

Guía de cloración de agua de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento -OMAS- Municipalidad de Sacapulas



EPESISTA
Petronila Ofelia Gómez Mutás

Facultad de umanidades

Sacapulas, Quiché, noviembre de 2021

PRESENTACION

La presente guía de cloración de agua de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Sacapulas. Ha sido elaborado durante la intervención correspondiente a: Ejercicio Profesional Supervisado por: Petronila Ofelia Gómez Mutás, estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Departamento de Pedagogía; Facultad de Humanidades, con sede en el Departamento de Quiché, de la carrera de Licenciatura en Pedagogía y Administración Educativa.

REVISADO POR:

- Gerente Municipal: Lic. Jesús Cebas Felipe Cabrera
- P. C. Elvia Lucrecia Uluán Samayoa
- Coordinador de la OMAS: Prof. César Eusebio Chacoj López
- Técnico OMAS: Tomás Espinoza García
- Inspector de Saneamiento ambiental Distrito de Salud Sacapulas: Mario Efraín Tum Acabal
- Supervisor de Saneamiento Ambiental Área de Salud Quiché: Prof. Julio Roberto Mazariegos Monterroso
- Ing. Qco. Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud, Área de Salud Quiché: Olivero León Medrano
- Asesor profesional: Lic. José Pérez Alvarado

CON LA APROBACIÓN DE:

Municipalidad de Sacapulas, Quiché

Alcalde Municipal Alberto Lux Tzunux

y Consejo Municipal Administración 2020-2024

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

GUÍA DE CLORACIÓN DE AGUA DE LA OFICINA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO “OMAS” MUNICIPALIDAD DE SACAPULAS	08
I. OBJETIVOS	08
General	08
Específicos	08
II. ALCANCES	09
III. RESPONSABILIDADES.....	09
IV. ANTECEDENTES TEÓRICOS	10
EL AGUA.....	10
Agua para el consumo humano	10
La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud	11
ASPECTOS LEGALES SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE DEBEN CUMPLIRSE	11
Constitución Política de la República de Guatemala	11
Decreto No. 90-97 Código de Salud y Obligaciones de la Municipalidad (código municipal)....	12
Guía para la cloración de agua del Ministerio de Salud Pública de Guatemala.....	23
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA.....	30
Existen dos tipos de mantenimiento.....	31
¿Cuál es la importancia de la operación y mantenimiento?	31
Funciones y obligaciones del comité o comisión de agua	32
Control para la calidad de agua	33

CLORACIÓN COMO PROCESO DE DESINFECCIÓN.....	34
Desinfección del agua para el consumo humano	34
Acido hipocloroso	34
Ion hipoclorito	35
Compuesto de cloro.....	35
Cloro libre	35
Cloro residual libre.....	35
Demanda de cloro.....	36
Tiempo de contacto	36
Clorador.....	36
Dosis de cloro.....	37
La cloración como método de desinfección apropiado para el ámbito rural	39
La desinfección del agua mediante la cloración se da en dos etapas	39
Sistema de cloración por goteo o autocompensante.....	40
Los componentes básicos del sistema de cloración por goteo	40
Principios de funcionamiento.....	40
Componentes de clorador	41
Sistema dosificador de cloro	42
Materiales y equipos para la cloración y control de cloro residual	42
Operación y mantenimiento de clorador por goteo o autocompensante	43
Actividades de operación	43
Actividades de mantenimiento	44
Dosificación de cloro	44
Recomendaciones generales	44
Cloro residual	45
 V. PROCESO DE CLORACION DE AGUA DE LA OFICINA MUNICIPAL DE AGUA Y	
SANEAMIENTO “OMAS” DE LA MUNICIPALIDAD DE SACAPULAS	46
¿Qué es la “OMAS”?	46
Acciones técnicas y operativas de la “OMAS” del municipio de Sacapulas para mejorar la	
Calidad del agua potable	48

Comunidades, cronograma de monitoreo: cloración de agua, lavado de sistemas de tanque distribuidor y análisis bacteriológico	50
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	52
VII. ANEXOS	53
Revisores de la intervención	57

INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua segura y con garantías sanitarias para la población en general, es una acción fundamental de promoción y prevención de la salud; la cual constituye un derecho humano garantizado por la Constitución Política de la República de Guatemala.

Ante esta necesidad es urgente y dispensable establecer los procedimientos para garantizar la calidad de agua en su consumo, por ello la OMAS de la municipalidad de Sacapulas, diseña y crea la presente Guía de cloración de agua, para ofrecer y mejorar la calidad del vital líquido en su consumo doméstico y humano tomando en cuenta los procesos y antecedentes legales tales como el del Decreto número 90-97 del Congreso de la República, Código de Salud, regula que las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, con base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Por otra parte, el acuerdo ministerial No. 1148-09 de fecha 30 de marzo de 2009, acuerda emitir el “Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano”. Según Artículo No. 18 de dicho Manual dice: Aplicación de cloro o sus derivados. La desinfección por el método de aplicación de cloro o sus derivados se debe aplicar, sin excepción alguna, en todos los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

Previo a su aplicación se debe verificar que el agua tenga un valor de potencial de hidrógeno entre seis puntos cinco y ocho puntos cinco unidades, así como un valor de turbiedad menor que quince puntos cero unidades nefelometrías de turbiedad. La cantidad de cloro o sus derivados que se adicione al agua debe ser tal que se produzca una concentración residual de cloro libre no menor de cero puntos cinco miligramos por cada litro de agua; en el punto más alejado de la red de distribución, respecto del punto de aplicación del cloro.

En el caso de distribución por medio del uso de camiones cisterna, la concentración residual de cloro libre no debe ser menor de cero puntos cinco miligramos por cada litro de agua, para todas las unidades. Para determinar la cantidad de cloro o sus derivados que debe adicionarse al flujo

de agua que se desea desinfectar, debe realizarse previamente una prueba de demanda total de cloro, así como mantener un monitoreo constante de la concentración de cloro residual en el agua; esto, a efecto de asegurar que el agua sea abastecida en calidad de potable.

Los productos utilizados para la aplicación de este método deben contar con inscripción obligatoria en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con los antecedentes anteriores se plantea la presente guía de cloración de agua de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento “OMAS”, de la municipalidad de Sacapulas. Describiendo en ella conceptos básicos, tipos de tratamiento de agua y proceso de cloración del agua con el objetivo de garantizar su consumo humano.

El contenido de esta guía fue constituido a través de proyectos sobre agua y saneamiento, respetando su contenido ya que son estudios basados al servicio y calidad de agua en áreas urbanas y rurales. En algunos casos se tomaron literalmente por el hecho de que se manejan formulas, procesos, tratamiento y aplicación de la cloración de agua; haciendo las citas bibliográficas correspondientes. También se consultó la experiencia de campo de integrantes de comités de agua y técnico de la OMAS. El contenido de la guía brindará información básica y será una guía para el personal de la OMAS, para abordar ampliamente el tema de agua y saneamiento, permite también la posibilidad de consultar otras fuentes bibliográficas.

No se pretende lucrar con el contenido y el uso de las fuentes bibliográficas que se plantea en el presente manual es con el fin de tener información verídica y la experiencia de campo desarrollado de en los diferentes estudios, para asegurar y mejorar la calidad en el servicio de agua en el municipio de Sacapulas.

GUÍA DE CLORACIÓN DE AGUA DE LA OFICINA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO “OMAS” MUNICIPALIDAD DE SACAPULAS

I. OBJETIVOS

a. General

- Garantizar la calidad de agua que es utilizado para el consumo doméstico, a través de la guía de cloración de agua de la “OMAS” en el municipio de Sacapulas, Departamento de Quiché.

b. Específicos

- Diseñar una guía que reúna las normas y los procesos para la cloración de agua, según lo que establecen las leyes de Guatemala.
- Facilitar las prácticas de agua segura para el consumo humano a través de una guía de cloración de agua.
- Implementar acciones de desinfección, tratamiento y mantenimiento de tanques distribuidores y sistemas de agua potable para mejorar la calidad en el servicio en el municipio de Sacapulas.
- Socializar la guía de cloración de agua de la “OMAS”, a nivel comunitario para la concientización de la necesidad de desinfección, análisis bacteriológicas y fisicoquímicos del agua garantizando su consumo humano.

II. ALCANCES

Esta guía de cloración de agua debe ser un instructivo práctico para la desinfección de agua a través del uso del cloro en el municipio de Sacapulas. Se establecerá contacto con los encargados de las comisiones, Alcaldes Auxiliares, COCODES, Comités de agua, saneamiento y salud, de las distintas comunidades y barrios del municipio de Sacapulas.

Asimismo, se coordinará con el responsable de saneamiento y servicio de laboratorio para el análisis bacteriológico y fisicoquímicos del CAP Sacapulas, en representación del Ministerio de Salud, con la “OMAS”, y con los distintos comités de agua del área rural del municipio de Sacapulas, para la implementar acciones como: el monitoreo, análisis, desinfección, instalación de Dosificadores Artesanales de Cloro “DAC” y mantenimiento de los depósitos o tanques distribuidores, con el objetivo de mejorar y garantizar la calidad de agua para el consumo humano y doméstico.

III. RESPONSABILIDADES

La Oficina Municipal de Agua y Saneamiento “OMAS”, los comités de agua, las autoridades comunales o rurales son los responsables de planificar y desarrollar acciones pertinentes al análisis, desinfección y mantenimientos de sistemas de agua para mejorar y asegurar su consumo y uso doméstico. El presupuesto económico para la adquisición de cloro y accesorios para los Dosificadores Artesanales de Cloro, se propone que sea la municipalidad la responsable inicialmente, delegando gradualmente la responsabilidad a las comisiones, comités o asociaciones, para que posteriormente sean quienes realicen las compras de cloro de acuerdo a sus necesidades y demandas de consumo, implementando algún mecanismo para sufragar los gastos.

IV. ANTECEDENTES TEÓRICOS

EL AGUA

USAID a través de Nexos Locales, en el manual de gestión de sistemas de agua a nivel urbano y comunitario nos plantea las siguientes definiciones: El agua es un recurso y bien natural, esencial para la vida y el bienestar humano, indispensable para el desarrollo económico, social y ambiental de una comunidad, municipio o país. El agua en la tierra la encontramos en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

El estado líquido es mayoritariamente salado en un 98% y se encuentra en los mares, el cual no es apto para el consumo humano, mientras que menos del 1% es agua dulce disponible para satisfacer las necesidades humanas, pero está en proceso de agotamiento y sus escases afecta a más del 40% de la población mundial. El agua dulce accesible y de calidad es muy escasa por lo que es indispensable su cuidado y uso racional.

Agua para el consumo humano

Es aquella que cumple con las condiciones de calidad que la hace apta para el consumo humano, preparación de alimentos, higiene personal y domiciliar. Proviene de manantiales, ríos, agua subterránea, lluvia, pero tiene un sistema adecuado de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución.

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud

En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas en el país aún persisten. El impacto de la falta servicios de agua potable y saneamiento recae, principalmente, sobre los sectores con mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social, el ingreso y el consumo.

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud

La disponibilidad de acceso y calidad de los servicios de agua y saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua segura y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.

ASPECTOS LEGALES SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE DEBEN CUMPLIRSE

Constitución Política de la República de Guatemala

Los instrumentos relacionados con agua y saneamiento parten de lo establecido en la Constitución Política, en su Capítulo II Sección Séptima (Salud, seguridad y asistencia social).

Artículo 93 Derecho a la salud: El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano sin discriminación alguna.

Artículo 97 Medio ambiente y equilibrio ecológico: El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

El Artículo 97 refiere la prevención de la contaminación del ambiente, siendo una directriz para las normas sobre la utilización y aprovechamiento racional del agua, temas que también están contemplados constitucionalmente en el Capítulo II, Sección Décima.

Artículo 127 Régimen de Aguas: Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento y su goce se otorgan en la forma establecida por la ley de

acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.

Artículo 128 Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos: El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza que contribuya al desarrollo de la economía nacional está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riveras y los cauces correspondientes, así como facilitar las vías de acceso.

Código de Salud y obligación de la Municipalidad (código municipal)

El Código de Salud, Decreto 90-97 establece:

Artículo 1 Del Derecho a la Salud: Todos los habitantes de la República tienen derecho a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación de su salud, sin discriminación alguna.

Artículo 7 Ley de observancia general: El presente Código es ley de observancia general, sin perjuicio de la aplicación de las normas especiales de seguridad social. En caso de existir dudas sobre la aplicación de las leyes sanitarias, las de seguridad social y otras de igual jerarquía, deberá prevalecer el criterio de aplicación de la norma que más beneficie la salud de la población en general.

Igualmente, para los efectos de la interpretación de las mismas, sus reglamentos y de las demás, disposiciones dictadas para la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud de la población, privará fundamentalmente el interés social.

Agua de consumo humano, agua potable, agua envasada

El Código de Salud, en la Sección II dispone lo relacionado con agua potable:

Artículo 78 Acceso y cobertura universal: El Estado a través del Ministerio de Salud en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector impulsará una

política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis en la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso.

Artículo 79 Obligatoriedad de las municipalidades: Es obligación de las Municipalidades abastecer el agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial conforme lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley.

Artículo 80: Protección de las fuentes de agua: El Estado a través del Ministerio de Salud en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes del agua potable, las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua, apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.

Artículo 81 Declaración de utilidad pública: El Estado a través del Ministerio de Salud, Instituciones del Sector y otras, garantizará que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica, la servidumbre de acueducto se regulará en base al Código Civil y otras leyes de la materia.

Artículo 82 Fomento de la construcción de servicios: El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 de la presente ley fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.

Artículo 83 Dotación de agua en centros de trabajo: Las empresas agroindustriales o de cualquier otra índole garantizarán el acceso de los servicios de agua a sus trabajadores que cumpla con requisitos para consumo humano.

Artículo 84 Tala de árboles: Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.

Artículo 85 Organizaciones no gubernamentales/ONG: El Ministerio de Salud, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán las prioridades que las organizaciones no gubernamentales deban atender para abastecer de servicios de agua potable.

Artículo 86 Normas: El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano vigilando en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada, la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano, sean estos públicos o privados.

Artículo 87 Purificación del agua: Las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud. El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.

Artículo 88 Certificado de calidad: Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá contar con un certificado extendido de una manera ágil por el Ministerio de Salud en el cual se registre que es apta para consumo humano. Si el certificado no es extendido en el tiempo establecido en el reglamento respectivo, el mismo se dará por extendido quedando la responsabilidad de funcionario o empleado que no emitió opinión en el plazo estipulado.

Artículo 89 Conexión de servicios: Los propietarios o poseedores de inmuebles y abastecimientos de agua ubicados en el radio urbano, dotado de redes centrales de agua potable deberán conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición.

Artículo 90 Agua contaminada: Queda prohibido utilizar agua contaminada, para el cultivo de vegetales alimentarios para el consumo humano en el reglamento respectivo. Quedarán establecidos los mecanismos de control.

Artículo 91 Suspensión del servicio: En las poblaciones que cuentan con servicio de agua potable, queda prohibido suspender este servicio, salvo casos de fuerza mayor que determinarán las autoridades de salud, en coordinación con las municipalidades tales como morosidad o alteración dudosa por parte del usuario.

Del Código de Salud cabe resaltar la obligatoriedad del Estado para cumplir con garantizar el derecho a la salud de su población (Artículo 1), el acceso y cobertura universal de agua potable (Sección II), la coordinación interinstitucional entre el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones para impulsar políticas que garanticen el acceso de la población a estos servicios, así como su manejo sostenible (Artículo 78). En este sentido, es importante observar, que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, determina en el Acuerdo gubernativo 376-97,encargar al Instituto de Fomento Municipal, la gestión de las políticas y estrategias del sector agua potable y saneamiento.

En resumen, el Código de Salud determina las siguientes obligaciones:

- El Estado, a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Instituto de Fomento Municipal, impulsará las políticas que garanticen el acceso y cobertura para el agua y su manejo sostenible.
- La obligatoriedad de las Municipalidades de abastecer de agua a las comunidades en su jurisdicción.
- Evitar la contaminación de las fuentes de agua mediante su protección, así como su conservación, aprovechamiento y uso racional.
- La facultad de declarar de utilidad pública, mediante dictamen técnico, alguna fuente de

agua.

- El fomento de la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable para las poblaciones urbanas y rurales.
- El abastecimiento de agua apta para el consumo humano en los centros de trabajo.
- La prohibición de la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua hasta 25 metros de sus riberas.
- Establecer las prioridades de las ONG para atender el abastecimiento de agua potable.

Para hacer operativo lo dispuesto en el Artículo 86, que refiere que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establecerá las normas en relación a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable, en comunicación con las Municipalidades, en 2009 se crea el Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, Acuerdo gubernativo 113- 2009. En este reglamento se disponen las normas sanitarias, registros de servicios, vigilancia y control del agua que los prestadores de servicios de agua potable: Municipalidad y demás instituciones o personas públicas o privadas- deben cumplir para purificar el agua con base en los métodos establecidos por dicho Ministerio.

Por su parte, el Código Municipal, Decreto 12-2002, establece las competencias del municipio en relación al abastecimiento domiciliario de agua potable, debidamente clorada (Artículo 68, literal a).

En el Código de Salud, en la Sección II, Agua Potable, el Artículo 91 establece la prohibición de suspender el servicio de agua potable, salvo casos de fuerza mayor. Este artículo queda respaldado por el Artículo 5, literal w, del Acuerdo 113-2009 en donde se dispone que “cuando el abastecimiento de agua deba ser interrumpido por causa de mantenimiento o reparación de algún componente del servicio; los prestadores del servicio deben informar a la población que vaya a ser afectada con una anticipación de, al menos, cuarenta y ocho horas. En caso de que la

interrupción obedezca a causas de fuerza mayor, deben informar inmediatamente después de sucedido el evento que la motiva.”

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social determina las normas y métodos para la purificación del agua en el Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos de purificación y métodos de purificación de agua para consumo humano, Acuerdo gubernativo 1148-2009, con base en el Artículo 87 del Código de Salud. En este manual también se hace referencia a la remoción de sólidos, intercambio de gases uso del proceso de aeración y desinfección.

Los métodos de desinfección contemplados en el manual son: aplicación de cloro y sus derivados, aplicación de ozono y aplicación de radiación ultravioleta. Los métodos de desinfección solar del agua (SODIS por sus siglas en inglés) y agua hervida quedan únicamente para ser utilizados en situaciones de desastres o emergencia. El seguimiento a la aplicación de los métodos es responsabilidad de las Direcciones de Área de Salud y de los Distritos de Salud, con el apoyo del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua de Consumo Humano (en adelante PROVIAGUA), creado por Acuerdo ministerial SP-M-278-2004.

El Código de Salud refiere en su Artículo 88 que todo proyecto de abastecimiento de agua, previa ejecución, debe contar con un certificado de calidad de agua abastecida, extendido por este Ministerio. Para ello debe referirse al Reglamento para la Certificación de Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento, Acuerdo gubernativo 178-2009, que en su Artículo 5 establece que “toda solicitud de extensión del certificado de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento debe ir acompañada de la documentación que contenga, como mínimo, la siguiente:

- Nombre del proyecto de abastecimiento.
- Ubicación detallada del proyecto de abastecimiento.
- Identificación del ente responsable de la prestación del servicio.

- Identificación del ente responsable de la ejecución de la obra sanitaria.
- Identificación o nombre de las fuentes de agua a ser utilizadas.
- Ubicación detallada de las fuentes de agua a ser utilizadas.
- Valor de aforo promedio de las fuentes de agua a ser utilizadas; evaluado para época seca y lluviosa.
- Número estimado de personas a ser beneficiadas por el proyecto.
- Descripción de los componentes que integran el proyecto.
- Valores bimensuales, durante los últimos seis meses, de las siguientes propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua a ser utilizada:
 - Calcio
 - Cloruros
 - Grupo coliforme fecal
 - Color
 - Conductividad
 - Hierro
 - Magnesio
 - Manganeseo
 - Nitratos
 - Nitritos
 - Olor
 - Potencial de hidrógeno
 - Sabor
 - Sulfatos
 - Turbiedad

Se debe contar con valores bimensuales, durante los últimos seis meses, de las otras propiedades

físicas, químicas y microbiológicas del agua a ser utilizada; que hayan sido catalogadas previamente como indispensables, por la Dirección de Área de Salud correspondiente.”

Los significados de los parámetros mencionados son:

Calcio: este elemento se encuentra en niveles diversos en las aguas. Contribuye a las propiedades de dureza del agua.

Cloruros: existen a niveles variados en las aguas. El contenido de cloruro aumenta a medida que aumenta el contenido de minerales. Si las concentraciones son moderadas (hasta 250 mg/L indica la norma de agua potable) no ofrecen peligro en su consumo. Anteriormente fueron usados para determinar contaminación de origen residual, pero actualmente las pruebas de microbiología son de mayor eficiencia y certeza.

Grupo coliforme fecal: este grupo es indicador de la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas que provienen del tracto digestivo de los animales de sangre caliente.

Color: el color resulta de la presencia de sales metálicas, materia orgánica y otros materiales disueltos o suspendidos.

Conductividad: es un parámetro relacionado directamente con la concentración de sustancias ionizadas en el agua. Generalmente lo encontraremos medido en unidades de uS/cm (microsiemens por centímetro o microhmios por centímetro), derivado de una unidad de resistividad eléctrica, ya que es una medición de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica.

Hierro: el hierro se encuentra presente en las aguas en diferentes estados iónicos. En relación al agua de consumo humano se limita su concentración por diferentes razones umbral de sabor, consideraciones de manchas en ropa, porcelana, etcétera.

Magnesio: este elemento se encuentra normalmente en las aguas. Al igual que el calcio debe su

control a que es precursor de la dureza del agua.

Manganeso: en el agua de origen natural, con bastante regularidad, este elemento se encuentra presente junto al hierro y al igual es más bien un riesgo económico que un riesgo para la salud como causante de manchas, mal sabor o problemas estéticos en el uso del agua.

Nitratos: estos compuestos representan el estado más oxidado del nitrógeno. Los niveles elevados de nitrato en agua. La mayoría de organizaciones reguladoras de parámetros para calidad del agua lo sitúan en un máximo de 50 mg/L de nitratos y arriba de ello podría investigarse si la causa es por desechos biológicos, o bien, por desechos de fertilizantes que también los contienen.

Nitritos: se observan generalmente en concentraciones menores que los nitratos pues estos rápidamente se oxidan a nitratos. La presencia si la hubiera de cantidades altas de nitritos puede indicar la presencia de desechos orgánicos que se encuentran en descomposición parcial. Muchas veces los nitritos son usados como inhibidores de la corrosión en procesos industriales.

Olor y sabor: son mediciones de tipo sensorial y cualitativo, generalmente, para agua de consumo humano. Su especificación regularmente está dada bajo criterios de rechazable o no rechazable. El sabor tiende a ser un parámetro a desaparecer en estas normativas.

Potencial hidrógeno: expresa la tendencia de un agua para aceptar o donar iones hidrógeno, en una escala desde 1 muy ácido hasta 14 muy básico. El agua neutra contiene un pH de 7 unidades.

Sulfatos: se encuentra en diversas concentraciones. Para el agua de consumo humano se observan límites establecidos pues su acción es de tipo laxante.

Turbiedad: se observa en las aguas y es causada por las diferentes materias que pueda contener un agua como materia orgánica, sustancias arcillosas en estado coloidal, etcétera. El análisis de turbiedad mide la propiedad óptica de la muestra de agua que resulta de la dispersión y absorción de luz por las partículas presentes en el agua.

El Código de Salud, en el Artículo 89, vincula los servicios de agua potable y su control a las competencias de las Municipalidades dadas en el Código Municipal, Decreto 12- 2002, el cual establece:

Artículo 68 Competencias propias del municipio: Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:

- a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato.

Artículo 72 Servicios públicos municipales: El municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, en los términos indicados en los artículos anteriores, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

El Acuerdo ministerial SP-M-278-2004, que como se mencionó crea el PROVIAGUA en el marco del Código de Salud, tiene como objeto la vigilancia sanitaria de los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua para consumo humano y otras fuentes de abastecimiento que son usados por la población para garantizar su calidad e inocuidad y reducir así los riesgos de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua, que puedan y afecten a la salud humana.

Asimismo, en relación a la vigilancia y control del agua, el Acuerdo gubernativo 113- 2009, dispone:

Artículo 15 Norma para la calidad del agua: Para la vigilancia y control de la calidad del agua

debe acatarse lo contenido en la Norma Guatemalteca Obligatoria de especificaciones **COGUANOR NGO 29001**, 1ª. Revisión; “Agua Potable. Especificaciones”, en cuanto a:

- a) Límites máximos aceptables y permisibles para las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.
- b) Frecuencias mínimas para el muestreo, en los niveles de análisis E1 y E2.
- c) Métodos para el muestreo y análisis.

Artículo 16 Ausencia de la norma: En la ausencia de la Norma Guatemalteca Obligatoria de especificaciones COGUANOR NGO 29001, 1ª. Revisión; "Agua Potable. Especificaciones"; el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social debe establecer las especificaciones para la vigilancia y control de la calidad del agua, a través del Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente.”

El Acuerdo gubernativo 1148-09 hace referencia a la Norma COGUANOR NGO 29001:99, en relación a:

- Agua potable: agua que por sus características de calidad cumple con lo establecido en la Norma Guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO 29001 Primera Revisión o bien la norma vigente de especificaciones para agua potable (Artículo 4, literal c).
- Remoción de hierro y manganeso (Artículo 12, literal c).
- Filtración, indicando que la turbiedad no debe exceder los límites máximos permisibles establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001 o bien la norma vigente de agua potable (Artículo 14).
- Aplicación de procesos de purificación, indicando que antes de aplicar un proceso de desinfección se deben conocer las características del agua con base en la Norma COGUANOR NGO 29001 o bien la norma vigente de especificaciones de agua potable

(Artículo 21).

- Aplicación de otros procesos de purificación para cumplir con la Norma COGUANOR NGO 29001 o la norma vigente de agua, previa autorización del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Artículo 22).

Actualmente, la norma vigente de agua potable es la COGUANOR NGO 29001:99, sin embargo, la COGUANOR ha trabajado en la actualización de la misma y se encuentra en su fase de aprobación final, momento en el cual quedará como norma técnica y no obligatoria. Esta nueva norma, así como cualquier otra generada por la COGUANOR, la elabora un comité técnico convocado por dicha comisión, que queda integrado por diferentes expertos en la materia. Para este caso participaron personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, varias universidades del país, la iniciativa privada y representantes de consumidores. Este comité técnico está elaborando también las normativas para el muestreo de agua potable, aguas superficiales, lagos y otras fuentes hídricas.

Guía de cloración de agua del Ministerio de Salud Pública de Guatemala

La guía establece lo siguiente:

¿En qué condiciones debe estar el agua para poder ser clorada?

Para poder clorar, el agua debe estar clara o cristalina. El agua turbia no debe clorarse. La turbiedad afecta el proceso de la desinfección que se busca con la cloración. La turbiedad se convierte en una barrera para la eliminación de microbios.

Para realizar la cloración, es necesario conocer la calidad del agua y los tratamientos que se deben aplicar previamente cuando es necesario; así se deberá eliminar la turbiedad y toda impureza que contenga el agua para lograr una mayor efectividad en la cloración.

Fases del tratamiento

Agua potable: El agua potable es la que cumple con lo establecido en las Normas Guatemaltecas obligatorias para Agua Potable, COGUANOR NGO 29001, establecidas por el Ministerio de Economía. Se puede decir que el agua que cumple con esta norma está exenta de contaminación química, física y microbiológica; para lograr esto se aplican varios tratamientos al agua cruda que permiten mejorar su calidad.

Tratamiento del agua para potabilizarla: Para potabilizar el agua, se requiere una serie de tratamientos para eliminar todas las impurezas existentes que afectan su calidad y pueden dañar la salud de los consumidores. Básicamente, los tratamientos buscarán mejorar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua; mejorando inicialmente las propiedades organolépticas (sabor y olor). Para eso la ingeniería del tratamiento del agua ha establecido la tecnología que debe aplicarse para mejorar la calidad. Así, se tiene que los tratamientos del agua se pueden clasificar tres grandes grupos:

- a. Tratamientos primarios: Aquí se encuentran los procedimientos más elementales del tratamiento, se encuentra aquí la separación de sólidos grandes por simple remoción con rejillas, así como la separación de la arena por simple gravedad. Entre otros tratamientos primarios está la sedimentación que con el simple reposo permite que partículas muy pesadas vayan hacia el fondo de los recipientes, sedimentando.
- b. Tratamientos secundarios: Estos tratamientos secundarios son un poco más complejos que los primarios, para la tecnología que normalmente se aplica se circunscriben a los procesos de filtración; derivado de lo cual se encuentra una enorme gama de filtros que básicamente permiten remover partículas más pequeñas, incluso microscópicas y hasta microbios. Estos tratamientos buscan clarificar el agua hasta un estado que facilite la aplicación de los procedimientos terciarios de la desinfección.
- c. Tratamientos terciarios: Estos tratamientos están orientados básicamente a la eliminación de los microbios presentes en el agua: bacterias, hongos, virus, algas, protozoos, etc. especialmente los patógenos o aquellos que afectan la salud de los consumidores. La desinfección se aplica por diversos procesos que requieren aguas lo más claras posibles para

una mayor efectividad. Dentro los procesos de desinfección se encuentran la aplicación de desinfectantes químicos como el cloro y el ozono, así como la desinfección física con la aplicación de la luz ultravioleta.

Secuencia de los tratamientos del agua

Rejillas metálicas: Hay rejillas para atrapar sólidos finos y gruesos, dependiendo de los sólidos así se colocarán en la entrada de la corriente de agua al sistema.

Floculación: La adición de un químico floculante permite la sedimentación de sólidos y reducir la turbiedad del agua. El floculante más común es el sulfato de aluminio, al agregarlo empezará a formar partículas pesadas, que luego sedimentarán; para esto el tanque floculador ayuda en el proceso de mezclado y de formación de partículas más pesadas.

Pre -Tratamiento de mezclado de químicos (sulfato de aluminio) y sedimentación de sólidos

Sedimentación: Estos tanques se utilizan de último, queremos decir que estos tanques pueden ser contruidos de concreto armado, (cemento, pedrín, piedra, arena y hierro) sirven para que los sólidos finos que se lograron filtrar en el proceso de filtración, se sedimenten o caigan al fondo del tanque y puedan pasar el agua de rebalse a los tanques clarificadores de agua para su aplicación de cloro.

Filtración: Es una forma de limpiar el agua de lodo, tierra, basuras y otros sólidos finos y gruesos que traen los caudales de agua en los sistemas de abastecimiento. Este método puede llevarse a cabo usando materiales locales como: piedra de rio, volcánica, carbón, arena, rejas metálicas, filtros elaborados de piedra artesanalmente, mantas finas, filtros de carbón activado, membranas filtrantes elaboradas de material especial.

Como aplicar o seleccionar tecnología de cloración

Filtros rápidos y filtros lentos: Dependiendo de la suciedad o turbiedad que tenga el agua, así se usaran los filtros rápidos sirven cuando el agua es bastante limpia o cristalina y solamente trae partículas muy pequeñas de lodos o tierra. El filtro lento sirve cuando el agua trae mucha suciedad y tiene partículas de sólidos tanto gruesos como finos, entre ellos mucha tierra, arena, basura otros.

Desinfección: Es el proceso de purificación de agua para consumo humano, por medio del cual se reduce la concentración de microorganismos dañinos a la salud humana. Hasta dejarlo a un nivel que no provoquen alguna enfermedad.

Cloración: El Cloro es un elemento químico que se encuentra en forma de gas con un color amarillento, tiene características desinfectantes de amplio alcance; puede presentarse en forma de sales de cloro como el hipoclorito de sodio (en solución acuosa) ó el hipoclorito de calcio (en polvo blanco o en solución acuosa). Cuando el cloro se aplica permite dejar un efecto residual, eliminando microorganismos aún después de su aplicación en el agua, esto lo hace más efectivo.

Para esto se usan varios conceptos Demanda de cloro: la cantidad de cloro que se necesita para la desinfección Dosis de cloro: La cantidad de cloro que se agrega al agua, un poco mayor que la demanda. Residual de cloro: La cantidad de cloro que queda como residuo después de la desinfección. Así: $DEMANDA = DOSIS - CANTIDAD\ RESIDUAL$ La cantidad residual de cloro es lo que se encuentra en las normas de agua potable como límites de concentración en miligramos por cada litro de agua (mg/L), para asegurar la calidad del agua. NORMA COGUANOR 29001: LÍMITES MÁXIMOS ACEPTABLES PERMISIBLES DE CLORO RESIDUAL. Cloro residual libre: LMA 0.5 mg/L, LMP 1.0 mg/L El límite máximo aceptable, en los puntos más alejados del sistema es de 0.5 mg/L, después de 30 minutos de contacto, con el propósito de reducir por 99% la concentración de bacterias Eschericcia Coli y ciertos virus. En aquellas ocasiones de emergencia, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, como en el caso de las epidemias de Cólera.

Como aplicar o seleccionar tecnología de cloración: La cloración es una de las tecnologías más económicas y sencillas de aplicar, está lo suficientemente desarrollada y distribuida en el mercado que resulta muy accesible en los centros urbanos. Los equipos para aplicación del cloro dependen de la forma química y física en la que se encuentre, así hay “cloradores” para cloro en estado gaseoso e “hipocloradores” para cloro en solución acuosa (en agua).

- Cabeceras Municipales, estos son sistemas grandes que cuentan con un caudal mayor de 2 litros por segundo (2 L/s). En los sistemas grandes puede utilizarse desinfección por medio de cloro gas en el cual podemos encontrar las siguientes características:

- Mayor Costo de inversión (debido a que el precio de estos equipos es mucho más alto que otros equipos de desinfección).

- Menor Costo de operación (debido a que el cloro gas es más barato, que las otras presentaciones).

- Sistemas Pequeños los cuales son sistemas que cuentan con un caudal menor de 2 litros por segundo. En estos sistemas: los Hipocloradores pueden utilizar dos tipos de presentación de cloro: Hipoclorito de sodio, líquido / solución Hipoclorito de calcio, granulado / pastillas.

- Menor costo de inversión (debido a que el precio del equipo es mucho más bajo que otros equipos de desinfección).

- Mayor costo de operación (debido a que el cloro líquido y granulado es más caro, que las otras presentaciones).
- El caso del hipoclorito de sodio, tiene una alternativa en la cual la solución se puede producir en el mismo lugar utilizando equipos eléctricos que se aplican a soluciones de agua con sal común y permiten producir la solución por electrólisis.

Recomendaciones para aplicar cloro

Es necesario que antes de aplicar cloro al agua, la misma esté clarificada o lo más cristalina posible, lo que implica varias situaciones beneficiosas en el uso del cloro:

- a) Con esto se garantiza la eliminación efectiva de los microorganismos.
- b) No hace falta gastar mucho dinero en cloro.
- c) Evitamos que el cloro pueda convertirse en una sustancia dañina para la salud, como las sustancias carcinógenas.
- d) Contar con personal capacitado para la medición de concentraciones de cloro en agua, utilizando instrumentos especializados. Los medidores de cloro en agua se conocen normalmente como “Medidores comparadores de color” o como “Medidores de cloro”. Es aconsejable contar con varios medidores que permitan medir cloro y alguna otra característica como el pH que ayuda a mejorar la efectividad de la cloración.
- e) Que el potencial de hidrógeno pH, una característica fisicoquímica del agua, este a un nivel neutral, igual a siete (pH=7). Esto se debe a que según los valores de pH la efectividad del cloro varía. Un rango de valores de pH aceptables es de 6.5 hasta 8.5.
- f) El uso de los equipos de cloración requiere manejo por parte de personal capacitado en operación, mantenimiento y medidas de seguridad; esto implica al menos:

1. Conocer la forma de cloro que se va a aplicar
2. Tener un espacio para almacenar el cloro con sombra y adecuada ventilación
3. Conocer de chequeo de válvulas, tubería y accesorios
4. Contar con herramientas adecuadas al equipo instalado
5. Control de fugas
6. Disponer de guantes, mascarías, botas, ropa y mangas, de protección
7. Observar que la caseta de cloración tenga adecuada ventilación, llave o candado en la puerta
8. Observar que haya caminos o vía de acceso convenientes
9. Observar que haya una delimitación del área con cercas que eviten el libre acceso de personas o animales.

Cálculo de dosificaciones en soluciones de hipoclorito de sodio y calcio dosificaciones en tanques de abastecimiento de agua para consumo humano es necesario que estén instalados los equipos que dosifiquen soluciones de cloro:

I. Soluciones: En el comercio podemos encontrar las siguientes presentaciones de cloro:

- Cloro gas
- Hipoclorito de sodio al 5% (solución) Concentración de 50,000 mg/L.
- Hipoclorito de calcio al 1% (granulado/pastillas) Concentración de 10,000 mg/L

Este normalmente se obtiene de hipoclorito de calcio granulado (polvo blanco o en pastillas) que luego se disuelve en agua para obtener la solución. La concentración del granulado puede ser 65%, 70% ó 72%.

II. Preparación de solución al 1% de hipoclorito de calcio granulado

Se agregan 16 gramos de hipoclorito de calcio al 65% por cada litro de agua, se mezcla suficientemente bien y se deja en reposo durante 1 hora. Cuando se utilice se debe tener el cuidado de separar la solución del residuo sólido que ha quedado al fondo, ese residuo no debe utilizarse, debe evitarse que se vaya junto con la solución al aplicarla. Si se tienen otras concentraciones de hipoclorito de calcio granulado diferentes a 65%, puede usarse una fórmula para determinar la cantidad del cloro granulado que debe agregarse por cada litro de agua. Cantidad de cloro por Litro de agua = 1040 dividido valor del % del granulado.

Fórmulas para dosificar cloro

Las siguientes fórmulas, sirven para determinar valores de tiempo en que se debe llenar un recipiente, sea vaso (TV) o sea un litro (TL), lo cual permitirá graduar el equipo de cloración, cuando se agrega alguna forma de hipoclorito, de sodio o de calcio.

Tiempo en segundos que tarda en llenarse un litro de solución = TL

$$TL = Cs/Q/Ct$$

Tiempo en segundos que tarda en llenarse un vaso de solución = TV

$$TV = Cs/Q/Ct/4$$

Tiempo en minutos que tarda en llenarse un litro de solución TLM

$$TLM = Cs/Q/Ct/60$$

Tiempo en minutos que tarda en llenarse un vaso de solución TVM

$$TV = Cs/Q/Ct/240$$

El tiempo de llenado es el valor que se utiliza para graduar el equipo. Si el equipo tiene una llave la misma se abre o se cierra dependiendo del tiempo de llenado del recipiente con que se afora. Si se llena en menos tiempo la llave se abre más. Si se llena en más tiempo la llave se cierra más.

Significado de las letras en las fórmulas

Cs = Concentraciones de cloro sodio o calcio

Q = Caudal Aforar

Ct = Concentración de Cloro que se requiere en el tanque

T = tiempo en segundos o minutos que tarda en llenarse un vaso o un litro

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA

¿Qué es operación?

La operación de un sistema de agua potable es el conjunto de actividades que se realizan de manera cotidiana para poner en funcionamiento parte o todo el sistema de agua potable para que funcione en forma continua.

¿Qué es mantenimiento?

El mantenimiento de un sistema de agua potable es el conjunto de actividades permanentes que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que pueden producirse o se producen en los equipos e instalaciones del sistema de agua potable durante el funcionamiento de sus componentes.

Existen dos tipos de mantenimiento

- a) Mantenimiento preventivo: son acciones permanentes que se realizan con una frecuencia predeterminada en las instalaciones y estructuras con la finalidad de prevenir y evitar daños o fallas posteriores en el sistema de agua
- b) Mantenimiento correctivo: son acciones que se efectúan para reparar daños existentes por deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere solución inmediata.

¿Cuál es la importancia de la operación y mantenimiento?

Operación: el sistema de agua potable se puede comparar con una máquina cuyo buen funcionamiento depende de que cada una de sus partes o componentes funcione bien. Existen tres razones básicas para llevar a cabo una buena operación del sistema:

- a) La cantidad y calidad del agua de la fuente constituye el primer factor para el buen funcionamiento del sistema. Cuidar las fuentes y captar el agua que producen constituye la base fundamental del sistema.
- b) Un tanque de almacenamiento lleno es la primera condición para que el agua llegue hasta los lugares más apartados de la comunidad.
- c) La presión del agua se logra con el buen manejo de las válvulas. El abrir y cerrar válvulas permite que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que al agua llegue a todas las conexiones domiciliarias tanto bajas como altas.

Mantenimiento: la mayoría de los proyectos de agua duran poco tiempo por descuidos en la operación y mantenimiento del sistema, pero principalmente por el desconocimiento de la importancia y forma de realizar estas actividades por parte de los responsables de estas actividades y de la población beneficiada. Esto

trae como consecuencia lo siguiente:

- a) El sistema de agua no funciona apropiadamente, reduciendo la calidad del servicio que se entrega a las familias que usan el acueducto.

La vida útil del sistema de agua potable se reduce, requiriendo entonces realizar muy pronto una nueva inversión en rehabilitación y hasta construcción del sistema, lo cual significa gestionar la obtención de nuevos recursos financieros que no será fácil obtener. Existen casos donde sistemas que han sido diseñados para una vida útil de 20 años y que por descuido o falta de recursos para operación y mantenimiento se han deteriorado a los 5 años de haberlos puesto en funcionamiento.

Por lo anterior, es necesario proporcionar a los responsables de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, los conocimientos básicos para que dentro de la misma comunidad exista la capacidad para dar una operación y mantenimiento adecuado

Por otra parte, el Ministerio De Salud Pública de Guatemala plantea lo siguiente:

Funciones y obligaciones del comité o comisión de Agua

USAID plantean una serie de aspectos a tomar en cuenta para garantizar el agua en el consumo humano, es por ello que se establece que en las comunidades los responsables de prestar el servicio de agua son los comités o comisiones de agua quienes son los encargados de velar por la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema de agua. Dentro de las principales funciones y obligaciones se encuentran las siguientes.

Funciones y obligaciones de los Comités de agua

- Coordinar a los fontaneros para la operación y mantenimiento del sistema
- Promover la reforestación de las zonas de recarga hídrica
- Administración y gestión del sistema de agua
- Gestión de proyectos ante la municipalidad

- Aplicar el reglamento y rendir cuentas de ingresos y egresos
- Coordinar con el Inspector de Saneamiento para la vigilancia de la calidad de agua
- Presentación del servicio de agua apta para consumo humano
- Implementación del plan de operación y mantenimiento

En el manual de gestión de sistemas de agua a nivel urbana y comunitario realizado por USAID a través de Nexos locales, establece algunos parámetros de control para la calidad del agua siendo estas las siguientes:

Control para la calidad del agua

- **Protección de fuente:** consiste en proteger las fuentes de agua de posible contaminación desde su origen. La protección puede consistir en prácticas ambientales, como la reforestación, construcción de pozos y zanjas de infiltración entre otras acciones.
- **Sedimentación:** sirve para eliminar partículas grandes en suspensión, para lo cual se debe dejar reposar el agua durante 24 horas. Este método no es efectivo para eliminar contaminación microbiológica y tampoco la turbidez.
- **Filtración:** es usado para separar arena, grumos, arcilla y algunos patógenos presentes en el agua; puede realizarse con tela, candelas de cerámica o filtro de arena. No elimina la turbidez y tampoco la contaminación microbiológica.
- **Desinfección:** Es usado para eliminar la presencia de contaminación microbiológica del agua, sin embargo, se puede considerar como el último paso ya que no remueve partículas o turbidez del agua.

Por otra parte, GIZ en el 2017 argumenta los siguiente:

CLORACIÓN COMO PROCESO DE DESINFECCIÓN

Desinfección del agua para consumo humano

El manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural, propuesto por GIZ en el 2017, se refiere que la desinfección es una operación de gran importancia para asegurar la inocuidad del agua potable. Su aplicación es obligatoria en todo sistema de establecimiento de agua para consumo humano.

Consiste en la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua antes de ser abastecida a la población usuaria. Se realiza mediante agentes químicos o físicos y debe tener un efecto residual en el agua, a fin de eliminar el riesgo de cualquier contaminación microbiana posterior a la desinfección. La evaluación de la calidad del agua se realiza comparando sus propiedades físicas, químicas y microbiológica con los valores de los parámetros establecido en las normas aplicables, de acuerdo al uso de que se le dará al agua. En este caso debemos juzgar el grado en el cual se ajusta los resultados de nuestro monitoreo a los estándares de calidad vigentes para el consumo humano del agua.

PH del agua: Es la medida de la concentración de los iones H^+ en el agua. Está relacionado al grado de acidez o basicidad que tiene el agua. La desinfección del agua mediante cloración es efectiva a pH alrededor del valor 7 (pH neutro). Su efectividad es muy reducida al pH mayor 8.0 el agua para consumo humano debe de tener un pH entre 6.5 y 8.5 (MINSA, 2010).

Acido hipocloroso (HOCl)

Compuesto químico que resulta de la reacción del agua con un producto de cloro. El ácido hipocloroso (HOCl) tiene gran poder desinfectante debido a su bajo peso molecular que le permite atravesar la pared celular de los microorganismos. Debe de procurarse su formación para asegurar la efectiva desinfección del agua.

Ion hipoclorito (OCI)

Compuesto químico que también resulta de la reacción del agua con un compuesto de cloro. Su capacidad de desinfección es muy reducida. Su condición de ion no le permite atravesar la pared celular de los microorganismos.

Compuesto de Cloro

Cualquier producto que contiene cloro como uno de sus componentes. En la desinfección del agua los componentes de cloro más utilizados son:

- Cloro gas (Cl_2)
- Hipoclorito de sodio (NaOC)
- Hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{OCI})_2$)

Cloro libre

Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos.

Cloro residual libre

Cloro residual libre que queda disponible de haber efectuado la desinfección del agua, es decir, la destrucción o inactivación de los microorganismos presentes. La norma exige una concentración mínima de cloro residual libre en el agua potable de 0.50 mg/L.

El cloro residual libre está determinado por la suma de la concentración de ácido hipocloroso más la concentración de ion hipoclorito que se forma en el agua luego de añadir el compuesto de cloro; su equilibrio está influenciado por el pH del agua.

Demanda de cloro

Se denomina así a la cantidad de cloro que al entrar en contacto con el agua se consume, reaccionando con las sustancias presentes en ella y en la eliminación e inactivación de los microorganismos.

Tiempo de contacto

Es el tiempo en que el cloro está en contacto con el agua. En la desinfección del agua se debe de tener un tiempo de contacto suficiente para que pueda ejercer su función desinfectante.

Clorador

Dispositivo utilizado para aplicar el cloro al agua en la dosis correspondiente.

Dependiendo de la forma de presentación del desinfectante en el mercado, existe tres formas principales de la aplicación del cloro para la desinfección.

Cloro gas: Se aplica mediante eyectores de alta presión directamente al agua. Se busca la solubilidad completa de cloro. Se usa principalmente en sistemas de agua potable que atienden a poblaciones medianas a grandes.

Cloro solido: El cloro es una presentación solida (hipoclorito de calcio), principalmente en tabletas puede ser directamente aplicada mediante difusores o hipocloradores y mediante clorinadores de tabletas que son bastante utilizados en piscinas.

Los clorinadores de tabletas requieren de la disponibilidad en el mercado de las tabletas de cloro, en las características necesarias para cada equipo instalado. Asimismo, requieren flujos relativamente constantes en la tubería de agua a la cual se conecta. Principalmente deben instalarse sobre el nivel de agua del reservorio o seguir especificaciones de instalación especial

para sistemas instalados por debajo del nivel de agua. Este tipo de sistemas puede utilizarse en sistemas de agua potable con sistemas de bombeo en la conducción o aducción.

Cloro líquido: El cloro en su presentación líquida ocurre como hipoclorito de sodio. También en la forma de cloro sólido que es disuelto. Su aplicación es relativamente sencilla y se aplica directamente en la cámara de cloración o reservorio mediante dispositivos por gravedad o mediante bombas dosificadoras. Los dosificadores por gravedad son factibles de ser usados en sistemas de agua potable de caudales pequeños (hasta 10 Litros por sección (LPS)) sin necesidad de recursos humanos especializados.

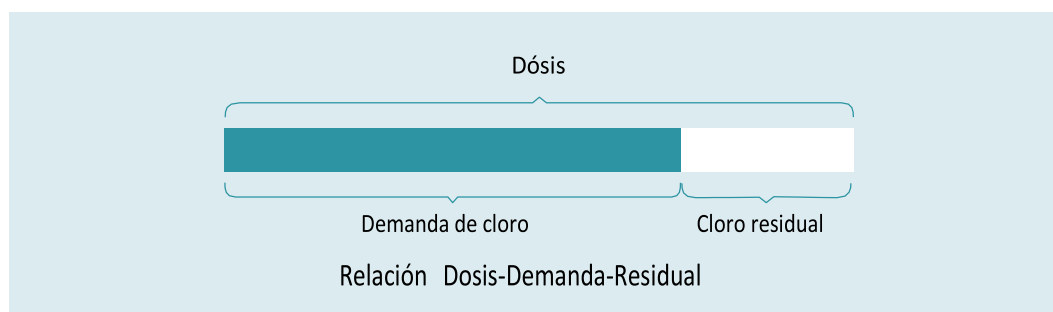
Dosis de cloro

En el mismo manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable de GIZ, indica que la dosis del desinfectante depende del tipo de agua a clorar. Deberá determinarse antes de poner en funcionamiento el sistema de agua potable. La determinación exacta requiere de un laboratorio y personal especializado.

Se recomienda determinar la dosis de cloro por lo menos dos veces al año, según varíe las características fisicoquímicas del agua a desinfectar. Por ejemplo, durante la época de lluvias y épocas de estiaje (ausencia de lluvias)

La dosis de cloro para desinfectar el agua es equivalente a:

$$\text{Dosis de cloro (mg/L)} = \text{Demanda de cloro (mg/L)} + \text{Cloro residual libre (mg/L)}$$



<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/fulltext/libro.pdf>

Procedimiento para determinar dosis de cloro en campo

Paso 1. Preparar una solución de cloro al 1% (10 g/L). Disolver 17g de hipoclorito de calcio al 60% o 200g de lejía al 5% en 1 litro de agua.

Paso 2. En 4 baldes plásticos graduados añadir 10 litros del agua que va a ser desinfectada.

Paso 3. Agregar con una jeringa en cada balde diferentes volúmenes de solución de cloro al 1%. En la figura como ejemplo se agregaron:

1 mg/l (1ml) 1.5 mg/l (1.5ml) 2 mg/l (2ml) 5 mg/l (5 ml)



Balde 1

Balde 2

Balde 3

Balde 4

Paso 4. Esperar 30 minutos, luego medir el cloro libre en los baldes. La dosis de cloro será aquella con la que se obtiene 0.5mg/L.

En el ejemplo se logró el cloro residual libre con una dosis de 2mg/L.

En el ámbito rural puede ser muy complicado determinar la demanda de cloro y dosis de cloro; a continuación, se presenta un procedimiento sencillo que puede llevarse en el campo para determinar la dosis de cloro (adaptado de James R Mihelcic, Fry, Myre, Linda D. Phillips, Brian D Barkdoll 2009).

En sistemas de agua potable cuya fuente de abastecimiento es el agua subterránea sin material disuelto, la dosis de cloro es muy cercana a 0.50mg/L porque se requiere una cantidad muy pequeña para cubrir la demanda de cloro. En aguas turbias o con altos contenidos de microorganismos o de elementos químicos disueltos, como el hierro y magnesio, las dosis de cloro pueden superar los 3mg/L.

La cloración como método de desinfección apropiado para el ámbito rural

El cloro como desinfectante puede utilizarse en forma de gas, en forma sólida como hipoclorito de calcio y líquida como hipoclorito de sodio. En cualquiera de su forma el poder desinfectante del cloro es similar. Sin embargo, en el ámbito rural y lugares con pequeñas poblaciones, la selección dependerá de la complejidad de su manejo. Por ejemplo, la cloración usando cloro gas es más complicada, requiere de equipos más especializados, personal calificado y condiciones especiales de almacenamiento. Los hipocloritos de sodio y calcio contienen concentraciones más bajas de cloro, son más estables que el cloro gas y por lo tanto su manejo es relativamente más sencillo, lo cual hace su aplicación más factible al ámbito rural.

La desinfección del agua mediante la cloración se da en dos etapas

1. Desinfección primaria: En donde el cloro destruye los microorganismos presentes en el agua durante el primer contacto.
2. Una desinfección residual o secundaria: Protege al agua de posibles futuras contaminaciones, por ejemplo, la destrucción de bacterias presentes en las tuberías de distribución de agua. Este efecto residual es aportado por concentración adicional de desinfectante aplicado al agua.

La cloración es un método de desinfección muy efectivo y apropiado para el ámbito rural; no obstante, su inadecuada aplicación o manipulación también puede generar riesgos para la salud. En este sentido es necesario conocer y tomar en cuenta otros aspectos que determinan la efectividad de la cloración y ayuda a minimizar los riesgos asociados a la cloración sobre la salud humana.



Sistema de cloración por goteo o autocompensante

La cloración por goteo autocompensante es un proceso que permite desinfectar el agua potable mediante la dosificación constante de una solución clorada en pequeñas cantidades (en forma de gotas o chorro) en la cámara de cloración o directamente en el reservorio. El objetivo es lograr la desinfección eficiente del agua y asegurar la presencia de cloro residual libre establecido en la norma vigente.

Los componentes básicos del sistema de cloración por goteo

- El tanque clorador de volumen conocido (generalmente 750 litros) donde se realiza la preparación y almacenamiento de la solución clorada y el elemento de dosificación que entrega la dosis de solución clorada en el punto de cloración. Generalmente mediante un caudal conocido (usualmente de 1, 2, 4, 6, y 8 litros por hora) y por descarga libre.

Principios de funcionamiento

La cloración por goteo consiste principalmente en:

- La aplicación continua de un caudal pequeño (goteo) de una solución clorada, con alta concentración de cloro libre ($\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OCl})_2$ o NaOCl) en la cámara de cloración o reservorio de almacenamiento. Las concentraciones de cloro en la solución clorada pueden variar en un rango de 200mg/l hasta 5000mg/l.
- El objetivo es aplicar un caudal y una dosis de cloro suficiente para cubrir la demanda de cloro y asegurar la concentración de cloro residual libre.

Luego de determinada la dosis de cloro, mediante un análisis simplificado de balance de masas se determina el caudal de cloración a aplicar según la siguiente ecuación:

$$D \times Q = d \times q$$

D: Dosis de cloro a aplicar al agua en mg/L.

Q: Caudal de agua a desinfectar en L/s.

d: Concentración de cloro en la solución clorada en mg/L.

q: Caudal de solución clorada a aplicar en L/s.

En el sistema de cloración por goteo autocompensado se conocen Q D y q, además se conoce o fija el volumen del tanque clorador. Por tanto, se puede determinar el peso de cloro a utilizar o disolver en el tanque clorador.

Para elegir el volumen del tanque clorador es importante tener en cuenta el periodo en que se quiere hacer la recarga del desinfectante.

Ejemplo: Si se quiere recargar 15 días y se va a utilizar un dosificador de 2 litros por hora, el tanque clorador será de un volumen igual a: Volumen del tanque clorador = $15 \text{ días} \times 2 \text{ litros/hora} \times 24 \text{ horas/día} = 720 \text{ litros}$.

El tipo de dosificador a utilizar está en función a la concentración de cloro en la solución clorada y el caudal de agua a tratar. Para efectos prácticos se recomienda utilizar dosificadores de hasta 4 litros por hora para tanques cloradores de hasta 750 litros. Para tanques de mayor tamaño se puede utilizar dosificadores de hasta 12 litros por hora.

Componentes de clorador

El sistema de cloración por goteo autocompensante consta de:

- Sistema dosificador de cloro
- Caseta de protección
- Conexión para abastecer de agua al tanque clorador
- Materiales y equipos para la cloración y para control del cloro residual libre
- Equipos de protección personal (EPP), para el manejo seguro y adecuado del cloro.

Sistema Dosificador de Cloro

- Tanque clorador
- Kit dosificador
- Válvula de línea
- Filtro de discos de 120 micrones
- Manguera de polietileno ¼"
- Gotero autocompensante (Es un gotero generalmente utilizado en sistemas de riego por goteo y dosificación de fertilizantes).

Materiales y equipos para la cloración y control de cloro residual

La importancia de hacer el diagnóstico consiste en determinar la necesidad y viabilidad de la instalación de un sistema de cloración autocompensante. A continuación, se indica los materiales requeridos para la cloración y control del cloro residual

	Descripción	Presentación
Cloración del agua	Material desinfectante: Hipoclorito de calcio 60% a 70%. Marcas sugeridas: HTH, Pluschlor, etc.	Envases de plástico de 1kg. - 4kg. - 45kg. 
	Baldes plásticos de 20 litros y 12 litros graduados para preparar solución de cloro y aforar caudal de ingreso al reservorio. Marcas sugeridas: Rey, Basa, etc.	Presentación: Transparente y Graduado. 
	Cuchara sopera de acero inoxidable y balanza pequeña para pesar el hipoclorito de calcio. La cuchara sopera llena al ras, contiene aproximadamente 10 gramos de hipoclorito de calcio y puede reemplazar a la balanza.	
	Vaso de precipitado de plástico transparente y graduado de 10ml, 25ml o 50ml para medir caudal de goteo. Marcas sugeridas: Marlenfield o similares.	 <small>Fuente: http://www.marlenfield-superior.com/index.php/355/articulos/vasos-de-precipitados-de-plastico.html. Consulta realizada el 19.02.2017.</small>

Operación y mantenimiento de clorador por goteo o autocompensante

Incluir la actividad de cloración (acciones de operación y mantenimiento en el plan operativo del prestador de servicios, impulsa la sostenibilidad de esta práctica. Se garantiza la disponibilidad de recursos financieros y humanos para ejecutarla.

Actividades de Operación

A. Recarga del clorador (antes que se quede vacío).	Paso 1	Revisar el nivel de agua en el clorador.
	Paso 2	Aforar el caudal “Q” de ingreso al reservorio. Verificar que Turbiedad no sea mayor a 5 UNT.
	Paso 3	Determinar la dosis de cloro y calcular el peso de hipoclorito de calcio a añadir al clorador.
	Paso 4	Llenar el tanque clorador hasta las $\frac{3}{4}$ partes.
	Paso 5	En un balde de 20 litros disolver con agua limpia el compuesto desinfectante y verter al tanque clorador. No disolver más de 200gr. por balde de agua.
	Paso 6	Repetir el paso 5 hasta terminar de disolver el hipoclorito de calcio separado en el paso 3. Luego terminar de llenar el tanque.
	Paso 7	Verificar el goteo en el clorador.
	Paso 8	Luego de 30 minutos tomar una muestra de agua en la salida del reservorio para verificar el cloro residual libre.
B. Inspecciones al sistema de cloración.	Rutina y semanalmente	El operador inspeccionará y verificará el correcto funcionamiento del sistema de cloración.
		Si detecta alguna deficiencia deberá efectuar el mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de cloración.
		Si detecta bajos niveles de cloro residual libre en las viviendas de control, deberá verificar el estado del clorador y su funcionamiento.
		En caso de valores menores a 0.5mg/L o más de 1mg/L en la vivienda de control, el operador procederá según lo indicado en el punto 6.3.6 del presente manual.
	mensual	Según el plan operativo, el operador, los directivos de la organización comunal, el responsable de saneamiento del Gobierno Local y Ministerio de Salud, inspeccionarán todos los elementos del sistema de cloración (caseta, tanque, dosificador, entre otros) a fin de verificar su buen estado y correcto funcionamiento. De ser necesario adoptar las medidas correspondientes.
		La actividad anterior es parte del plan operativo que incluye la inspección general de todos los componentes del sistema de agua.
C. Acciones de emergencia.	En caso de	Cuando el operador o una tercera persona identifiquen y reporten un derrame del tanque clorador al reservorio o una concentración de cloro residual libre en cualquier punto de la red mayor a 3mg/L se deberá suspender el servicio de agua potable a toda la población y proceder a solucionar los problemas presentados.
		Luego deberá reanudar la cloración según se indica en el punto A de esta tabla.

Actividades de Mantenimiento

	Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Mantenimiento Preventivo	Caseta de cloración	Limpiar muros y techo de caseta.	Mensual	Operador
		Pintar puerta de caseta. Lubricar chapa y candado.	Anual	Operador
	Tanque clorador	Lavar interior del tanque clorador verificar buen estado de piso, pare-des y tapa.	Mensual	Operador
		Lavar multiconector retirando incrustaciones.	Mensual	Operador
		Desarmar y armar el multiconector y tubo de aire.	Semestral	Operador
	Dosificador de cloro	Lavar filtro y retirar incrustaciones	Mensual	Operador
	Reservorio	Limpiar y Desinfectar cada 6 meses	Semestral	Consejo Directivo de la organización comunal
Mantenimiento Correctivo	Caseta de cloración	Reparar fisuras y grietas en muros y techos. Reconstruir losa de techo y/o muros Cambiar puerta	Según ocurrencia	Consejo Directivo

Dosificación del cloro

En la página 45 del manual de gestión de sistema de agua a nivel urbana y comunitario, elaborado por USAID, se argumenta que para la aplicación del cloro en el sistema debe de tomarse en cuenta, aspectos como el caudal, número de viviendas, temperatura y turbidez. Asimismo, se muestra una tabla con los indicadores de medición adecuada.

Recomendaciones generales

- El cloro debe estar en contacto con el agua, por lo menos media hora para desinfectar a

una temperatura de 18°C y si está más fría incrementar el tiempo.

- La desinfección es solo una defensa contra las enfermedades. Se debe hacer todos los esfuerzos posibles para proteger las fuentes de agua de la contaminación, además de las practicas higiénicas y saneamiento adecuado.
- Aplicar la dosis adecuada de cloro y el procedimiento estricto para asegurarse que el agua está libre de bacteria.
- Utilizar la dosis de cloro necesaria para desinfectar un suministro de agua (se incrementa si está muy turbia)

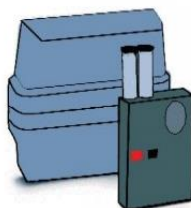
Tabla para el cálculo promedio de la cantidad de tabletas de cloro al mes				
Caudal Litros/segundos	No. de viviendas	Demanda de hipoclorito de calcio al 70 % por día		Uso de tabletas al mes
0.25	19	21.62	Gramos	3.35
0.50	38	43.24	Gramos	6.70
0.75	57	64.86	Gramos	10.05
1.00	76	86.48	Gramos	13.40
1.25	95	108.10	Gramos	16.75
1.50	114	129.71	Gramos	20.11
1.50	114	129.71	Gramos	20.11
1.75	133	151.33	Gramos	23.46
2.00	152	172.95	Gramos	26.81

Cloro residual

El cloro que contiene el agua se llama: cloro residual, que es igual a la cantidad de cloro que permanece en el agua durante un tiempo y mantiene su efecto de desinfección, se puede medir en un instrumento llamado comparímetro. En Guatemala los modelos más comunes son:



Método Ortotodilina.



Método DPD, con disco.



Método DPD, fotómetro portátil HI 701.

Según las normas de la comisión guatemalteca de COGUANOR (NTG29001), se establecen los siguientes rangos de cloro en el sistema de agua:

- 0.5 miligramos es el límite mínimo aceptable.
- 1.0 miligramos es el límite máximo permisible

Puntos de muestreo recomendados:

- Casa más alta de la red de distribución
- Casa más lejana de la red de distribución
- Una casa en el centro de la red de distribución

Es importante tomar en cuenta que el ISA debe ser muy estricto en la vigilancia de cloro residual en la red de distribución para mantener dentro de los rangos establecidos y así evitar consecuencias graves a la salud.

V. PROCESO DE CLORACIÓN DE AGUA DE LA OFICINA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO “OMAS” DE LA MUNICIPALIDAD DE SACAPULAS

¿Qué es la “OMAS”?

Es la oficina técnica municipal creada con el propósito de fortalecer la gestión sostenible del agua potable y el saneamiento ambiental en el municipio, sin perjuicio de la unidad de gobierno y gestión de la administración municipal, (Código Municipal. Artículo 35, inciso K). Es la encargada de desarrollar las acciones propias de agua y saneamiento básico; asignadas a las municipalidades en el marco de sus competencias institucionales, en el ámbito urbano y rural.

El Concejo Municipal acuerda la creación de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) de la Municipalidad de Sacapulas, lo cual queda establecido en el libro de sesiones municipales, según acta No. 24-2017 de fecha 14 de junio del año 2017. Pero es importante advertir que, con el funcionamiento de la OMAS, no se pretende burocratizar el servicio, ni hacer crecer las dependencias municipales, ni el gasto administrativo, sino que, por el contrario, se

puede aplicar como alternativa reorganizativa, buscando una mayor proyección y administración del servicio de agua y saneamiento en el municipio, fomentando la gestión con equidad y pertinencia cultural.

La “OMAS” tiene bajo su responsabilidad la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua urbano, drenajes, recolección de residuos sólidos y limpieza pública en la cabecera municipal.

Mientras que en el área rural dará asistencia técnica y acompañamiento a la organización y funcionamiento de las comisiones de agua y saneamiento que permitan una buena administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento, así como la gestión de proyectos, por lo tanto, se constituye en el vínculo importante entre las comunidades y la Municipalidad.

Para el buen funcionamiento de la misma, cuenta con un Coordinador que depende y responde directamente del Alcalde Municipal, quien dirigirá las actividades de los técnicos, encargados de aguas residuales, residuos sólidos y fontanería municipal, así como el personal que le sea asignado en el presente y futuro.

Para la prestación del servicio de abastecimiento de agua la “OMAS” debe atender las leyes, reglamentos, Normas, Acuerdos Gubernativos, Legislativos y Ministeriales, así como las Declaraciones Universales en relación al acceso al agua potable.

Desde este enfoque y en este contexto municipal la OMAS como dependencia, tiene la responsabilidad de desarrollar acciones para mejorar la calidad de agua de consumo doméstico en el municipio de Sacapulas, como también impulsar acciones que permitan alcanzar resultados encaminados a incrementar la calidad del agua para el consumo humano, desarrollando las capacidades técnicas y operativas para la gestión, implementación y manejo de los sistemas de agua a los distintos comités de en el casco urbano y área rural del municipio de Sacapulas.

Acciones técnicas y operativas de la “OMAS” del municipio de Sacapulas para mejorar la calidad de agua potable

- Acercamiento a las autoridades urbana y comunitaria a través de los comités de agua, alcaldes auxiliares u otra organización que vele por el servicio de agua potable domiciliar.
- Charla Concientización a los integrantes de las organizaciones, autoridades comunitarias o comités de agua local para mejorar la calidad de agua de consumo doméstico. Basados a los requerimientos legales: gubernativos, código municipal, código de salud y ministerial para garantizar la calidad del servicio de agua potable.
- Diagnóstico y análisis bacteriológico y fisicoquímico del caudal, tanque y sistema de abastecimiento del servicio de agua potable, a través de una muestra que se lleva al laboratorio de la OMAS, CAP o en otro caso a un laboratorio privado.
- Verificación del tanque distribuidor: infraestructura, estado, cantidad de agua, calidad de agua, turbidez, verificación de medidas de cañería para diseñar el Dosificador Artesanal de cloro.
- Elaboración por comités de agua u organización comunitaria del Dosificador Artesanal de Cloro.

ACCESORIOS PARA PREFABRICACIÓN DE CLORADOR ARTESANAL			
No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Tubo PVC de 1/2" 315 PSI	Unidad	1
2	PVC 4" 160 PSI (40 centímetros de	Unidad	1
3	PVC 3" 160 PSI (30 centímetros de	Unidad	1
4	Tapón PVC hembra liso de 4"	Unidad	1
5	Tapón PVC hembra liso de 3"	Unidad	1
6	Tapón PVC macho con rosca de 1/2"	Unidad	1
7	Tapón PVC macho con rosca de 4"	Unidad	1
8	Adaptador hembra 4"	Unidad	1
9	Adaptador macho de 1/2"	Unidad	2
10	Tee reducida de 4" a 1/2"	Unidad	1
11	Tee reducida de 3" a 1/2"	Unidad	1
12	Tee reducida de 2" a 1/2"	Unidad	1
13	Tee reducida de 1" a 1/2"	Unidad	1
14	Codos PVC de 90° 1/2"	Unidad	2
15	Válvula PVC de globo de 1/2"	Unidad	2
16	Tarugos ABC 8" * 80 mm	Unidad	2
17	Pegamento PVC 125 ml	Unidad	1

- Instalación de clorador, también llamado Dosificador Artesanal de Cloro “DAC” en el tanque distribuidor.



- Calculo de caudal de litros y definición de la cantidad de tabletas de cloro a dosificar

Tabla para el cálculo promedio de la cantidad de tabletas de cloro al mes.				
Caudal Litros/segundos	No. de viviendas	Demanda de hipoclorito de calcio al 70 % por día		Uso de tabletas al mes
0.25	19	21.62	Gramos	3.35
0.50	38	43.24	Gramos	6.70
0.75	57	64.86	Gramos	10.05
1.00	76	86.48	Gramos	13.40
1.25	95	108.10	Gramos	16.75
1.50	114	129.71	Gramos	20.11
1.50	114	129.71	Gramos	20.11
1.75	133	151.33	Gramos	23.46
2.00	152	172.95	Gramos	26.81

- Aplicación de pastillas de cloro (Hipoclorito de calcio): Se debe calcular la cantidad de pastillas de cloro a dosificar mediante la tabla de cálculo anterior. Este proceso evitara correr algún tipo de riesgos en la salud de los usuarios.



- Regular la cantidad de agua que debe pasar por el dosificador artesanal de cloro para calcular las gotas de cloro por segundo que debe caer al tanque distribuidor.



- Análisis de la calidad a través del comparímetro, se toma una muestra de agua y se deposita en uno de los compartimentos (color amarillo) del comparímetro para verificar su calidad ya sea para su consumo o evitar consumirlo. Con tres gotas de reactivo que se aplique en la muestra es suficiente para verificar la calidad del agua debe ser entre 1.0 o 1.5 del agua extraído del tanque, en la muestra extraído de una vivienda será de 0.3. Si se excede de 1.5 se regula el dosificador (clorinador). El compartimento color rojo es para verificar el pH del agua.



Cronograma de monitoreo: cloración de agua, lavado de sistemas de tanque distribuidor y análisis bacteriológico

- La Oficina Municipal de Aguas y Saneamiento “OMAS”, cuenta con la nómina de comunidades que desarrollan las acciones de cloración, lavado de sistemas de tanque distribuidor y análisis bacteriológico y fisicoquímicos. A continuación, se presenta un cronograma anual de actividades que se desarrollan mensualmente.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MENSUALES

	ACTIVIDADES	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	Análisis Bacteriológico												
02	Lavado de Sistemas de Tanque de distribución de agua												
03	Clorción de agua a través de los dosificadores en cada tanque de distribución.												
04	Monitoreo del cloro residual												

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Código Municipal 12-2002. Guatemala
- Código de Salud 90-97. Guatemala
- Constitución Política de la República de Guatemala. Guatemala
- GIZ, (2017). Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural.
- Guía de cloración del agua; Ministerio de Salud. Guatemala
- Política nacional de sector Agua potable y Saneamiento, (2014). Gobierno de Guatemala.
- USAID, NEXOS LOCALES, HELVETAS. Manual de Gestión de Sistemas de Agua a Nivel Urbano y Comunitario. Para el fortalecimiento de capacidades en la Gestión de la Calidad de Agua. Guatemala.

ANÉXOS

	COMUNIDADES	ESTADO	CRONOGRAMA MENSUAL DE CLORACION DE AGUA DE DIFERENTES COMUNIDADES																							
			1RA SEMANA					2DA SEMANA					3RA SEMANA					4TA SEMANA								
			2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30			
1	Caserío Xecorral	ACTIVO																								
2	Caserío Xecanap	ACTIVO																								
3	Caserío Xetemalcua	ACTIVO																								
4	Caserío Chuitinimit	ACTIVO																								
5	Caserío los Cipresales	ACTIVO																								
6	Aldea Rio Blanco	ACTIVO																								
7	Caserío Chupacbalam	ACTIVO																								
8	caserío Pacuch Central	ACTIVO																								
9	Caserío Xecataloj	ACTIVO																								
10	Caserío Cuesta del Aguila	ACTIVO																								
11	Aldea Tzununul	ACTIVO																								
12	Aldea Guantajau	ACTIVO																								
13	Aldea Guantajau	ACTIVO																								
14	Caserío Pasanep Bajo	ACTIVO																								
15	Caserío Pasanep Bajo	ACTIVO																								
16	Caserío Xecorral Central	ACTIVO																								
17	Adea Llano Grande	ACTIVO																								
18	Caserio el Organo	ACTIVO																								
19	Caserio Patiobolas	ACTIVO																								

TOMAS ESPINOZA GARCIA
TECNICO OMAS



CESAR EUSEBIO CHACAJ LOPEZ
COORDINADOR OMAS

	COMUNIDADES	CONOGRAMA MENSUAL DE LAVADO DE SISTEMA DE TANQUE DE DISTRIBUCION																											
		1RA SEMANA					2DA SEMANA					3RA SEMANA					4TA SEMANA												
		2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30							
1	Caserío Xecorral																												
2	Caserío Xecanap																												
3	Caserío Xetemalcua																												
4	Caserío Chuitinimit																												
5	Caserío los Cipreasales																												
6	Aldea Rio Blanco																												
7	Caserío Chupacbalam																												
8	caserío Pacuch Central																												
9	Caserío Xecataloj																												
10	Caserío Cuesta del Aguila																												
11	Aldea Tzununul																												
12	Aldea Guantajau																												
13	Aldea Guantajau																												
14	Caserío Pasanep Bajo																												
15	Caserío Pasanep Bajo																												
16	Caserío Xecorral Central																												
17	Aldea Llano Grnde																												
18	Caserio el Organo																												
19	Caserío Patiobolas																												

TOMAS ESPINOZA GARCIA
 TECNCO OMAS

CESAR EUSEBIO CHACOL LOPEZ
 COORDINADOR OMAS

	COMUNIDADES	ESTADO	MES DE AGOSTO 2021 CRONOGRAMA PARA REALIZAR ANALISIS BACTERIOLOGICO																							
								2DA SEMANA					3RA SEMAN					4RA SEMANA								
			2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30			
	Caserío Xecorral	ACTIVO																								
	Caserío Xecanap	ACTIVO																								
3	Caserío Xetemalcua	ACTIVO																								
4	Caserío Chuitinimit	ACTIVO																								
5	Caserío los Cipresales	ACTIVO																								
6	Aldea Rio Blanco	ACTIVO																								
7	Caserío Chupacbalam	ACTIVO																								
8	caserío Pacuch Central	ACTIVO																								
9	Caserío Xecataloj	ACTIVO																								
10	Caserío Cuesta del Aguila	ACTIVO																								
11	Aldea Tzununul	ACTIVO																								
12	Aldea Guantajau	ACTIVO																								
13	Aldea Guantajau	ACTIVO																								
14	Casrío Pasanep Bajo	ACTIVO																								
15	Caserío Pasanep Bajo	ACTIVO																								
16	Caserío Xecorral Central	ACTIVO																								
17	Aldes Llano Grande	ACTIVO																								
18	Caserío el Organo	ACTIVO																								
19	Caserío Patiobolas	ACTIVO																								

 El color Azul son comunidades que cuentan con sus respectivo análisis Bacteriológico
 El Color verde son comunidades pendiente de realizar sus análisis Bacteriológico

Revisores de la intervención

Lic. Jesús Cebas Felipe Cabrera
Gerente Municipal

P. C. Elvia Lucrecia Uluán Samayoa
Asistente de Gerencia Municipal

Prof. César Eusebio Chacoj López
Coordinador de la OMAS

Tomás Espinoza García
Técnico -OMAS-

Mario Efraín Tum Acabal
Inspector de Saneamiento ambiental
Distrito de Salud Sacapulas

Prof. Julio Roberto Mazariegos Monterroso
Supervisor de Saneamiento
Ambiental Área de Salud Quiché.

Olivero León Medrano
Ing. Qco. Gerencia de Control y Vigilancia de
la Salud, Área de Salud Quiché

Lic. José Pérez Alvarado
Asesor profesional.

Aprobación

Sr. Alberto Lux Tzunux
Alcalde Municipal Sacapulas, Quiché
Administración Municipal 2020-2024