo C\$
1	Tee de PVC 40, 4" x 4"	1	Unidad	280
2	Tubo de PVC 40, 4" x 21"	1	Niple	80
3	Reductor de PVC 40, 4 a 2"	2	Unidad	350
4	Codos a 90º 2"	2	Unidad	180
5	Reductor de PVC, 2 a ½"	2	Unidad	30
6	Tapa de PVC 40, 4"	1	Unidad	145
7	Tubo de PVC 40, 3" x 17"	1	Niple	60
8	Cemento de PVC	1	Lata pequeña	90
9	Llave de pase bronce ½"	1	Unidad	150
10	Adaptador ½"	2	Unidad	12
11	Unión lisa 2"	1	Unidad	25
12	Mano de obra	1	Global	500
Costo total directo de fabricación en C\$				1,902
Costo total directo de fabricación en U\$ T/C= 33.50				57

### Herramientas requeridas:

Sierra, serrucho fino, lima, papel de lija, taladro, brocas de 3/8" y 3/32", cincel, nivel, desarmador.





SOCIAL

RESULTADOS TAF



Usuarios

0



Proveedores

0



Reguladores

0

## Aspecto Social:



El clorinador en línea satisface una necesidad real de las comunidades, pero hace falta mayor sensibilización para su plena aceptación y funcionamiento constante.

Normalmente, al momento de la introducción de la tecnología, se genera cierto rechazo al consumo de agua clorada entre los usuarios, debido a que cambia sus características de olor y sabor, pero necesitan aprender a valorar la mejora en cuanto a otros indicadores de calidad del agua, sobre todo los que no son perceptibles a simple vista, además que se requiere romper la barrera que significa la disposición a pagar por los costos de operación del sistema de cloración.

Según los proveedores, esta tecnología es provista por ONGs y proyectos financiados por el gobierno (a través del FISE) a los usuarios finales y éstos en algunos casos desconocen de su existencia, sino hasta que es facilitado por los anteriores. Actualmente, la cadena de cloro funciona a través de las unidades municipales de agua y saneamiento (UMAS) o bancos de cloro formados por EOS International en atención a varias comunidades.

### Elementos claves:

- La necesidad de la tecnología se demuestra en el hecho de que, en la mayoría de los proyectos de agua potable, las muestras de calidad de agua aparecen con presencia de contaminación microbiológica (coliformes fecales y/o E. Coli), problemas que la acción desinfectante del cloro ayuda a resolver. Por ello todos los proyectos de agua potable del FISE incluyen el componente de desinfección del agua.

### Aspectos a reforzar

- Es necesario hacer un trabajo social que debe empezar desde la formulación de los proyectos, con un diagnóstico participativo de prácticas de uso y manejo de agua de la población y demostrarle mediante las pruebas de campo, el nivel de contaminación bacteriológica que tienen las fuentes de agua y el agua suministrada por los sistemas existentes.
- Hace falta promover la tecnología a aquellos prestadores de servicio (CAPS) donde existen acueductos que no cuentan con un sistema de cloración conforme al Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR).



## ECONÓMICO

RESULTADOS TAF ▶



Usuarios



Proveedores



Reguladores



El clorinador en línea con pastillas es una tecnología accesible, debido a su bajo costo de adquisición, operación, mantenimiento, y reparación, pero desde el punto de vista de los proveedores, no es una actividad económicamente rentable por sí solo.

Los prestadores de servicio (CAPS) afirman que no enfrentan mayores problemas financieros para asumir la adquisición del equipo, insumos básicos de operación (pastillas de cloro), y gastos por reparación o reposición ya que asumen mano de obra local y de forma voluntaria y más para los sistemas que funcionan por gravedad (MAG). En el caso de los mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE) aseguran que pueden cubrir todos sus costos de operación y mantenimiento con el valor actual de sus tarifas que oscilan entre los 50 y 100 córdobas mensuales. Algunos CAPS reportan incluso bajos índices de morosidad e importantes montos de ahorro que pueden ser utilizados para hacer reparaciones o reposiciones mayores del sistema.



## Elementos claves:

- Los prestadores de servicio de los sistemas de acueductos rurales (CAPS) expresan que esta tecnología es realmente accesible y es adecuada a las capacidades económicas de las comunidades.
- Los proveedores, aseguran que los ingresos por venta de esta tecnología no cubren los gastos de operación por instalación, capacitación y mantenimiento.
- Según las instituciones del estado (FISE), los beneficiarios incluidos en proyectos de agua potable, cuentan con subsidio en la obtención del equipo clorinador en línea, puesto que la mayor contrapartida es asumida por el estado, así como costos de insumos directos para los primeros meses de operación.
- Los CAPS legalmente constituidos cuentan con el beneficio de exención de impuestos (IVA) por la compra de materiales y equipos para sistemas de agua potable, igual si son adquiridos por entidades exentas de tal impuesto, más una tarifa especial por los servicios de energía eléctrica para los sistemas de bombeo - vigente en la actual legislación nacional - pero las gestiones para su alcance, hacen incurrir en costos significativos a los CAPS.



## Aspectos a reforzar

- Los entes reguladores, indican que hace falta mayor seguimiento por parte de los proveedores de la tecnología a las comunidades donde instalaron los sistemas para evaluar su funcionamiento pero no existe un esquema de costo para tal asistencia técnica.
- Ante situaciones de bajos ingresos económicos, deben continuarse aplicando mecanismos o estrategias que disminuyan la vulnerabilidad en familias de escasos recursos económicos, con personas con discapacidad y con personas de la tercera edad, propiciando arreglos y formas de pago.
- Es indispensable incluir en el costo de la tarifa de agua, además del insumo de cloro, el material de reposición periódica necesario para hacer el monitoreo de calidad de agua, tanto en el agua cruda como en el agua tratada.





RESULTADOS TAF



Usuarios



Proveedores



Reguladores



MEDIO AMBIENTE

## Aspecto Ambientales:

Los usuarios del clorinador en línea expresan que esta tecnología no implica impacto negativo al medio ambiente. En algunos casos lo que ocurre es mala manipulación del dispositivo y de sus insumos básicos de operación y monitoreo de cloro residual.



Los entes reguladores confirman problemas con el uso del tricloro, mala manipulación del dispositivo e insumos (pastillas), no realización de pruebas periódicas de calidad de agua y presencia de cloro residual. Los entes reguladores realizan monitoreo de la calidad, pero la falta de personal y presupuesto no les permite cubrir realizarlo de forma periódica.

### Elemento clave

A pesar que la mayoría de los CAPS, han venido utilizando pastillas de dicloroisocianato de sodio y que los operadores del sistema desconocían que no es un ingrediente activo apropiado para desinfectar agua para consumo humano, sino para desinfección de agua para uso recreativo (piscinas), aseguran que no se han presentado casos de afectaciones a la salud, relacionada directamente al uso de este tipo de insumo, sin embargo, muestran anuencia al cambio del químico aunque implique incremento de costos, pero demandan mayor instrucción y capacitación.

### Aspectos a reforzar

- Sensibilización a la población usuaria de la tecnología de clorinación en línea con el uso de químicos adecuados para la desinfección correcta del agua para consumo humano, orientándose para este efecto el uso de hipoclorito de calcio.
- La manipulación del dispositivo e insumos (pastillas) y la realización de pruebas periódicas de calidad de agua y presencia de cloro residual.
- La dosificación del cloro no puede ser estándar para todos los sistemas, depende del análisis físico-químico y bacteriológico del agua, el caudal de la fuente, y la presencia de turbidez.



RESULTADOS TAF



Usuarios



Proveedores



Reguladores



**LEGAL, INSTITUCIONAL,  
ORGANIZACIONAL**

## Aspecto Legal e Institucional:



Existen estructuras comunitarias conformadas y funcionando adecuadamente y gobiernos locales y entes reguladores involucrados, pero con limitantes de personal, medios y recursos para dar cobertura de monitoreo, seguimiento y evaluación de forma periódica.

En cambio, el MINSA cuenta con personal suficiente y permanente para hacerlo y tiene brigadas que recorren todas las comunidades del país, en sus planes operativos está incluido hacer monitoreo a la calidad del agua en las comunidades donde hay puestos de salud, pero no tienen los medios necesarios para hacerlo periódicamente.

No está claro cuál sería el procedimiento para validar el uso de la tecnología en Nicaragua. El INAA dice que su función como ente regulador del agua es asegurar la calidad del agua para consumo humano, pero no certificar ninguna tecnología y menciona que el único ente del estado que hace validaciones de equipos en Nicaragua es el MTI, pero no está claro si esto entra dentro de sus competencias, de manera que toda la responsabilidad sobre la efectividad de la tecnología recae en los proveedores.



## Elemento clave

- Entre los CAPS consultados, la mayoría están debidamente conformados y funcionan adecuadamente.

## Aspectos a reforzar

- Tanto los proveedores como los reguladores coinciden en que esta tecnología no está certificada, dado que en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense sobre potabilización de agua para consumo humano, no aparece el ingrediente activo hipoclorito de calcio (pastilla), únicamente se refiere al hipoclorito de sodio en estado líquido o gaseoso, por lo tanto tampoco se menciona el sistema clorinador en línea con pastillas. El INAA y el MINSa están trabajando en una nueva normativa, pero todavía no se conoce su contenido.
- Debe implementarse un plan de capacitación y transferencia de conocimientos a miembros de los CAPS, puesto que estas estructuras deben actualizarse cada dos años y deben estar previamente capacitados para asumir roles de miembros activos.
- Según nuestra legislación, el INAA es el responsable de asegurar la calidad del agua a nivel nacional y cuenta con laboratorios de control y calidad, pero no cuenta con suficiente recurso humano y económico, para cumplir con esta función en todo el país y ha realizado monitoreo a la calidad del agua y han observado que estos sistemas no garantizan la calidad necesaria, ¿cómo sabemos cuántos miligramos de cloro residual va a llegar a las casas con este dispositivo?, se pregunta.
- Entes reguladores involucrados, pero con limitantes de personal, medios y recursos para dar cobertura de monitoreo, seguimiento y evaluación de forma periódica.
- Se requiere mayor coordinación interinstitucional para ser más efectivos en el monitoreo de calidad del agua, el INAA a través de las UMAS podrían facilitar los medios técnicos, el personal del MINSa puede hacerlo efectivo en las comunidades a través de los puestos y brigadistas de salud, pero los CAPS son los responsables de hacerlo de forma periódica.
- Las UMAS tienen los medios, pero no el personal suficiente y encuentran difícil dosificar adecuadamente con el dispositivo CTI - 8, que no cuenta con un módulo de dosificación apropiado, quedando prácticamente a criterio del operador. ¿Qué pasa cuando el caudal cambia?, se pregunta un técnico. El equipo clorinador en línea que distribuye Válvula y Filtración se auxilia de una perilla que regula la dosis, pero parámetros como la turbidez y el caudal indican que la dosificación de cloro no debe ser constante.





## HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS

RESULTADOS TAF



Usuarios

0



Proveedores

+



Reguladores

+

-

# Habilidades y Conocimientos:

Existe personal con conocimiento y experiencia en el manejo de la tecnología a nivel comunitario, pues son capacitados al momento de su transferencia, pero requieren de monitoreo, seguimiento, evaluación y capacitación a miembros CAPS y asamblea de usuarios.

Los operadores de la tecnología de sistemas clorinadores en línea con pastilla, requieren un nuevo entrenamiento para proceder al cambio en el insumo del dicloroisocianato de sodio por el hipoclorito de calcio, del sistema dosificador del dispositivo clorinador y demás adaptaciones o mejoras recomendadas a la tecnología. Con la instalación del clorinador en línea con pastilla, los proveedores ofrecen también el servicio de capacitación a los usuarios directos, Válvulas y Filtración facilita un plan de capacitación con duración de hasta 30 horas y por su parte EOS International, también ofrece estos servicios de forma gratuita como parte de su paquete tecnológico.





## Elementos clave

- Los operadores de los sistemas de acueductos rurales se sienten muy familiarizados con el uso de la tecnología. Conocen como instalarlo, regularlo, operarlo y darle mantenimiento.
- Los proveedores ofrecen también el servicio de capacitación a los usuarios directos como parte de los servicios complementarios de instalación de la tecnología en los sistemas de agua potable.

## Aspectos a reforzar

- En algunos casos, las ONGs ejecutan proyectos de agua potable y no le transfieren los planos de las líneas de conducción y distribución a las UMAS; y por lo mismo, enfrentan dificultades al momento de realizar el monitoreo del funcionamiento del sistema. Igualmente, los proveedores no facilitan a las UMAS los respectivos manuales de manejo de los sistemas instalados y el problema se agudiza con la alta rotación de personal en las UMAS.
- Es importante capacitar a los CAPS que han estado operando la tecnología de cloración en línea con el insumo dicloroisocianato de sodio para que adopten el proceso de transición al uso



de hipoclorito de calcio a sabiendas que ello implica un aumento en el costo del servicio y así mismo, calibrar los equipos con el nuevo insumo.

- Los entes reguladores aseguran que lo que hace falta es seguimiento, ya que algunos CAPS no están haciendo uso correcto del dosificador de cloro y otros no realizan las pruebas de cloro residual en el agua, además afirman que se requiere mayor articulación entre los diferentes actores para la ejecución de los proyectos de agua potable en las comunidades.





TECNOLOGÍA

RESULTADOS TAF



Usuarios



Proveedores



Reguladores



## Funcionamiento de la Tecnología



El sistema de clorinador en línea con pastilla, tiene aceptación en el segmento de los usuarios por su capacidad de desinfectar el agua, erradicando micro-organismos causantes de enfermedades, sin embargo, se requiere evolucionar el módulo de dosificación del dispositivo.

Los usuarios presentan la inquietud de probar el funcionamiento y calibración del clorinador en línea con el nuevo insumo de cloro (hipoclorito de calcio), dado que se maneja que es más soluble, la pastilla se desgasta con mayor facilidad y es la recomendada para la desinfección del agua para consumo humano.

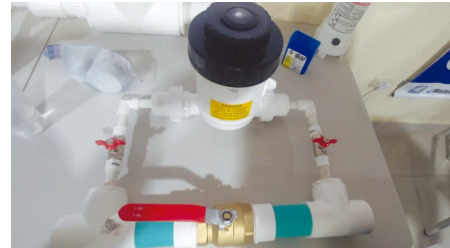
El Coordinador del Programa Agua Limpia en EOS International confirma que el diseño del dispositivo de clorinación conocido como CTI-8, fue a través del MINSA y otras ONGs, que al pasar de los años, la tecnología no sufrió ninguna modificación, y a pesar de que no han recibido ningún apoyo para mejorar el dosificador, a partir del estudio de la cadena de cloro del FISE, han introducido mejoras en el dispositivo para adaptarlo a la nueva pastilla de cloración a base de hipoclorito de calcio. Pero los reguladores esperan una mejora en el

sistema de dosificación del equipo y además afirman que la cantidad de cloro que debe suministrarse no es constante, sino que depende del resultado de la prueba de calidad del agua (turbidez, pH, etc.)

Es tal el nivel de aceptación de la tecnología en las comunidades, que por iniciativa de las alcaldías o por propia voluntad de los artesanos locales, hay quienes empiezan a fabricar los dispositivos CTI-8 en las comunidades, los venden y los instalan a precios accesibles.

El único problema que se presenta es que en los sistemas más grandes (mayores a 100 conexiones), la dosificación del cloro es muy variable. Las casas que se ubican cerca del tanque de almacenamiento, reciben una dosis quizás muy alta de cloro y en las últimas casas de la red de distribución el cloro residual es cero.





## Elementos claves

- Los usuarios directos de la tecnología se encuentran muy satisfechos con su funcionamiento. Aseguran que a través de los años han probado diferentes sistemas, desde verter un puño de cloro granulado en el tanque, hasta hacer hipoclorito de sodio a base de salmuera, pero corroboran que el sistema de clorinación en línea con pastillas es el que mejor les ha funcionado porque brinda un suministro constante de cloro en invierno y verano, y aunque existe una variación en el caudal de la fuente, por medio de las válvulas se regula de forma práctica y sencilla la presión del agua.
- La Red Nacional de CAPS señala que ellos aprueban la tecnología dado que hasta el 2010, ningún sistema de acueducto rural estaba clorando el agua, pero ahora han aprendido a manejarlo, incluyendo las mujeres y están incursionando con CAPS infantiles en las escuelas para que los niños y las niñas también aprendan a manejar la tecnología.



## Aspectos a reforzar

- Es necesario mejorar el sistema de dosificación para asegurar que la cantidad de cloro suministrado en el agua se ajuste a la normativa. Se necesita también una validación y certificación de la tecnología para promover su escalabilidad. En base a estos resultados se puede actualizar la norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON) sobre potabilización de agua.
- Trabajar en el diseño de una guía o manual técnico detallado sobre la instalación, manejo, mantenimiento y regulación de la tecnología clorador en línea con pastilla que esté disponible también a nivel virtual y que sirva de soporte técnico para operadores del sistema, CAPS, UMAS y reguladores.
- Los proveedores deben asegurar el etiquetado del cloro que distribuyen en las comunidades conteniendo al menos la siguiente información: ingrediente activo, fecha de vencimiento, recomendaciones de seguridad en el almacenamiento, manipulación y aplicación.

## Lecciones aprendidas:



- El compuesto de Tricloroisocianurato no es recomendable para desinfectar agua para consumo humano, por ello se está iniciando el proceso de transición hacia el uso de tabletas de hipoclorito de calcio.
- La introducción de la nueva pastilla a base de hipoclorito de calcio conlleva un aumento en el costo de operación del sistema de agua potable, dado que el insumo es más caro, la pastilla es más soluble y tiene un periodo de reposición más corto.
- Los usuarios de la tecnología mediante la experiencia han desarrollado gran habilidad y destreza en la instalación, manejo, calibración, mantenimiento, reparación y hasta fabricación de la misma.
- La eficacia de la tecnología depende de su buen manejo, se tiene conocimiento de malas experiencias causadas por incorrectas prácticas de manejo, como también existen numerosas experiencias de éxito.
- El uso de llaves de pase de cobre tipo mariposa y la reducción del diámetro del tubo a  $\frac{1}{2}$  pulgada permite una mejor calibración del flujo de agua desde la línea de conducción hacia el clorador, lo que se traduce en una mejor dosificación del cloro en el sistema.
- Igualmente la modificación del tubo de alimentación permite un mejor control de la cantidad de agua que necesita tener contacto con la pastilla para que se produzca la desinfección de la misma.

## Recomendaciones:

- Se requiere hacer énfasis en una campaña de sensibilización para que la población conozca la importancia de la cloración del agua. Es necesario hacer un trabajo social que debe empezar desde la formulación de los proyectos, con un diagnóstico participativo de prácticas y condiciones de higiene de la población y demostrarle mediante las pruebas de campo, el nivel de contaminación microbiológica que tienen sus fuentes de agua.
- Hace falta un plan de promoción de la tecnología, ya que los usuarios finales de la misma no conocen de su existencia, hasta que en algún momento, un proyecto de agua potable se los facilita.
- Los proveedores no conocen donde están los clientes potenciales de la tecnología, hace falta un diagnóstico para identificar la ubicación de los sistema de agua que no cuentan con un sistema de cloración.
- Es importante capacitar a los CAPS que han estado operando la tecnología de cloración en línea con pastilla con el insumo dicloroisocianato de sodio para que puedan adoptar el proceso de transición al hipoclorito de calcio y su calibración en el dispositivo clorinador, aunque esto implique un aumento en el costo del servicio.
- Es necesario mejorar el sistema de dosificación para asegurar que la cantidad de cloro suministrado en el agua se ajuste a la normativa. Se necesita también una validación y certificación de la tecnología para promover su escalabilidad. En base a estos resultados se puede actualizar la norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON) sobre potabilización de agua.
- La dosificación del cloro no puede ser estándar para todos los sistemas, depende del análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, el caudal de la fuente, el nivel de turbidez del agua y el diseño del sistema mismo.
- El costo de la tarifa, debe incluir material de reposición periódica necesario para hacer el monitoreo de calidad de agua cruda como en el agua tratada.
- Trabajar en el diseño de una guía o manual técnico detallado sobre la instalación, manejo, mantenimiento y regulación de la tecnología clorinador en línea que esté disponible también a nivel virtual y que sirva de soporte técnico para operadores del sistema, CAPS, UMAS y reguladores.
- Los proveedores deben asegurar el etiquetado del cloro que distribuyen en las comunidades conteniendo al menos la siguiente información: ingrediente activo, fecha de vencimiento, recomendaciones de seguridad en el almacenamiento, manipulación y aplicación.
- Las comunidades deben estar involucrados al momento de formulación y ejecución de proyectos de agua potable. También es necesario que tanto la comunidad como las UMAS conozcan los planos y manuales de operación, mantenimiento y reparación de los sistemas.
- Se requiere mayor coordinación interinstitucional para ser más efectivos, el INAA a través de las UMAS podrían facilitar los medios técnicos, el personal del MINSA puede hacer efectiva la labor de monitoreo de la calidad de agua en todos los CAPS, pero son estos últimos, los responsables de hacerlo de forma periódica.





## ¿Qué es EOS?

EOS Internacional empodera familias rurales en América Central con acceso a agua segura y oportunidades de cambios a través de soluciones tecnológicas simples y educación. EOS promueve, fabrica, instala y capacita a usuarios de proyectos que facilitan el acceso a agua segura y crea oportunidades económicas para ayudarlos a romper con el círculo de la pobreza y mejorar su calidad de vida.



Dirección: Barrio Jaime Úbeda, costado noroeste de Centro Comercial Multicentro ½ c. al norte Estelí, Nicaragua  
Teléfono: 2713.5878  
e-mail: eos.nicaragua@eosintl.org

## ¿Qué es Válvulas y Filtración?

En el año 2003 nació Válvulas y Filtración empresa que se especializa en el diseño, venta e instalación de proyectos para el Control Hidráulico y ofrece a sus clientes una solución integral a sus necesidades, asesorados por nuestros ingenieros con vasta experiencia, por lo que nos hemos convertido en líderes en el sector.



Dirección: Residencial Bolonia, Semáforos Óptica Nicaragüense 1 1/2 c al Oeste # 4616 Managua, Nicaragua  
Teléfono: 2254.8106  
e-mail: info@valvulas.com.ni