PROTOCOLO LAVADO Y DESINFECCIÓN DE TANQUES DE RESERVA PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

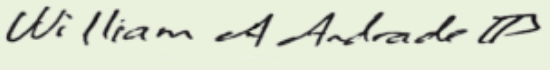
AVAL QUIMICO
FIRMA 
NOMBRE: WILLIAM ALEJANDRO ANDRADE
C.c. 79.387.938.
PROFESIONAL EN: INGENIERÍA QUÍMICA
TARJETA PROFESIONAL No.: 4173
NÚMERO DE CONTACTO: 320 271 56 95
FECHA: agosto de 2020

Tabla de contenido

1. OBJETIVO.....3

2. ALCANCE 3

3. DEFINICIONES 3

4. NORMATIVIDAD 4

5. TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO 5

6. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD A USAR DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL TANQUE (aéreos niveles o subterráneos)..... 8

7. PROCEDIMIENTO DE CHEQUEO Y VERIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD A UTILIZAR..... 10

8. DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE LAS CONDICIONES FISICAS DEL TANQUE ... 10

9. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA INICIAL DEL TANQUE CON EL PASO A PASO 12

10. PROCEDIMIENTO DESINFECCIÓN DE TANQUES Y TUBERIAS 17

11. Procedimiento de habilitación de operación del tanque 26

12. Medición de gases para tanques espacios confinados 27

13. DESCRIPCIÓN DEL KIT CLORO y PH..... 28

1. OBJETIVO

Procedimiento para realizar de forma segura y en cumplimiento de la normatividad legal vigente que aplica, las actividades de lavado y desinfección de tanques de reserva para almacenamiento de agua de potable.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a la ejecución de las actividades lavado y desinfección de tanques de reserva para almacenamiento de agua de potable, dando cumplimiento con los requerimientos de las especificaciones técnicas, estándares HSEQ y requerimientos escritos por normatividad vigente.

3. DEFINICIONES

Abrasivo: Es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico.

Acción Mecánica: Procedimiento de apoyo con el cual se busca optimizar la limpieza por medio del uso de elementos (escobas, cepillos, etc.) en movimientos circulares de adentro hacia fuera.

Limpieza (Aseo): Procedimiento por medio del cual se busca retirar partículas, grasa o impurezas de cualquier superficie donde halla contacto con los alimentos, manipuladores o procesos y equipos involucrados de los mismos.

Microorganismos: Seres vivos de tamaño tan reducido solo visibles con un microscopio que, de acuerdo a su origen y clasificación, pueden afectar la salud humana. (Incluyen parásitos, hongos, bacterias y virus.

Desinfección: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los microorganismos patógenos presentes en cualquier alimento o superficie, en este caso en los tanques de almacenamiento de agua domiciliaria.

Desinfectante: Sustancia que tiene el poder de destruir los microorganismos patógenos alterando la membrana celular y ocasionando su muerte; también se considera desinfectante la acción física de algunas sustancias como el agua en condiciones termodinámicas apropiadas (agua a temperatura superior de 92ºC con un contacto apropiado sobre la superficie a desinfectar).

Higiene: Conjunto de técnicas y procedimientos que deben ser utilizados para mantener la salud pública y así evitar en la comunidad enfermedades o

epidemias. También se refiere al hábito desarrollado por las personas para mantenerse aseado y limpio

Agua potable: Agua tratada exenta de contaminantes, considerada apta para el consumo humano.

Cloro libre: Cantidad de cloro libre o combinado que permanece activo tras un tiempo de contacto determinado.

Corrosión: Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo

Elementos de protección personal: Dispositivos destinados para ser utilizado o sujetado por el trabajador, para protegerlo de uno o varios riesgos y aumentar su seguridad o salud en el trabajo.

Hipoclorito De Sodio: Compuesto químico, fuertemente oxidante, cuya composición le permite actuar como agente desinfectante; estas propiedades se aprovechan para el tratamiento de fibras y la eliminación de microorganismos.

Lavado: El lavado es una de las formas de conseguir la limpieza.

Solución: Combinación de un sólido o de un producto concentrado con agua, para obtener una distribución homogénea de cada uno de los componentes.

Tanque: Deposito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión relativamente baja.

4. NORMATIVIDAD

- **Ley 373 de 1997:** Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
- **Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. Guía técnica No. 3** – Revisión mayo 2009. Organización Mundial d la Salud OMS.
- **RESOLUCIÓN 1096 DE 2000**: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS
- **RESOLUCIÓN 414 DE 2002:** Por la cual se adoptan metodologías analíticas alternas para análisis físico químico y bacteriológico de aguas para consumo humano
- **Decreto 1575 del 2007:** Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

- **Resolución 2115 del 2007:** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- **Resolución 1409 del 2012:** por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.
- **OHSAS 18001: 2007:** Requisitos de Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.
- **RESOLUCIÓN 811 DE 2008:** Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
- **RESOLUCIÓN 0330 DE 2017**: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potabley Saneamiento Básico
- **Resolución 273 DE 2018** LAVADO Y DESINFECCIÓN DE TANQUES
- **Resolución 738 DE 2018** aclara y modifica el LAVADO Y DESINFECCIÓN DE TANQUES
- **NTC 4576:** Desinfección de Instalaciones de Almacenamiento de Agua Potable.

5. TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de agua, según el uso:

Públicos, cuando están localizados de forma tal en la ciudad que pueden abastecer a un amplio sector de esta

Privados, cuando se encuentran al interior de las viviendas, o en el terreno de un edificio de apartamentos, y sirven exclusivamente a los moradores de este.

Según su localización:

Subterráneos, enterrado del nivel de la superficie	

A nivel sobre la superficie donde no aplique trabajo en alturas o descensos	
Aéreos aplican trabajo en alturas, resolución 1409/19	

Según su capacidad:

Los tanques varían, según el diseño se pueden encontrar;

Cilíndricos	 Fuente:https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.eduardono.com%2Fambiental&psig=AOvVaw1K_93neT7D1mVzcADCu6_N&ust=1582665926348000& source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCOjsxJqQ6-cCFQAAAAAdAAAAABAV
Cúbicos	
Esféricos	 Fuente:https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.tfwarren.com%2Fsp%2Ftarsco-mexico-sp2%2Fproductos%2Fesferas-almacenamiento-asme&psig=AOvVaw1g45U7ECipipa_xv90vqq3&ust=1582664876198000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCIDV266M6 -cCFQAAAAAdAAAAABAy

Por tal motivo las capacidades serán encontradas de acuerdo a las dimensiones de cada unidad

6. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD A USAR DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL TANQUE (aéreos nivel o subterráneos)

ACTIVIDAD	EQUIPOS	PROTECCIÓN	REFERENCIA	IMAGEN	MANTENIMIENTO	ALMACENAMIENTO	REPOSICIÓN	DISPOSICIÓN FINAL
LAVADO DE TANQUES	ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	Cabeza	Casco tipo I con barbuquejo		Limpiar parte externa con	Lugar seco y libre de	Condiciones de uso	Residuo ordinario
		Ojos	Gafas de protección		Lavar todos los días con agua a chorro secar con paño limpio.	Lugar seco y libre de contaminantes	Condiciones de uso	Residuo ordinario
		Corporal	Overol Tychem QC		Debe lavarse bien con detergente y agua caliente.	Mantener en bolsa de cierre hermético	Tiempo	Residuo peligroso
		Manos	Guantes de nitrilo resistentes a químicos		Lavar con agua y jabón neutro y dejar secar muy bien con ventilación natural.	Lugar seco	Condiciones de uso	Residuo peligroso
		Pies	Botas de caucho antideslizantes		Limpiar con paño húmedo	N/A	Condiciones de uso	Residuo ordinario
		Respiratoria	Respirador de media cara doble cartucho referencia 6009		Lavar con agua y jabón neutro, dejar secar muy bien con ventilación natural, desinfectar con paño limpio.	Mantener en bolsa de cierre hermético	Condiciones de uso	Residuo peligroso

ACTIVIDAD	EQUIPOS	PROTECCIÓN	REFERENCIA	IMAGEN	MANTENIMIENTO	ALMACENAMIENTO	REPOSICIÓN	DISPOSICIÓN FINAL
LAVADO DE TANQUES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAIDAS Y ESPACIOS CONFINADOS	Corporal	Eslingas graduable posicionamiento 1-5m		Limpiar las reatas con una solución de agua y jabón. Enjuague con agua limpia. Limpie los herrajes con un paño limpio.	Lugar seco, libre de sustancias químicas peligrosas y corrosivas, superficies filosas o abrasivas.	Condiciones de uso	Residuo Especial
			Eslinga de posicionamiento con absorbedor de choque 1.8m		Limpiar las reatas con una solución de agua y jabón. Enjuague con agua limpia. Limpie los herrajes con un paño limpio.	Lugar seco, libre de sustancias químicas peligrosas y corrosivas, superficies filosas o abrasivas.	Condiciones de uso	Residuo Especial
			Eslinga doble		Limpiar las reatas con una solución de agua y detergente suave. Enjuague con agua limpia. Limpie los herrajes con un paño limpio y seco. Y deje que sequen al aire.	Lugar fresco, seco y limpio, sin exposición a la luz solar directa y libre de vapores de sustancias químicas.	Condiciones de uso	Residuo Especial

ACTIVIDAD	EQUIPOS	PROTECCIÓN	REFERENCIA	IMAGEN	MANTENIMIENTO	ALMACENAMIENTO	REPOSICIÓN	DISPOSICIÓN FINAL
LAVADO DE TANQUES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAIDAS Y ESPACIOS CONFINADOS	Corporal	Arnés 4 y 6 argollas		Limpiar con agua y jabón suave. Dejar secar a la sombra. Limpie los componentes metálicos y la reata con un paño seco y limpio.	Lugar limpio, fresco y seco, libre de la incidencia de la luz solar, libre sustancias químicas peligrosas y corrosivas,	Condiciones de uso	Residuo Especial
			Kit de arnés y eslinga		Limpiar con agua y jabón suave. Dejar secar a la sombra. Limpie los componentes metálicos y la reata	Lugar limpio, fresco y seco, libre de la incidencia de la luz solar, libre sustancias	Condiciones de uso	Residuo Especial
			Adaptador de anclaje		Limpiar con solución de agua y jabón. Enjuague con agua limpia.	Lugar seco, libre de sustancias químicas	Condiciones de uso	Residuo Especial
			Kit de rescate		Limpiar la cuerda con solución de agua y jabón. Enjuague con agua limpia. Limpie los herrajes con un paño limpio.	Lugar seco, libre de sustancias químicas peligrosas y corrosivas, superficies filosas o abrasivas.	Condiciones de uso	Residuo Especial

7. PROCEDIMIENTO DE CHEQUEO Y VERIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD A UTILIZAR

Para los elementos de protección personal, como los equipos utilizados control de caídas, espacios confinados y rescate, se debe:

- ✓ Contar con registro de compra (elemento de protección personal)
- ✓ Contar con registro de compra o alquiler de equipo protección contra caídas, espacios confinados y rescate
- ✓ Certificación de fabricación cumplimiento de los estándares normativos aplicables
- ✓ Certificación de inspección (cuando el equipo lleve más de un año de fabricación/ uso)
- ✓ Hoja de vida del equipo
- ✓ Fecha en etiqueta del inicio de uso
- ✓ Fecha en etiqueta de inspección anual por una persona calificada
- ✓ Formato de inspección preoperacional

8. DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE LAS CONDICIONES FISICAS DEL TANQUE

8.1. Visita de diagnóstico reconocimiento



Para todos los casos se recomienda realizar una visita diagnóstica, (previo a intervención) a la(s) unidad(es) del(os) cliente(s) para conocer (se debe registrar en una orden de visita de cotización):

- ✓ Ubicación
- ✓ Acceso
- ✓ Capacidad
- ✓ Medidas
- ✓ Tipo material
- ✓ En listar los equipos, herramientas, insumos para el desarrollo de la actividad
- ✓ Entrega de recomendaciones al cliente, antes, durante y después de la actividad

8.2. Visita de diagnóstico en ejecución



- ✓ Información de las actividades a realizar
- ✓ Entrega de documentación soporte de equipos, herramientas, procedimientos, insumos y todos los que el cliente requiera de acuerdo a la normatividad legal vigente para el desarrollo de las actividades.
- ✓ Señalización del área
- ✓ Alistamiento y ubicación de los equipos, herramientas, insumos para el desarrollo de la actividad en el punto de trabajo
- ✓ Medición de gases (uso equipo medidor atmosferas peligrosas)
- ✓ Ventilación de la unidad de almacenamiento:

- **Ventilación artificial** Con equipos (de acuerdo a ficha técnica del equipo)
- **Ventilación natural** apertura de la unidad con paso de corriente aire con tiempo mínimo recomendado 30 min

8.3. Verificación estado de la unidad, (se recomienda realizar registro fotográfico, validar con el cliente la posibilidad del registro, en todos los casos se debe diligenciar, el **formato de diagnóstico**), se deben evaluar;

- **Condiciones locativas**

- ✓ Ubicación (elevado, subterráneo o superficie)
- ✓ Acceso (fácil o difícil)
- ✓ Punto energía
- ✓ Punto abastecimiento y registro de ingreso agua

- **Condiciones físicas**

- ✓ Tapas
- ✓ Tipo material
- ✓ Paredes
- ✓ Pisos
- ✓ Tuberías
- ✓ Accesorios (Flotador)

- ✓ Punto de desagüe
- ✓ Punto de ventilación
- ✓ Poceta
- ✓ Residuos

- **Condiciones ambientales**

- ✓ Temperatura
- ✓ Prueba de gases
- ✓ Análisis físicos
- ✓ Análisis químicos
- ✓ Análisis microbiológicos

9. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA INICIAL DEL TANQUE CON EL PASO A PASO

9.1. Tipo y cantidad detergente

No se autoriza el uso de detergentes por trazas o residualidad de los mismos, en caso del uso de los mismos se deberá evaluar el producto a utilizar

9.2. Equipos;

Los equipos deben contar: hoja de vida, registro de mantenimiento y formato de inspección preoperacional

- ✓ Bomba sumergible
- ✓ Hidro lavadora
- ✓ Maquina aspersor manual (ver calibración)





Calibración maquina manual

1. Marque un área (1 m²) sobre el terreno donde va realizar la aplicación.
2. Determine el ancho o cobertura de la boquilla
3. Llene la maquina con un volumen conocido de agua
4. Genere acción de presión a la bomba.
5. Realice una aspersión manteniendo una presión constante y al paso al cual va a efectuar la aplicación.

6. Tome el tiempo que gasto para cubrir dicha área
7. En un balde descargue el contenido restante de la bomba.
8. Repita la operación tres veces y obtenga un promedio

Con esta operación se determina el factor de calibración, el cual siempre se multiplicará por el área para determinar la cantidad de líquido requerida para cubrir el área a intervenir Las unidades están dadas en (L/m2).

9.3. Herramientas;

Evaluar y garantizar que el uso de las herramientas, **NO** deben afectar las condiciones físicas del tanque.

- ✓ Baldé(s)
- ✓ Cepillo(s)
- ✓ Trapero(s)
- ✓ Escoba(s)
- ✓ Recogedor(es)



9.4. PASO A PASO DE LAS ACTIVIDADES

1. Alistar los insumos, hojas de seguridad de las sustancias a utilizar, herramientas, equipos y productos necesarios para realizar el lavado y desinfección de tanques programado. (se debe garantizar que ningún elemento afecte la hermeticidad del tanque o genere una contaminación cruzada)



2. Si el tanque que se va a intervenir implica Trabajo en alturas o en Espacios confinados, alistar los equipos de protección contra caídas y los elementos de protección personal necesarios para la actividad. (VER CUADRO ELEMENTOS PROTECCION)



3. Realizar las inspecciones preoperacionales a los equipos de protección contra caídas y los elementos de protección personal a utilizar. (USO LISTADOS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS)

4. Entregar al cliente los documentos de soporte como; fichas técnicas y hojas de seguridad de las sustancias a utilizar y aquellos necesarios para realizar el lavado y desinfección de tanques.

5. Una vez se encuentren en las instalaciones del cliente, realizar el Análisis de Trabajo Seguro en caso de que el lavado de tanques implique una tarea de alto riesgo (trabajo en alturas o espacios confinados si se requiere).

6. Tramitar el permiso de trabajo ante el cliente en caso de que se requiera y adjuntar los soportes que se exijan en el mismo.

7. Para tanques impliquen trabajo en alturas o en espacios (Permiso para Trabajos de Alto Riesgo y Análisis de Trabajo Seguro-ATS)

8. Cuando ya hayan sido validados los permisos de trabajo ante el cliente y este otorgue el aval para realizar el lavado y la desinfección del tanque, trasladar al sitio de ubicación de los tanques los insumos, herramientas, equipos y

productos.

9. Señalizar y delimitar el área de trabajo informando la labor que se está realizando y la restricción de acceso al área.

11. Colocarse los elementos de protección según Anexo 2 (Elementos de protección personal)

14. Colocarse los equipos de protección contra caídas requeridos de acuerdo con las condiciones del área del tanque a intervenir.

15. Realizar una charla de 5 minutos en la que se aclare cómo se va a realizar el trabajo y hacer recomendaciones generales.

16. Verificar que el tanque se encuentre desocupado como se le recomendó al cliente. (se debe evacuar con equipos el remanente almacenado que se recomienda no ser mar de una altura de 10 cm)

17. Verificar el estado del tanque: presencia de grietas y fisuras, empaques, válvulas y tuberías, hermeticidad del tanque.

18. Tomar registro fotográfico del estado del tanque antes y después del lavado y desinfección.

19. Nota 1; Si el tanque contenía sustancias volátiles, o líquidos orgánicos, no intente ingresar al tanque pues los gases despedidos por los líquidos pueden ser peligrosos. Colocar cepillo en la punta de un palo largo posibilita la limpieza del tanque sin tener que entrar en él.



20. Nota 2; Desinfectar con solución desinfectante, como se indica en la formulación relacionada para la desinfección de la unidad, a los equipos y herramientas a emplear, los cuales se utilizan exclusivamente para la limpieza de tanques de agua potable y deben ser desinfectadas antes de cada uso

21. PROCESO DE LAVADO

- Antes de realizar el lavado inspeccionar la unidad en caso de encontrar materiales extraños como objetos, animales muertos, utilizar los contenedores (bolsa plástica) Respel para su disposición final ya sea por entierro o un gestor de residuos
- Para el lavado se usará la dilución del Hipoclorito recomendado



- Se realiza enjuague en el siguiente orden; primero techos, segundo paredes y pisos
- Se procede a realizar acción mecánica por techos, paredes y pisos





- Se lava nuevamente lavado en el mismo orden; primero techos, segundo paredes y pisos
- Se realiza secado de la unidad



10. PROCEDIMIENTO DESINFECCIÓN DE TANQUES Y TUBERIAS

Paso a paso para el uso del Hipoclorito de sodio

1. Realice la dosificación del hipoclorito según los siguientes cálculos.

CÁLCULOS DE CONCENTRACIÓN

Con la siguiente fórmula se indica el volumen de hipoclorito a emplear teniendo en cuenta concentraciones y volúmenes de agua a desinfectar:

Ecuación;

$$V\ Hipoclorito = \frac{Vr\ Agua * ppm}{C.C * 10}$$

Donde:

V Hipoclorito: es el volumen de hipoclorito de sodio que se debe agregar a la dilución en mililitros o centímetros cúbicos.

Vr Agua: volumen de agua que se utilizara en el procedimiento de desinfección

ppm: concentración de hipoclorito que se recomienda para desinfección

C.C. concentración conocida de hipoclorito

10: es una constante

Para conocer el volumen requerido de agua o mezcla agua desinfectante por metro cuadrado a utilizar con un equipo con aspersor manual, se debe aplicar la siguiente ecuación

$$Vr = At * Cb$$

Donde:

Vr: es volumen requerido de agua o mezcla agua desinfectante por metro cuadrado (Lt)

At: Área del tanque o instalación a desinfectar (m2)

Cb: cobertura de la boquilla en un metro cuadrado (Lt/m2)

Ejemplo: Se requiere un litro para dar cobertura al área del tanque

$$V\ Hipoclorito = \frac{Vr\ Agua * ppm}{C.C * 10}$$

$$V\ hipoclorito = \frac{1\ Litro * 200\ ppm}{5\% * 10} = 4\ ml$$

NOTA: Si el hipoclorito inicial del 5% recomendado, es cambiado a 10% o 15%, las cantidades a utilizar serían las que se relacionan en la tabla 1.

Tabla A. Dosificación del Hipoclorito recomendado en condiciones normales o condiciones críticas con temperaturas mayores a 20°C.

Cantidad de agua a utilizar para la solución madre en litros (L)	Cantidad de hipoclorito a 5% de concentración (ml) para solución a 200 ppm	Cantidad de hipoclorito a 10% de concentración (ml) para solución a 200 ppm	Cantidad de hipoclorito a 15% de concentración (ml) para solución a 200 ppm
1	4	2	1,33
2	8	4	2,67
3	12	6	4,00
4	16	8	5,33
5	20	10	6,67
10	40	20	13,33
50	200	100	66,67
100	400	200	133,33
1000	4000	2000	1333,33

Tabla B. Dosificación del Hipoclorito recomendado en condiciones críticas menor de 10°C

Cantidad de agua a utilizar para la solución madre en litros (L)	Cantidad de hipoclorito a 5% de concentración (ml) para solución a 830 ppm	Cantidad de hipoclorito a 10% de concentración (ml) para solución a 830 ppm	Cantidad de hipoclorito a 15% de concentración (ml) para solución a 830 ppm
1	16,6	8,3	5,53
2	33,2	16,6	11,07
3	49,8	24,9	16,60
4	66,4	33,2	22,13
5	83	41,5	27,67
10	166	83	55,33
50	830	415	276,67
100	1660	830	553,33
1000	16600	8300	5533,33

Tabla C. Dosificación del Hipoclorito recomendado en condiciones críticas con temperaturas entre de 10°C y 20°C

Cantidad de agua a utilizar para la solución madre en litros (L)	Cantidad de hipoclorito a 5% de concentración (ml) para solución a 450 ppm	Cantidad de hipoclorito a 10% de concentración (ml) para solución a 450 ppm	Cantidad de hipoclorito a 15% de concentración (ml) para solución a 450 ppm
1	9	4,5	3
2	18	9	6
3	27	13,5	9
4	36	18	12
5	45	22,5	15
10	90	45	30
50	450	225	150
100	900	450	300
1000	9000	4500	3000

2. Con la solución madre se debe regular el pH a 6 o menor, según la siguiente información

✓ **ASPECTOS TÉCNICOS DE LA DESINFECCIÓN**

El proceso de desinfección es la parte más importante de toda la intervención, sin embargo, esta depende directamente de la eficiencia del lavado previo. A continuación, se presenta información para cuando la desinfección se realiza utilizando **hipoclorito de sodio.**
El ácido hipocloroso es el desinfectante más común para estas labores, su formación parte de la disociación del hipoclorito de sodio (NaOCl) a determinadas condiciones. Su mecanismo de acción se basa en la oxidación de los contaminantes presentes, por lo que, si en el lavado no se removió toda la materia orgánica "gruesa" de manera efectiva, el ácido tenderá a oxidarla, consumiéndose y eventualmente perdiendo su poder desinfectante sin eliminar los microorganismos patógenos presentes (bacterias, virus y protozoarios).
ANALISIS, De acuerdo con la información presentada por el lineamiento se resalta que el primer paso importante antes de utilizar la solución de hipoclorito de sodio (NaOCl), es primordial hacer una remoción de material particulado (sea orgánico o inorgánico)
La reacción del cloro con el agua (por hidrólisis) dará lugar a dos compuestos, el **ácido hipocloroso** (que se ioniza, descomponiéndose en ion hipoclorito) y el ácido clorhídrico (que es neutralizado por la alcalinidad del agua), reacción que depende tanto del pH como de la temperatura **[2].** Por tanto, lo ideal es que la mayoría del hipoclorito de sodio forme ácido hipocloroso (HOCl) y en menor medida iones hipoclorito (CLO^-). En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la disociación del Cloro en función del pH y la Temperatura, esto permitirá establecer las condiciones óptimas para llevar a cabo el proceso.

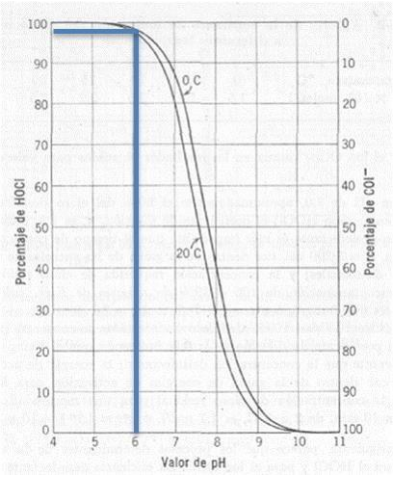


Figura 1. Disociación del Cloro en función del pH y la Temperatura [2]

La línea azul de la Figura 1 presenta el porcentaje de conversión obtenido a 0°C y 20°C, que corresponden a una conversión del 98% y 96.8% de conversión en términos del ácido hipocloroso a un **pH de 6 o inferior, para mayor efectividad** (calculados a partir de la fórmula 1, donde K es la constante de ionización que varía de acuerdo a la Tabla 1).

$$(\%\ HOCL) = \frac{100}{1+K*10^{pH}} \qquad [1]$$

Tabla 1. Valores para la constante K para diferentes temperaturas [3]

Temperatura (°C)	0	5	10	15	20	25
$K \times 10^{-8}$	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.7

Se puede evidenciar que, a mayor temperatura se desfavorece la formación del ácido hipocloroso, sin embargo, **con un pH de 6 o inferior**, estos valores son cercanos, por lo que la variación no es significativa.

Por tanto, como primera medida después de diluir el hipoclorito de sodio en agua, se ajustará el pH de la solución a un valor menor o igual de **6, para lograr es condición se utilizará el producto comercial Acidet ingrediente activo Sal ácida de sodio, según indicaciones del proveedor y la medición continua de la solución (ver hoja de seguridad y ficha técnica)**

ANALISIS DE SITUACIONES DE DIAGNOSTICO.

Conforme al diagnóstico realizado existe la posibilidad de que se presenten dos situaciones:

Condiciones normalmente esperadas	Condiciones críticas con posible presencia de Cryptosporidium parvum
Se presentan sólidos sedimentados, presencia de algas y/u otros microorganismos.	Se evidencia presencia de animales muertos o heces fecales.

Dependiendo de cada situación la concentración de hipoclorito y el tiempo de contacto variarán como se muestra a continuación:

CONDICIONES NORMALMENTE ESPERADA

El cálculo de la concentración y los tiempos de contacto requeridos serán tomados en referencia a la eliminación del protozoario *Giardia lambia*, el cual presenta cierta resistencia al cloro, y abarcaría el espectro de la gran mayoría de patógenos que pudiesen estar presentes. En la Figura 2 se muestra la relación de Ct para lograr una inactivación del 99% de diferentes microorganismos.

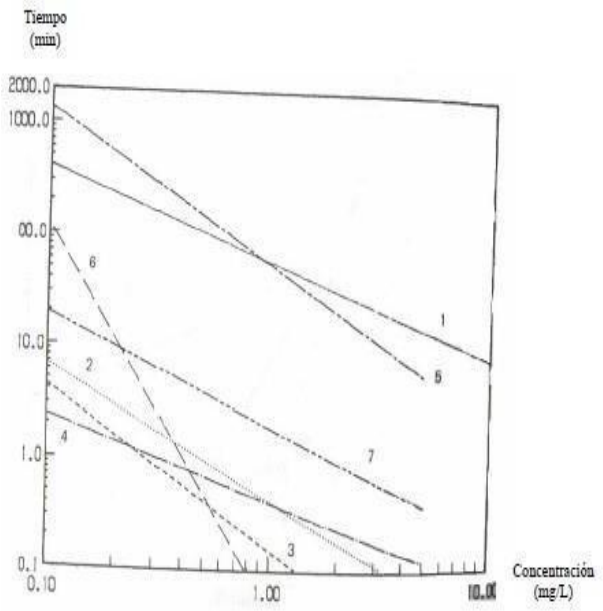


Figura 2. Relación CT para 99% de inactivación de diversos microorganismos. (1) Giardia lambia, Cloro libre, 5°C, pH 6, (2) E. coli, cloro libre, 2-5 °C, pH 8.5 (3) E. coli, cloro libre, 20-25°C, pH 8.5 (4) Poliovirus 1 (Mahoney), cloro libre, 2°C, pH 6 (5) E. coli, cloro combinado 3-5 °C, pH 7, (6) Poliovirus 1 (Mahoney), ozono, 20°C, pH 7.2 (7) Giardia muris, ozono, 5°C,N pH7 ***[4]***

Con el propósito de garantizar la eliminación de la contaminación biológica, dadas las condiciones adversas que se pueden presentar, se toma la recomendación de la American Water Works Association **[5],** del uso de una concentración de:

TANQUE	TUBERÍA
Se establece una concentración de **200 ppm** de cloro libre, con un tiempo de contacto de **30 minutos** para la solución impregnada al interior del tanque	Se establece una concentración de **10 ppm** con un tiempo de contacto de **30 minutos** [5] [6].

CONDICIONES CRÍTICAS

Cuando se determine una posible presencia del protozoario Cryptosporidium parvum se debe obtener el factor CT que lo elimine. En la Figura 3 se presenta el efecto de la temperatura en la cinética de la inactivación de Ooquistes Cryptosporidium parvum con cloro libre, donde la línea azul muestra el CT requerido para una eliminación del 99% para las temperaturas de 20°C, 10°C y 5°C, mientras que los puntos naranjas refieren a una

eliminación del 99.9% a temperaturas de 20°C y 10°C.

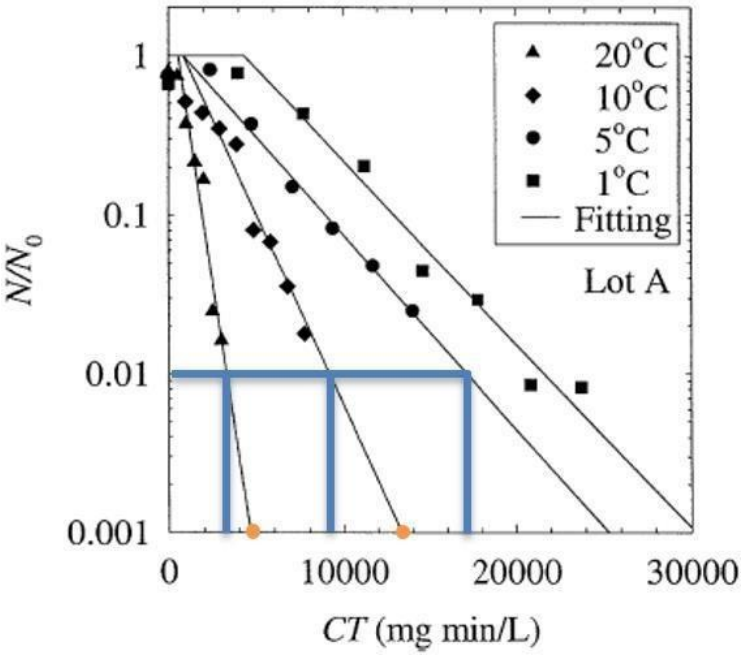


Figura 3. Efecto de la temperatura en la cinética de la inactivación de Ooquistes Cryptosporidium parvum con cloro libre a pH 6.0 ***[7]***

I. DESINFECCIÓN DE TANQUES EN CONDICIONES CRÍTICAS

Los valores del CT tomados de la Figura 3 y las concentraciones de ácido hipocloroso requeridas con **un tiempo de contacto de 30 minutos** en la Tabla 3 para una eliminación de 99.9% los cuales pueden ser utilizados para la desinfección de los tanques en condiciones críticas. El documento no establece valores para temperaturas entre 5°C a 10°C ni tampoco para el intervalo de 10°C a 20°C, por lo que para temperaturas menores a 10°C se tomará el CT de 5°C y para las temperaturas entre 10°C y 20°C se tomará el CT de 10°C.

Tabla 3. Factor CT en función de la temperatura para una eliminación del 99.9% del protozoario Cryptosporidium parvum en tanques

Rangos Temperatura [°C]	**menores a 10 °C**	**entre 10 y 20 °C**	**mayores a 20 °C**
CT [mg.min/L]	25000	13300	4800
Concentración [mg/L] para un tiempo de 30 min	**830**	**450**	**200** [6]

Por tanto, el tiempo de contacto se establece en **30 minutos** con la solución clorada aplicada en la parte interior del tanque, la concentración de esta variará dependiendo de la

temperatura del agua donde se prepare la solución, y en todos los casos, deberá ajustarse el **pH a 6** luego de agregar el hipoclorito de sodio.
Análisis; Según los datos para inhibir la formación de bacterias, si la temperatura es menor la concentración debe ser mayor, según la Tabla 3, Se utilizarán las preparaciones según las Tablas A, B, C. para lograr una eliminación hasta del 99.9%

II. DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS EN CONDICIONES CRÍTICAS

Conforme en lo establecido en la resolución 330 del 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el artículo 130, numeral tercero sobre desinfección de instalaciones de potabilización de aguas, en la cual se hace referencia a las normas NTC. En este sentido en este documento se relaciona la NTC 4576 **[6],** numeral 6.1. Para la desinfección de tuberías en caso de encontrar condiciones críticas en el tanque:

Tabla 4. Factor CT en función de la temperatura para una eliminación del 99% del protozoario Cryptosporidium parvum en tuberías con una concentración de 10 mg/L

Rangos Temperatura [°C]	menores de 20 °C	mayores a 20 °C
CT [mg.min/L]	9250	3350
Concentración [mg/L]	10 ppm	10 ppm
Tiempo de Contacto [horas]	15 horas	6 horas

1. Se deberá usar una concentración de 10 ppm y **15 horas** de tiempo de contacto, para temperaturas menores a 20 °C **ver tabla D**

2. Se deberá usar una concentración de 10 ppm y **6 horas** de tiempo de contacto, para temperaturas mayores a 20°C **ver tabla D**

Tabla D. Dosificación del Hipoclorito recomendado en condiciones críticas para tubería

Cantidad de agua a utilizar para la solución madre en litros (L)	Cantidad de hipoclorito a 5% de concentración (ml) para solución a 10 ppm	Cantidad de hipoclorito a 10% de concentración (ml) para solución a 10 ppm	Cantidad de hipoclorito a 15% de concentración (ml) para solución a 10 ppm
1	0,2	0,1	0,07
2	0,4	0,2	0,13
3	0,6	0,3	0,20
4	0,8	0,4	0,27
5	1	0,5	0,33
10	2	1	0,67

50	10	5	3,33
100	20	10	6,67
1000	200	100	66,67

*****Es importante tener en cuenta que el material de la tubería no se afecte con la concentración del desinfectante.

****Se debe garantizar por parte de la empresa que realice el servicio, que la solución desinfectante no ingrese a ninguna vivienda. Se vuelve a habilitar el servicio hasta tanto se haya finalizado el proceso de desinfección del tanque y las tuberías y se haya realizado el respectivo lavado, además de comprobar que la concentración residual del desinfectante se encuentre dentro de la norma mediante el análisis de cloro libre (0.3 mg/L a 2 mg/L).**

Conclusión,

Se recomienda realizar controles antes, durante y después de las actividades.

Documentos de referencia;

- LINEAMIENTOS DOCUMENTALES PARA CONCEPTO DE EMPRESAS DE LAVADO Y DESINFECCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

[1] Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolución Número 2115,» Bogotá, 2007.

[2] F. Ramírez, «El Agua Potable,» [En línea]. Available: http://www.elaguapotable.com/cloracion1.htm. [Último acceso: 30 junio 2020].

[3] J. A. VALENCIA, «Teoría y práctica de la purificación del agua.,» Editorial Mc Graw Hill, Bogotá, Colombia, 2000.

[4] American Water Works Association, «Water quality and treatment. A handbook of Community Water Supplies.,» Mc Graw-Hill, 5th Edition, U.S.A., 1999.

[5] American Water Works Association, «Disinfection of Water - Storage Facilities,» AWWA, U.S.A., 1993.

[6] NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4576, «DESINFECCIÓN DE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE,» ICONTEC, BOGOTÁ, 1999.

[7] B. Corona-Vasquez, A. Samuelson, J. L. Rennecker y B. J. Mariñas, «Inactivation of Cryptosporidium parvum oocysts with ozone and free chlorine,» PERGAMON – Water Research, Illinois, USA, 2002.

[8] C. y. T. Ministerio de Vivienda, «Resolución Número 0330,» República de Colombia, Bogotá D.C.,2017.

10.1. Método de aplicación del desinfectante

En el Tanque;

-Tener presente la hora de inicio de la aplicación del desinfectante

-Utilizando la Tabla A, B, C, O D. según las condiciones encontradas en la unidad Dosificación del Hipoclorito recomendado, se realiza la preparación de la solución desinfectante en un lugar ventilado, en un equipo aspersor manual únicamente utilizado para la desinfección de tanques

-Una vez se tenga preparada la Solución desinfectante, se debe realizar la aplicación en el tanque

- La aplicación en la unidad debe ser; desde el punto de ingreso asperjando de manera uniforme, pasando por techos, paredes pisos, tuberías, accesorios. **buscando la cobertura de toda la unidad**

EN LA TUBERÍA

-Tener presente la hora de inicio de la aplicación del desinfectante

-Utilizando la Tabla A, B, C, O D. según las condiciones encontradas en la unidad Dosificación del Hipoclorito recomendado, se realiza la preparación de la solución desinfectante en un lugar ventilado, en contenedor previamente desinfectado, junto con un equipo de bombeo (sumergible) únicamente utilizado para el lavado y desinfección de tanques.

-Una vez se tenga preparada la Solución desinfectante, se debe realizar la aplicación en la tubería con las siguientes indicaciones;
1. Apertura de todas las llaves de paso
2. Proyección de la solución desinfectante por presión en la tubería
3. Cuando la solución presente una salida se realizará cierre de llaves

4. Se abrirá paso según el tiempo de contacto recomendado del uso del hipoclorito de sodio para condiciones normales o condiciones críticas.
5. Al habilitar se deberá realizar purga de la tubería
6. Se debe realizar medición del agua la cual debe estar, la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la Resolución Número 2115.

10.2. Método de remoción del desinfectante
EN TUBERÍAS:

- Antes de realizar las actividades el cliente debe realizar un cierre del suministro de agua
- Después del lavado y desinfección de la unidad se recomiendan dejar correr el agua por la red interna 5 min, por punto de uso o muestreo. la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la Resolución Número 2115.

EN LA UNIDAD:

- Se debe realizar el enjuague de la unidad con agua potable, en el siguiente orden;
- Aplicación desde adentro hacia afuera
- Aplicación de arriba hacia abajo
- Por todas las paredes de la unidad
- Secado de la unidad

11. Procedimiento de habilitación de operación del tanque

Proceder con el llenado de agua potable en el tanque hasta mitad de la capacidad de la unidad, tomar muestra para análisis de cloro residual, los rangos deben estar dentro de los relacionados en la norma. la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la Resolución Número 2115.
En caso que no se así se debe realizar el siguiente procedimiento.
-Dejar correr el agua por 10 minutos de unidad de almacenamiento por la red, a continuación, abrir registro de la red de abastecimiento y tomar la muestra. la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la Resolución Número 2115.
- En caso de que el cloro este por encima del rango establecido se deberá realizar un ajuste utilizando los diferentes métodos para potabilización de aguas ver normatividad vigente colombiana.
- Si el cloro está por debajo de lo establecido en la norma se deberá aplicar el hipoclorito de sodio en las cantidades recomendadas hasta lograr el cloro residual establecido en la red de distribución, se recomienda previo tomar la muestra en la red de abastecimiento para lograr este cumplimiento
No permitir el consumo de agua hasta lograr el cloro residual establecido en la norma la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la

Resolución Número 2115.
Una vez tomadas las muestras se recomienda mantener almacenada el agua en el tanque sin abrir llaves de abastecimiento a la unidad con un tiempo de 8-19 horas, según los resultados de cloro residual y la temperatura de las instalaciones
Al Tomar la muestra agua la concentración de cloro sea igual a la obtenida en el agua de ingreso al tanque o se encuentre en el rango de 0.3 mg/L a 2 mg/L según los parámetros establecidos en la Resolución Número 2115.

DESPUÉS DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO



1. El cliente debe realizar la verificación del lavado de tanque y posteriormente realizar la apertura de la llave para el respectivo llenado y control del mismo.

2. Una vez finalicen los trabajos de desinfección y dependiendo de la indicación del técnico esperar en lugares cálidos (más de 20 grados centígrados) mínimo entre 8 y 12 horas para dar apertura a llaves. En lugares fríos mínimo 14 y 19 horas.
3. Informar si se encuentra algún tipo de olor una vez los usuarios inicien la apertura de las llaves.

4. Realizar la disposición final de los residuos sólidos, vegetales y lodos encontrados dentro del tanque.

5. Tener presente la próxima revisión en 6 meses

12. Medición de gases para tanques espacios confinados

La empresa contratara un alquiler de equipo de medición de gases, con los siguientes soportes;

- ✓ Certificado de calibración
- ✓ Lista de chequeo de medición

13. DESCRIPCIÓN DEL KIT CLORO y PH



- Se debe utilizar un equipo electrónico que cumpla con los parámetros establecidos;

Lo puede adquirir compra o alquiler se debe tener presente;

Certificado de calibración
Parámetros de medición

Descripción del kit o equipo de medición con sus respectivos registros de calibración (en los casos que aplique):

- Desinfectante (precisión mínima; ± 0.1 mg/l)
- pH (precisión mínima ± 0.2 unidades)
- Temperatura (precisión mínima ± 0.5 °C)

AVAL QUIMICO
FIRMA 
NOMBRE: WILLIAM ALEJANDRO ANDRADE
C.c. 79.387.938.
PROFESIONAL EN: INGENIERÍA QUÍMICA
TARJETA PROFESIONAL No.: 4173
NÚMERO DE CONTACTO: 320 271 56 95
FECHA: agosto 2020