



Medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP.

Ivan Antonio Bautista Rivera.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Regional Santanderes

Sede Cúcuta (Norte de Santander)

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Noviembre de 2022

Medidas de Mitigación e Intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de gas  
cloro gaseoso de la empresa Aqualia Villa del Rosario S.A.S E.S.P

Ivan Antonio Bautista Rivera

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia en  
Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Director de trabajo de grado

Juan Carlos Calderón

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Regional Santanderes

Sede Cúcuta (Nortde de Santander)

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Noviembre de 2022

## **Dedicatoria**

Gracias Dios por darme el don a través del Espíritu santo del entendimiento y la sabiduría que poco a poco he podido entender y conocer a fondo los temas de seguridad en el trabajo lo cual ha surgido un gran gusto particular por este tema.

También doy Gracias a Dios por darme esta oportunidad de crecimiento profesional ya que es un peldaño más en mi vida que me permite alcanzar un sueño anhelado.

A mis padres por ese apoyo incondicional que siempre me han brindado para perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a la circunstancias.

A mis Hijos que son el motivo que me impulsa a seguir adelante día tras día, con la ilusión de verlos crecer y ser un mejor ejemplo para ellos.

## **Agradecimientos**

De manera especial a la empresa Aqualia por el apoyo en bríndame la información necesaria y los medios para adelantar este proyecto, quiero dar un agradecimiento especial al Personal Directivo, Administrativo y Operadores del Área objeto de este estudio, a mi Director de trabajo de Grado por su dedicación y paciencia ya que con su experiencia en este campo me redirecciono y brindo consejos que permitieron alcanzar el objetivo de lograr el desarrollo análisis y presentación de mi trabajo de grado, un agradecimiento fraterno al cuerpo docente de la UNIMINUTO por sus estrategias en el aprendizaje que fueron bases sólidas al momento de materializar mis ideas en un fructífero producto.

## Contenido

Introducción	11
Capítulo I. Generalidades	13
1.1 Título	13
1.2 Planteamiento del problema	13
1.3 Pregunta de investigación	14
1.4 Justificación	14
1.5 Objetivos	15
1.5.1 Objetivo general	15
1.5.2. Objetivos específicos.	15
1.6 Alcance y limitación	16
1.6.1. Alcance	16
1.6.2. Limitaciones	16
Capítulo II. Marco de Referencia	17
2.1 Antecedentes	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales	19
2.2 Marco Teórico	21

2.3 Marco Legal	35
2.3 Marco contextual.	41
Capitulo III. Diseño metodológico	45
3.1 Enfoque	45
3.2 Alcance	45
3.3 Población y Muestra	46
3.3.1 Población	46
3.4 Recolección de información	46
3.5 Instrumentos	47
3.6 Procedimiento	48
3.7 Métodos para el análisis de datos	49
3.8 Consideraciones Éticas	49
Capítulo IV. Resultados y Discusión	51
4.1 Resultados frente al objetivo Analizar el plan de emergencias de la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP	51
4.2 Resultados frente al Realizar análisis de vulnerabilidad de la amenaza tecnológica de fuga de cloro en la planta de tratamiento	53
4.3 Resultados frente al Determinar los recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos para responder ante una fuga de cloro en la planta de tratamiento	63

4.4 Resultados frente al objetivo Proponer medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de Cloro Gaseoso	67
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	74
5.1 Conclusiones	74
5.2 Recomendaciones	74
Referencias	76

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Procedimiento de Análisis de Riesgo	21
Tabla 2 Amenazas de Tipo Natural, Antrópicos y Sociales	22
Tabla 3. Categorización de Fenómenos	23
Tabla 4. Recursos Físicos	63
Tabla 5. Descripción Control de Fuga	69

## Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de Potabilización de Agua	24
Figura 2. Elementos de Protección Personal- Clasificación SGA	30
Figura 3. Fotografía de la empresa	41
Figura 4. Logo de la empresa	42
Figura 5. Organigrama de la empresa	43
Figura 6. Plan de Emergencias.	54
Figura 7. Formato de Identificación de Amenazas	55
Figura 8. Vulnerabilidad en las personas	56
Figura 9. Vulnerabilidad de los Recursos	58
Figura 10. Vulnerabilidad en los Sistemas y Procesos	60
Figura 11. Valoración Amenazas	61
Figura 12. Diagrama De Procesos Secuencial Para La Mitigacion E Intervencion De Fuga De Gas Cloro.	73

## Resumen

La empresa Aqualia Villa del Rosario, utiliza para su proceso de producción gas Clorado, el cual lo almacena en tres cilindros, cada uno con capacidad de 1 tonelada, y en virtud, lo que a raíz de un acto inseguro que puede generar un incidente ó un accidente de trabajo por factores externos de la manipulación de este químico, puede producir el riesgo de fuga en la planta de tratamiento provocando así afectaciones en la salud de empleados y visitantes lo que puede desencadenar enfermedades laborales a los trabajadores; ya que de llegar a ocasionarse tal suceso, podría tener incidencias en la salud de los empleados, generando el desmayo o afectaciones en la salud. El objetivo del trabajo es establecer medidas de control para riesgos asociados a la exposición a cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP. Se aplica métodos mixtos los cuales representan un conjunto de procesos sistemáticos, empírico y crítico se la investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Se desarrolla compilación de información de gran utilidad para la organización ya que permito conocer el punto de partida de la organización para enfrentar una fuga de Gas Clorado, el cual es claro que se cuenta con la identificación del peligro y lo contempla dentro de la organización como un evento de alto riesgo.

**Palabras Clave.** Medidas de mitigación, fuga de cloro gaseoso, planta de tratamiento de agua.

## **Abstract**

The company Aqualia Villa del Rosario, uses for its production process chlorine gas, which is stored in three cylinders, each with a capacity of 1 ton, and by virtue of what as a result of an unsafe act that can generate an incident or an accident at work by external factors of the handling of this chemical, can produce the risk of leakage in the treatment plant thus causing health effects on employees and visitors which can trigger occupational diseases to workers; If such an event were to occur, it could have an impact on the health of employees, causing them to faint or suffer health problems. The objective of this work is to establish control measures for risks associated with exposure to chlorine gas in the treatment plant of the company Aqualia Villa del Rosario SAS ESP. Mixed methods are applied, which represent a set of systematic, empirical and critical processes of research and involve the collection and analysis of quantitative and qualitative data. It is developed compilation of information of great utility for the organization since it allowed to know the starting point of the organization to face a leak of Chlorinated Gas, which is clear that it is counted with the identification of the danger and contemplates it inside the organization as an event of High risk.

**Key words.** Mitigation measures, chlorine gas leak, water treatment plant.

## Introducción

La empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP ubicada en el Departamento Norte de Santander, Colombia, utiliza el gas Clorado para su proceso de producción y lo almacena en tres tanques de almacenamiento, cada uno con una capacidad de una tonelada, es posible que un procedimiento defectuoso pueda dar lugar a un incidente o accidente laboral causado por factores ajenos a la manipulación de este producto químico, aumentando el riesgo de una fuga en la instalación de tratamiento y poniendo en peligro la salud de los trabajadores y visitantes.

En este caso, el gas cloro con características organolépticas: gas de olor penetrante y color amarillo verdoso; es insoluble en agua, pero soluble en álcalis. Debido a su alto poder oxidante, existe un riesgo de explosión asociado a su producción y uso. 2,48 (aire = 1) densidad de vapor Es más pesado que el aire. Prefiere depositarse en zonas bajas o confinadas.

El cloro es una sustancia peligrosa para la salud porque irrita las mucosas y las vías respiratorias, y en altas concentraciones actúa como asfixiante al provocar espasmos en los músculos de la laringe e hinchazón de las mucosas. En cuanto a los daños medioambientales que puede causar esta sustancia,

La empresa cuenta actualmente con un plan de prevención, preparación y respuesta a emergencias desactualizado, en el que se identifica la amenaza de fuga de gas cloro, pero no se cuenta con un plan de intervención ni con los equipos necesarios para responder y mitigar el riesgo en caso de fuga, siendo necesaria la realización de este estudio para responder a la amenaza tecnológica de fuga de gas cloro en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del rosario S.A.S E.S.P

El objetivo del trabajo es establecer medidas de control de los riesgos asociados a la exposición al gas cloro en la planta de tratamiento de Aqualia Villa del Rosario SAS ESP.

Se utilizan métodos mixtos, que son un conjunto de procesos de investigación sistemáticos, empíricos y críticos que implican la recogida y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

Para ello se analiza el plan de emergencia de la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP, luego se realiza un análisis de vulnerabilidad de la amenaza tecnológica de fuga de cloro en la planta de tratamiento y finalmente se determinan los recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos para responder a una fuga de cloro en la planta de tratamiento.

## Capítulo I. Generalidades

### 1.1 Título

Medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP.

### 1.2 Planteamiento del problema

La empresa Aqualia Villa del Rosario, utiliza para su proceso de producción gas Clorado, el cual lo almacena en tres cilindros, cada uno con capacidad de 1 tonelada, y en virtud, lo que a raíz de un acto inseguro que puede generar un incidente ó un accidente de trabajo por factores externos de la manipulación de este químico, puede producir el riesgo de fuga en la planta de tratamiento provocando así afectaciones en la salud de empleados y visitantes lo que puede desencadenar enfermedades laborales a los trabajadores; ya que de llegar a ocasionarse tal suceso, podría tener incidencias en la salud de los empleados, generando el desmayo o afectaciones en la salud que traduce en ausentismo laboral por Incapacidad laboral que se pueda presentar ó la muerte al momento de contacto de los trabajadores con el Cloro Gaseoso, ya que en la actualidad la entidad no cuenta con medidas de control para riesgos asociados a la exposición a cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del rosario S.A.S E.S.P.

En el caso concreto, el cloro gaseoso “es un gas de olor picante y color amarillo verdoso. Poco soluble en agua y soluble en álcalis. Existe un cierto riesgo de explosión asociado con su producción y uso, por su alto poder oxidante. Densidad del vapor: 2,48 (aire = 1). Más pesado que el aire. Tiende a depositarse en zonas bajas o en espacios confinados.

El cloro es una sustancia peligrosa para la salud, ya que genera irritación de mucosas y del aparato respiratorio, y en combinación con otras sustancias o ácidos a altas concentraciones actúa como asfixiante al provocar espasmos en los músculos de la laringe y tumefacción de las mucosas. En cuanto a los daños ambientales que dicha sustancia puede provocar irritaciones.

La empresa actualmente cuenta con un plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias desactualizado, donde se encuentra identificada la amenaza de fuga de gas clorado, pero no existe un plan de intervención y los equipos necesarios para dar respuesta y mitigar el riesgo en caso de presentarse la fuga, lo cual le genera a la empresa la necesidad de implementar el presente estudio para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del rosario S.A.S E.S.P

### **1.3 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las medidas de mitigación e intervención para responder ante una fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP?

### **1.4 Justificación**

En Colombia con la Ley 142 de 1994, se establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios, esta se fundamenta en que los servicios públicos domiciliarios son esenciales a la finalidad social del estado y que el municipio es la entidad política y regional responsable de organizar su prestación, la nación y los departamentos cumplirán funciones de apoyo a la gestión.

Para lo cual la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del rosario S.A.S E.S.P., en virtud del cumplimiento de la ley 142 de 1994, en su proceso de desinfección consiste en la purificación y dosificación del suministro del cloro gaseoso, con el fin de producir agua potable

para el consumo humano. Durante este proceso existe la amenaza de una fuga de cloro gaseoso que podría causar daños a la salud de los trabajadores y partes interesadas e incluso la muerte.

En la actualidad, aunque existe un plan de emergencias; no se cuenta con las medidas de mitigación e intervención para riesgos asociados a la amenaza tecnológica de exposición a cloro gaseoso, por lo cual se hace necesario la identificación y propuesta de las medidas mencionadas.

Lo anterior, en bienestar de los empleados de la empresa y visitantes que pudieran resultar afectadas ante tal suceso, inclusive las investigaciones realizadas para llegar a tal diseño pueden servir en el futuro a fin de tener antecedentes en el manejo de tales eventos, de allí la importancia del presente trabajo en el campo investigativo ya que es un tema no muy analizado y del cual pueden resultar informes académicos interesantes.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Establecer medidas de control para riesgos asociados a la exposición a cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

Analizar el plan de emergencias de la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP

Realizar análisis de vulnerabilidad de la amenaza tecnológica de fuga de cloro en la planta de tratamiento

Determinar los recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos para responder ante una fuga de cloro en la planta de tratamiento

Proponer medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de Cloro Gaseoso

## **1.6 Alcance y limitación**

### **1.6.1. Alcance**

La investigación de las medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario, este proyecto busca realizar la identificación de medidas de intervención ante la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso con el fin de que posteriormente sean incluidas plan de emergencia con el que cuenta la organización

### **1.6.2. Limitaciones**

Hasta el momento no se han identificado ya que trabajo en la empresa y me ha brindado toda la información en el desarrollo del anteproyecto

## Capítulo II. Marco de Referencia

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

En la *Investigación Propuesta de un sistema de contención de fuga de gas Clorado para planta de potabilización de Agua” Ecuador* de Soledispa (2013). se analizan Los riesgos químicos, a los que se ven expuestas las personas que manipulan contenedores con gas cloro en caso de una fuga, provocan desde una afección en las vías respiratorias hasta la muerte. El exceso de confianza, la falta de capacitación, la falta de mantenimiento en las líneas de dosificación, son factores importantes que acrecientan la probabilidad de que este tipo de accidentes tengan un desenlace fatal, no solo con las personas que se encuentran directamente en contacto con el producto químico sino también a las poblaciones que se encuentran en los alrededores y al Medio Ambiente. De los veintidós eventos registrados de fugas de gas cloro, el 42,9 % de ellos fue por fallos en tuberías, o en el mismo envase o en accesorios dentro de las instalaciones de la empresa donde se usaba este producto; el 38,1 % corresponde al manejo inapropiado de envases obsoletos y 19 % restante está repartido entre choques de los vehículos que los transportaban envases con gas cloro y factores humanos; lo que denota falta de, mantenimiento en los envases, líneas de dosificación y un procedimiento de gestión de envases después de cumplida su vida útil.

Scheifler, (2021) en su Investigación “Manipulación de cilindros de cloro en la planta potabilizadora (OMS) San Carlos de Concordia, Entre Ríos” Argentina, Se puede observar que, Este proyecto es enfocado en la investigación descriptiva de los riesgos a lo que se encuentran expuestos los trabajadores de la planta que manipulan el gas clorado en el proceso de coloración del agua. Con el objetivo de disminuirlos por intermedio de prácticas, condiciones seguras y

mejora continua en materia de seguridad e higiene laboral. Entre las falencias más importantes se pueden observar que los cilindros de cloro no se encuentran bien almacenados en el depósito general, no cuentan con los capuchones de seguras y tampoco con el etiquetado de SGA correspondiente, como así mismo los cilindros vacíos se encuentran apilados en la entrada de sala de cloración esto genera que los trabajadores se encuentren expuestos a los riesgos y consecuencias causados por el cloro , esto puede dañar significativamente la salud del operario o hasta causar la muerte.

En *Fugas de gas cloro: Estudio de los escenarios usando el software ALOHA* de Barahona-Alvear, Tixi-Toapanta y Garmendia (2021). Los accidentes relacionados con el gas cloro pueden exponer a trabajadores y comunidad al contacto directo con el gas tóxico, provocando desde una leve irritación en los ojos hasta una intoxicación más grave que puede llevar la muerte. Este trabajo tiene el objetivo de estudiar el comportamiento del gas cloro durante una fuga accidental, utilizando el software ALOHA A partir de los resultados obtenidos en la simulación de los escenarios hipotéticos de fugas accidentales de cloro, se concluye que existen riesgos significativos asociados a las instalaciones de los contenedores que contienen cloro en la unidad de Potabilización de Agua ubicada en El Vallecito (Mexico). Se puede concluir que los resultados obtenidos son útiles para las industrias que hacen uso de cloro en sus instalaciones como las Potabilizadoras de Agua e industrias de PVC, ya que permite identificar los riesgos y estimar las consecuencias de posibles escenarios accidentales que pueden ocurrir en los recipientes de cloro.

Por su parte, Chauca y Orozco (2012) en *Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro gaseoso en el tratamiento de agua potable en la comunidad san Vicente de lacas, Ecuador* Se ha implementado un sistema automático de dosificación de cloro para la comunidad San Vicente de Lacas-Riobamba, donde no se disponía

de una adecuada cloración, con la finalidad de asegurar permanentemente la potabilidad del agua. Adicional a esto, se realiza una evaluación del sistema hidráulico que garantice el período de diseño en cuanto a su caudal y dimensiones de tubería. Un sistema capaz de analizar constantemente los niveles de cloro libre con sensores amperométricos y en dependencia de este valor provea la cantidad necesaria de desinfectante a través de una válvula que responde un controlador. Se recomienda la capacitación adecuada del personal que manipule los equipos dentro de la comunidad, quienes conciban el criterio de salud preventiva con agua de calidad. La desinfección con cloro gaseoso es el método más adecuado en el tratamiento de agua por ser muy estable, tener una concentración del 99% y además permitir obtener un residual de cloro en la red de distribución; garantizando de esta manera la calidad del líquido vital y además mejorar las condiciones de vida de quienes la consuman. Con la implementación del sistema automatizado de cloración se trabaja en salud preventiva por cuanto este proyecto garantiza tener una desinfección adecuada todo el tiempo, eliminando cualquiera agente patógeno causante de enfermedades y de este modo cumplir los estándares según la NORMA INEN 1108.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

En la Investigación *Por un brote respiratorio agudo por exposición a cloro gas en piscina publica Colombia* de Nieva et al (2008), se hace necesario el diseño un estudio de casos y controles para investigar el accidente químico ocurrido en una piscina pública en el verano de 2005 y describir los factores ambientales responsables, analizar el efecto del cloro gas y valorar la evolución clínica y funcional del aparato respiratorio, el cual surge como consecuencia de la mezcla accidental de hipoclorito sódico y ácido clorhídrico, liberándose cloro gas que produjo un

cuadro irritativo respiratorio, especialmente en los niños que estaban bañándose y en los que estaban a menos de 40 m del lugar del accidente.

En su investigación Ajiaco (2018) El Diseño de un sistema de gestión del riesgo basado en la Norma ISO 31000 para sistemas de desinfección con cloro gaseoso en plantas potabilizadoras, El presente trabajo busca mostrar la importancia de la adecuada administración del proceso de desinfección para plantas potabilizadoras (de ahora en adelante descritas PP) en Colombia, mediante el análisis de los principales desinfectantes con cloro. El hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, gas cloro en adelante SIDESC). Como es de esperarse, las empresas encargadas de administrar estos sistemas de desinfección en las Plantas Potabilizadoras tienen que realizar inversiones y toma de decisiones importantes a la hora de seleccionar o mantener dichos sistemas. Percibiendo el agua potable y su inocuidad como objetivo principal teniendo como indicador el control de la demanda de cloro y el cloro residual como lo dicta la norma en la resolución 2115 de 2007 de la constitución de Colombia, la cual se establecen las características, métodos de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano y el Decreto 1575 del 2007 de la constitución de Colombia, el cual establece el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano.

Se puede apreciar lo delicados y complejos que pueden ser los sistemas de desinfección partiendo del hecho que cualquier fallo en un equipo puede interrumpir el proceso de dosificación del desinfectante aumentando la vulnerabilidad de las organizaciones de aumentar su índice de riesgo y calidad del agua para consumo humano, Se desarrolló un documento que compila información de gran utilidad para el desarrollo de un sistema de gestión, queda para una segunda etapa aplicarlo y realizar un seguimiento en el tiempo para evaluar su adaptabilidad en situaciones reales, actividad proyecto no abordaba, sin embargo se identificaron varios puntos en

común para varias plantas potabilizadoras en Colombia que permiten dar una idea de las áreas en las que se deben generar estrategias de mitigación del riesgo.

## 2.2 Marco Teórico

De acuerdo con la metodología de análisis de riesgo de la guía para elaborar planes de emergencia adoptado por la resolución 004 / 09 del FOPAE (fondo de prevención y atención de emergencias), en el cual se plantea un procedimiento para el análisis de riesgos, el cual es:

**Tabla 1.**

*Procedimiento de Análisis de Riesgo*

<b>PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE RIESGO</b>		
<b>DIAGRAMA</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>GUÍA PARA ELABORAR PLANES DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA (FOPAE)</b>
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	Identificación de actividades o amenazas que impliquen riesgos durante las fases de construcción, operación / mantenimiento y cierre / abandono de la Organización	Numeral IV.F.3.
ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES	Una vez identificadas las amenazas o posibles aspectos iniciadores de eventos, se debe realizar la estimación de su probabilidad de ocurrencia del incidente o evento, en función a las características específicas	Numeral IV.F.4.
ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDADES	Estimación de la severidad de las consecuencias sobre los denominados factores de vulnerabilidad que podrían resultar afectados (personas, medio ambiente, sistemas, procesos, servicios, bienes o recursos, e imagen empresarial).	Numeral IV.F.5.
CÁLCULO DEL RIESGO	Se debe realizar el cálculo o asignación del nivel de riesgo. El Riesgo (R) está definido en función de la amenaza y la vulnerabilidad como el producto entre Probabilidad (P) y Severidad (S) del escenario.	Numeral IV.F.6.

PRIORIZACIÓN DE ESCENARIOS	Los resultados del análisis de riesgos permiten determinar los escenarios en los que se debe priorizar la intervención. Las matrices de severidad del riesgo y de niveles de planificación requeridos, permiten desarrollar planes de gestión con prioridades respecto a las diferentes	Numeral IV.F.7.
MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	Establecer la necesidad de la adopción de medidas de planificación para el control y reducción de riesgos. Determinar el nivel de planificación requerido para su inclusión en los diferentes Planes de Acción.	Numeral IV.F.8.

---

Con el fin de obtener una visión clara, basados en la la resolución 004 / 09 del FOPAE, se define que la amenaza es una condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de Origen natural, socio natural o antrópico no intencionado que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura , el ambiente y la economía publica y privada

Dependiendo de la actividad económica de la organización se pueden presentar diferentes amenazas, las cuales se pueden clasificar en: naturales, antrópicas no intencionales o sociales. A continuación, se dan ejemplos de posibles amenazas:

## Tabla 2

### *Amenazas de Tipo Natural, Antrópicos y Sociales*

NATURAL	ANTROPICOS NO INTENSIONALES	SOCIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendios Forestales</li> <li>• Geológicos: se divide en Endógenos y Exógenos: Fenómenos de Remoción en Masa deslizamientos, (deslizamientos, derrumbes, caída de piedra, hundimientos.)</li> <li>• Movimientos Sísmicos<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendios (estructurales, eléctricos, por líquidos o gases inflamables, etc.)</li> <li>• Perdida de contención de materiales peligrosos (derrames, fugas, etc.)</li> <li>• Explosión (gases, polvos, fibras, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comportamientos no adaptativos por temor</li> <li>• Accidentes de Vehículos</li> <li>• Accidentes Personales</li> <li>• Revueltas / Asonadas</li> <li>• atentados Terroristas</li> <li>• Hurtos</li> <li>• Otros</li> </ul>

---

- 
- Eventos atmosféricos<sup>3</sup> (vendavales, granizadas, tormentas eléctricas, etc.)
  - Inundaciones por desbordamiento de cuerpos de agua (ríos, quebradas, humedales, etc.).
  - Avenidas torrenciales.
  - Otros
- Inundación por deficiencias de la infraestructura hidráulica (redes de alcantarillado, acueducto, etc.)
  - Fallas en sistemas y equipos
  - Otros
- 

El cual para el caso del trabajo que se adelanta de la Planta de Tratamiento de la empresa

Aqualia Villa del Rosario SAS ESP, se identifica una amenaza de Tipo Antrópicos no intensionales como lo es el caso del Gas Clorado.

Como parte de este proceso se realiza la calificación y análisis de la amenaza basados en las siguientes tablas así:

**Tabla 3.**

*Categorización de Fenómenos*

<b>EVENTO</b>	<b>COMPORTAMIENTO</b>	<b>COLOR ASIGNADO</b>
Posible	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	Verde
Probable	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá.	Amarillo.
Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir.	Rojo

---

POSIBLE: NUNCA HA SUCEDIDO Color Verde.

PROBABLE: YA HA OCURRIDO Color Amarillo.

INMINENTE: EVIDENTE, DETECTABLE Color Rojo.

### 2.2.1 Potabilización del Agua Con Cloro gaseoso en la planta de Tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP.

A continuación, se muestra una figura del proceso de Potabilización de Agua, de la planta de tratamiento de le empresa Aqualia Villa del Rosario.

**Figura 1.**

*Proceso de Potabilización de Agua*



#### **Desarenador**

Se cuenta con dos desarenadores para retener la mayor cantidad de residuos que traiga el agua del río como arena, palizadas, lodos entre otros.

#### **Línea de Conducción**

Es la línea de tubería que conduce el agua desde los desarenadores hasta l planta de tratamiento.

#### **Dosificación de Insumos**

Es la aplicación del coagulante para extraerle al agua lodos y arenas que traiga formando el Flock, a partir de una formula química que se obtiene al aplicación del Polímero (Coagulante)

#### **Floculación**

Es el proceso de formación de un buen tamaño de Flock, a través del (Coagulante)

### **Sedimentación**

Es el proceso en el cual el Flock, que ya está formado en el proceso de la floculación, se sedimenta al fondo del tanque sedimentador, obteniendo un agua clarificada.

### **Filtración**

Proceso en el cual se pasa el agua clarificada por filtros mixtos de arena y Antracita, para quitarle Olor, Color y Sabor al agua.

### **Cloración**

Proceso en el cual se desinfecta el agua a través de la aplicación de Cloro Gaseoso al 98 % de pureza.

### **Cloro gaseoso**

En estado gaseoso es de color amarillo verdoso, olor picante e irritante y es ligeramente soluble en agua. En condiciones normales su relación volumétrica (cloro gaseoso/cloro líquido) es igual a 457.6. En estado líquido tiene un color ámbar, dentro de un recipiente el cloro se encuentra en forma líquida, al abrir la válvula sufre descompresión pasando a estado gaseoso. A 0°C, la densidad del cloro líquido es 1.5 veces la densidad del agua. Altamente reactivo. El cloro gaseoso o líquido no es explosivo o inflamable, pero en presencia de hidrógeno, amoníaco o hidrocarburos gaseosos puede formar mezclas explosivas. Se hidroliza con agua produciendo ácido clorhídrico e hipocloroso.

#### **2.2.2 Clasificación según NCh382 CLORO. NU 1017.**

Clase o División: 2.3,

Riesgo secundario: 5.1- 8. Gas tóxico, comburente y corrosivo.

Incompatibilidades:

Reacciona violentamente con alcoholes, amoníaco y sus compuestos, gases hidrocarbonados (por ejemplo, acetileno y etileno), hidrógeno, tricloruro de antimonio y tetrametilsilano, aziridina, pentafluoruro de bromo, difluoruro de oxígeno, fluor, diborano, óxido de disililo, etilfosfina. Hace ignición al contacto con: halocarbonos (diclorometano), metales (aluminio polvo, hierro, potasio, sodio, estaño, titanio, latón y láminas de cobre), no metales (boro, carbón activado, fósforo y sílica), carburos de uranio y zirconio, eter dietílico, zinc dietílico, hidruros de metales y no metales, compuestos de fósforo, sulfuros, telurio, trialquilboranos y dióxido de tungsteno. El cloro licuado puede reaccionar violentamente, explosivamente o hacer ignición al contacto con disulfuro de carbono y hierro, bismuto, dibutil ftalato, gasolina, glicerina, fósfora blanco, polidimetil siloxano, hidróxido de sodio y vanadio en polvo.

**Condición de almacenamiento:**

Es indispensable que la zona destinada para este fin tenga ventilación natural adecuada e incrementada a nivel del piso debido a que el cloro es más pesado que el aire. El cloro no se debe almacenar subterráneamente, ni exponer a la luz solar directa o fuentes térmicas. El área debe estar separada de las demás naves de la fábrica. No se debe almacenar con otros productos.

INSTALACIONES Construir las con materiales incombustibles y protegidos con aislamiento térmico; el piso debe ser impermeable e incombustible. Las instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias y de seguridad industrial, de operación manual, se ubicarán en la parte exterior del área.

**Manejo y transporte:**

Las operaciones de cargue, transvase, dilución, descargue y toma de muestras de los envases o depósitos que contengan hipoclorito de sodio se deben realizar bajo excelente ventilación, utilizando los elementos de protección adecuados: gafas de seguridad y/o careta

facial, respirador industrial con absorbente apropiado, guantes, botas y delantal de caucho.

NOTA: El hipoclorito de sodio se puede descomponer por acción del calor, por contacto con material férrico o por la acción de la luz solar, generando CLORO GASEOSO, altamente oxidante, irritante y corrosivo. Si se mezclan soluciones de hipoclorito de sodio con cualquier ácido, hay desprendimiento de cloro gaseoso. El transporte se efectuará en envases de fibra de vidrio, polipropileno, polietileno o en carro tanques construidos con los mismos materiales.

### **2.2.3 Identificación de peligros**

**Efectos A La Salud** El cloro es una sustancia altamente peligrosa para la salud. Es muy irritante de mucosas y del aparato respiratorio. Reacciona con los líquidos orgánicos formando ácidos, a altas concentraciones actúa como asfixiante al provocar espasmos en los músculos de la laringe y tumefacción de las mucosas. La presencia de cloro en la atmósfera es, hasta cierto punto, detectable debido a su olor característico y a sus propiedades irritantes. Por ello, en los casos de fugas de cloro, los trabajadores tienen tiempo suficiente para advertirlo y evitar la exposición excesiva. Efectos agudos: El primer síntoma es la irritación de las mucosas oculares, de la nariz y de la garganta, que va en aumento hasta producir dolor agudo y quemante. Esta irritación aparece también en el pecho, desencadenándose una tos con dolor retroesternal y que incluso puede provocar el vómito. Es posible que se produzcan lesiones celulares con acumulación de líquidos en la cavidad alveolar, pudiendo producir la muerte, si no se da inmediatamente un tratamiento adecuado. Otros síntomas frecuentes son cefaleas, malestar general, ansiedad y sensación de sofocación.

**Efectos Crónicos:** Es posible que se produzcan concentraciones de cloro considerablemente más altas que las normales sin que se perciban inmediatamente. A bajas concentraciones se pierde rápidamente la capacidad para detectar el cloro. La exposición

prolongada de cloro produce afección bronquial y predispone para la tuberculosis. También es frecuente el acné entre los individuos expuestos durante largos períodos de tiempo a bajas concentraciones de cloro, que comúnmente, se conoce como cloroacné. También puede dañarse el esmalte dentario.

Clasificación del cloro gaseoso según el sistema globalmente armonizado

Irritación cutánea (Categoría 2) – Lesiones oculares graves (Categoría 1)

Peligro para el medio ambiente acuático – peligro agudo (Categoría 2)

Peligro para el medio ambiente acuático – peligro a largo plazo (Categoría 3)

Palabra de advertencia: Peligro, Indicaciones De Peligro

H315 - Provoca irritación cutánea.

H318 - Provoca lesiones oculares graves.

H411 - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

### **Consejos De Prudencia**

P264 - Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

P273 - No dispersar en el medio ambiente.

P280 - Usar guantes.

P302 + P352 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua

P305 + P351 + P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P310 - Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA

P332 + P313 - En caso de irritación cutánea: consultar a un médico.

P362 - Quitar la ropa contaminada.

P391 - Recoger los vertidos.

P501 - Eliminar el contenido/ recipiente conforme a la reglamentación nacional/

internacional.

Clasificación específica

Ninguno.

### **Descripción de peligros**

**Inhalación:** puede causar irritación en el aparato respiratorio y nariz.

**Contacto con la piel:** puede causar irritación.

**Contacto con los ojos:** puede causar irritación, enrojecimiento e hinchazón.

**Ingestión:** puede causar irritación en el aparato digestivo, náuseas y vómitos.

### Otros Peligros

- El cloro gaseoso es 2.5 veces más pesado que el aire, por lo que tiende a asentarse en lugares bajos y se difunde lentamente en el punto y seguido el cloro puede ser licuado por la aplicación de presión a baja temperatura, es 1.5 veces más pesado que el agua.
- Se envasa a una concentración del 99.99 %.
- En presencia de humedad el cloro líquido o gaseoso es altamente corrosivo para los metales de construcción empleados normalmente.

- No es flamable.

**Figura 2.**

*Elementos de Protección Personal- Clasificación SGA*

ELEMENTO DE PROTECCION PERSONAL			CLASIFICACION SGA DE SUSTANCIA / MEZCLA		
					
 <b>Atención</b> Contiene gas a presión, puede explotar si se calienta.	 <b>Peligro</b> Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares	 <b>Peligro</b> Muy tóxico para los organismos acuáticos	 <b>Peligro</b> Mortal en caso de ingestión o penetrar en las vías respiratorias.	 <b>Peligro</b> Mortal si se inhala y en caso de ingestión	
	 CORROSIVO 8	 2	 5.1	 UN: 1017	

**Riesgo por gas clorado:** Se entienden como los accidentes de trabajo y las

Enfermedades profesionales a que están expuestos los trabajadores a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo, estos pueden ser: a. Accidente de Trabajo: Es toda lesión orgánica, perturbación funcional o muerte, que el trabajador sufra a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo. Dicha lesión, perturbación o muerte ha de ser producida por la acción repentina y violenta de una causa exterior o del esfuerzo realizado. b. Enfermedad Profesional: Se considera cualquier estado patológico sobrevenido por la acción mantenida, repentina o progresiva de una

causa que provenga directamente de la clase de trabajo que desempeñe o haya desempeñado el trabajador, o de las condiciones del medio particular del lugar en donde se desarrollen las labores, y que produzca la muerte del trabajador o le disminuya su capacidad de trabajo.

**Intoxicación por gas clorado:** Puede causar síntomas en muchas partes del cuerpo;

ocasiona o puede ocasionar dificultad para respirar (inhalación), inflamación de la garganta, dolor o ardor en nariz, ojos, oídos, labios o lengua, quemadura en el tubo digestivo, dolor abdominal vómitos, quemaduras e irritación e hipotensión e hipotensión (baja presión arterial).

Una persona intoxicada puede presentar:

- Pupilas muy grandes o muy pequeñas.
- Latidos cardiacos rápidos o muy lentos.
- Respiración rápida o muy lenta.
- Boca muy seca o babeo.
- Dolor de estómago, náuseas, vómitos o diarrea.
- Somnolencia o hiperactividad.
- Confusión,
- Mala articulación del lenguaje.

**Accidente por cloro gaseoso:** Los accidentes relacionados con el gas clorado pueden exponer a trabajadores y comunidad al contacto directo con el gas tóxico, provocando desde una leve irritación en los ojos hasta una intoxicación más grave que puede llevar la muerte. Este trabajo tiene el objetivo de estudiar el comportamiento del gas cloro durante una fuga accidental.

Los resultados proporcionan información que puede ayudar en la identificación de los riesgos y en la respuesta de emergencia, estimando las posibles consecuencias durante la fuga.

Como accionar ante un accidente durante una fuga de cloro gaseoso en lugares donde la exposición es muy alta debido a la alta concentración del químico, resulta más complejo evitar un escape, es por esto que contar con un plan de contingencia en caso de fuga de gas cloro debe ser parte del protocolo de seguridad. Igualmente, capacitar al personal para que actúe adecuadamente y se eviten mayores complicaciones es esencial.

#### Protección para manipular cloro gaseoso

En general, el cloro no representa una amenaza ni riesgo dentro de los diferentes sectores que lo manipulan, claramente, esto se debe a que el personal está debidamente capacitado y se emplean las normativas de protección. Algunas recomendaciones para que la manipulación de este **productos químicos** sea más segura son:

- Designar un personal encargado de supervisar el correcto uso de los equipos de protección y las medidas preventivas que se deben durante la manipulación del cloro gaseoso.
- Dote a su personal con los correspondientes aparatos respiratorios para evitar la inhalación de cloro.
- Instaure medidas de seguridad en caso de fuga de gas cloro y delas a conocer a todo el personal.
  - Prohíba el almacenamiento de materiales inflamables cerca a los contenedores o zona de manipulación del cloro.
  - Implemente zonas para baño de ojos y duchas para que el personal pueda disponer cuando sea necesario.
  - Si hay sospecha o detecta una fuga de cloro en un contenedor debe evitar rociar agua, esto puede hacer que la fuga se agrande.

- Cerciórese de asegurar los contenedores con sistemas eficientes como cadenas o pernos.

En caso de fuga de cloro gaseoso

El cloro en estado gaseoso en una alta concentración puede resultar tóxico para quienes estén expuestos, causando como principal efecto una irritación en la nariz, ojos y piel. En casos extremos puede generar ampollas graves en la piel, causar un edema pulmonar y aunque la probabilidad es muy baja, hay casos de muerte.

En caso de que estos casos graves sucedan debe dirigirse de inmediato a un centro médico para un correspondiente chequeo y tratamiento.

### **Primeros auxilios**

Cuando una persona se contamina a causa de una fuga de cloro en la zona de exposición es imprescindible aplicar primeros auxilios inmediatamente. A continuación, le aclaramos el procedimiento a seguir en estas situaciones.

- Cuando se inhalado

En estas situaciones se debe alejar a la persona contaminada inmediatamente de la zona de exposición, ubicarla en una posición en la que su cabeza y hombros se mantengan elevados. Si nota dificultad al respirar se debe proporcionar respiración artificial, de ser posible suministre oxígeno inmediatamente o lo antes posible.

Llame una ambulancia o diríjase a un centro médico en seguida.

- Cuando hay contacto con los ojos.

Se deben lavar los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, después de unos minutos repita el procedimiento nuevamente. Llame lo antes posible a una ambulancia o diríjase al centro médico más cercano.

Cuando hay contacto con la piel

La persona contaminada debe retirarse la ropa de inmediato y dirigirse a las duchas para lavarse con abundante agua todo el cuerpo. Utilice jabón unos minutos después de haber jugado con agua.

Evacuar en caso de fuga

Cuando exista la sospecha de fuga se debe evacuar al personal que opera en el área de exposición y tomar las correspondientes medidas para detectar y sellar la fuga. Mantener controles regulares son la mejor manera de evitar accidentes. Implemente todos los protocolos de seguridad y capacitar a su personal para garantizar su integridad.

Exposición breve a cloro gaseoso	<p>Los efectos siguientes se han observado en seres humanos expuestos brevemente al cloro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>irritación leve de la nariz a 1–3 ppm</li> <li>irritación de los ojos a 5 ppm</li> <li>irritación de la garganta a 5–15 ppm</li> <li>dolor inmediato del pecho, vómitos, alteraciones del ritmo respiratorio y tos a 30 ppm</li> <li>daño del pulmón (neumonía tóxica) y edema pulmonar (líquido en los pulmones) a 40–60 ppm</li> <li>muerte después de 30 minutos de exposición a 430 ppm</li> <li>muerte después de unos minutos de exposición a 1,000 ppm</li> </ul> <p>Estas concentraciones son aproximadas; los efectos dependen también de la duración de la exposición. En general, las personas que sufren de condiciones tales como alergias o fiebre del heno, o las que fuman mucho, tienden a sufrir efectos más graves que personas con buena salud o que personas que no fuman.</p>
----------------------------------	---

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2021). *Resúmenes de*

*Salud Pública - Cloro (Chlorine)*. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs172.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs172.html)

## **2.3 Marco Legal**

Esta investigación de las medidas de control para riesgos asociados a la exposición a cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario se fundamenta principalmente en:

### **2.3.1 Constitución política de Colombia:**

ARTICULO 365°—Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del Gobierno decide reservarse determinadas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las personas que en virtud de dicha ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita.

### **2.3.2 Resolución 2400 de 1979**

En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición, teniendo así una relación directa con el proyecto de investigación dado que el artículo 177 En orden a la protección personal de los trabajadores, los patrones están obligados a suministrar a estos los equipos de protección personal (Ministerio del Trabajo, 1979).

### **2.3.3 Ley 142 de Servicios públicos**

En Colombia, la Constitución Política y la Ley 142 de 1994 tienen como objetivo específico generar e implementar eficiencia para obtener una mayor viabilidad económica de las empresas, así como también la consecución de niveles más elevados de bienestar social, los cuales son reflejados en la cobertura y calidad del SPD. La Eficiencia Económica, Neutralidad, Solidaridad y Redistribución, Suficiencia Financiera, Simplicidad y Transparencia e Integridad, son los principios normativos que rigen la Ley 142 de 1994 o Ley de SPD y a partir de los cuales se conformaron dentro del Ministerio de Desarrollo Económico, las Comisiones de Regulación , cuyas funciones específicas son: determinar y divulgar los criterios, metodología y fórmulas tarifarias, el costo de referencia –basándose en parámetros de eficiencia de gestión institucional determinados por la misma Comisión.

### **2.3.4 Ley 1562 de 2012:**

Prevención de riesgos laborales. Esta ley busca proteger a todos los colaboradores frente a accidentes y enfermedades que se puedan generar en el desarrollo de sus funciones.

### **2.3.5 Decreto 1443 de 2014**

Este Decreto tiene como objetivo definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo -SG-SST, que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados, los contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial o administrativo, las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, las empresas de servicios temporales y tener cobertura sobre los trabajadores dependientes, contratistas, trabajadores cooperados y los trabajadores en misión.

### **2.3.6 Decreto 1477 de 2014**

tiene por objeto expedir la Tabla de Enfermedades Laborales, que tendrá doble entrada: i) agentes de riesgo, para facilitar la prevención de enfermedades en las actividades laborales, y ii) grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados, el cual para el caso de este trabajose establece dentro de las enfermedades laborales que se pueden originar por agentes químicos derivado de la manipulación del Cloro; Ocupación: Esterilización del Agua; Enfermedad: Enfermedades pulmonares, Bronquitis y edema Pulmonar . **Modificado 676 de 2020**

### **2.3.7 Decreto 1496 de 2018**

Expedido por el ministerio del Trabajo se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y etiquetado de productos químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química para los trabajadores que laboran en de la producción, manejo y almacenamiento de sustancias químicas.

### **2.3.8 Resolución 0312 de 2019**

Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y la salud en el trabajo SG-SST

### **2.3.9 Resolución 2013 de 1986**

Por la cual reglamenta la organización y funcionamiento de los comités paritarios de seguridad y salud en el trabajo.

### **2.3.10 Decreto 1477 de 2014**

Mediante el cual se establece la nueva tabla de enfermedades laborales, que evidencia cinco factores de riesgo ocupacional: los químicos, físicos, biológicos, psicosociales y agentes

ergonómicos. sección 1: agentes etiológicos 1 factores de riesgo ocupacional a tener en cuenta para la prevención de enfermedades laborales 1 . Agentes Químico (Cloro) esterilización del agua y productos químicos, pigmentos y catalizadores y otros trabajadores expuestos.

Frente a la normativa de los planes de emergencia en Colombia, podemos mencionar los siguientes:

### **2.3.11 Decreto 1072 de 2015**

En su ARTICULO 2.2.4.6.25 “*PREVENCION, PREPARACION Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIA*” El empleador o contratante debe implementar y mantener las disposiciones necesarias en materia de prevención, preparación y respuesta ante emergencias, con cobertura a todos los centros y turnos de trabajo y todos los trabajadores, independiente de su forma de contratación o vinculación, incluidos contratistas y subcontratistas, así como proveedores y visitantes.

Para ello debe implementar un plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias que considere como mínimo, los siguientes aspectos:

1. Identificar sistemáticamente todas las amenazas que puedan afectar a la empresa;
2. Identificar los recursos disponibles, incluyendo las medidas de prevención y control existentes al interior de la empresa para prevención, preparación y respuesta ante emergencias, así como las capacidades existentes en las redes institucionales y de ayuda mutua;
3. Analizar la vulnerabilidad de la empresa frente a las amenazas identificadas, considerando las medidas de prevención y control existentes;
4. Valorar y evaluar los riesgos considerando el número de trabajadores expuestos, los bienes y servicios de la empresa;

5. Diseñar e implementar los procedimientos para prevenir y controlar las amenazas prioritizadas o minimizar el impacto de las no prioritarias;
6. Formular el plan de emergencia para responder ante la inminencia u ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos;
7. Asignar los recursos necesarios para diseñar e implementar los programas, procedimientos o acciones necesarias, para prevenir y controlar las amenazas prioritarias o minimizar el impacto de las no prioritarias;
8. Implementar las acciones factibles, para reducir la vulnerabilidad de la empresa frente a estas amenazas que incluye entre otros, la definición de planos de instalaciones y rutas de evacuación;
9. Informar, capacitar y entrenar incluyendo a todos los trabajadores, para que estén en capacidad de actuar y proteger su salud e integridad, ante una emergencia real o potencial;
10. Realizar simulacros como mínimo una (1) vez al año con la participación de todos los trabajadores;
11. Conformar, capacitar, entrenar y dotar la brigada de emergencias, acorde con su nivel de riesgo y los recursos disponibles, que incluya la atención de primeros auxilios;
12. Inspeccionar con la periodicidad que sea definida en el SG-SST, todos los equipos relacionados con la prevención y atención de emergencias incluyendo sistemas de alerta, señalización y alarma, con el fin de garantizar su disponibilidad y buen funcionamiento; y
13. Desarrollar programas o planes de ayuda mutua ante amenazas de interés común, identificando los recursos para la prevención, preparación y respuesta ante emergencias en el entorno de la empresa y articulándose con los planes que para el mismo propósito puedan

existir en la zona donde se ubica la empresa.

**PARÁGRAFO 1.** De acuerdo con la magnitud de las amenazas y la evaluación de la vulnerabilidad tanto interna como en el entorno y la actividad económica de la empresa, el empleador o contratante puede articularse con las instituciones locales o regionales pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres en el marco de la Ley 1523 de 2012.

**PARÁGRAFO 2.** El diseño del plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias debe permitir su integración con otras iniciativas, como los planes de continuidad de negocio, cuando así proceda.

**2.3.12 Decreto 2157 de 2017.** Por la cual se establecen los criterios para la elaboración de los planes de gestión de riesgos y desastres en entidades públicas y privadas.

**2.3.13 Ley 1575 de 2012.** Expide la ley general Bomberos en Colombia.

**2.3.14 Ley 1523 de 2012.** Por el cual se adopta la política general de gestión de riesgos y desastres.

**2.3.15 Ley 599 de 2000.** Artículo 131. Omisión de socorro. El que omitiere, sin justa causa, auxiliar a una persona cuya vida o salud se encontrare en grave peligro, incurrirá en prisión de treinta y dos (32) a setenta y dos (72) meses.

**2.3.16 Ley 9 de 1979.** Este título de la presente **ley establece** las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana.

### **2.3 Marco contextual.**

La empresa Aqualia es la cuarta empresa de agua de Europa por población servida y está entre las diez primeras del mundo, según el último ranking de global water intelligence (agosto de 2019).

En la actualidad presta servicio a más de 25 millones de usuarios en 1.100 municipios de 18 países: Argelia, Arabia Saudí, Colombia, Chile, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes, España, Francia, Italia, México, Omán, Panamá, Portugal, Qatar, República Checa, Rumanía y Túnez. en el ejercicio 2018, la compañía facturó 1.115 millones de euros y mantenía una cartera de negocio cercana a los 15.000 millones de euros.

En Colombia la empresa Aqualia inicio operaciones en el 2016, en la Ciudad de Bogotá, en sus instalaciones llamadas Aqualia Intech, en marzo de 2020 inicio a operar el acueducto de 12 Municipio de Córdoba con su actividad principal en Cerete y pata el mes de Abril de 2020 inicio actividades en la ciudad fronteriza con Venezuela de Villa del Rosario en Norte de Santander.

La planta de tratamiento del municipio de Villa del Rosario está ubicada en la calle 23 No 12-20 del Barrio Gran Colombia, fue construida en 1972. Es una planta tipo convencional con las siguientes unidades de tratamiento: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, funcionando las 24 horas. La actividad principal de la empresa es la captación, tratamiento y distribución de agua para la producción y el suministro del líquido esencial al municipio de Villa del Rosario.

### **Figura 3.**

*Fotografía de la empresa*



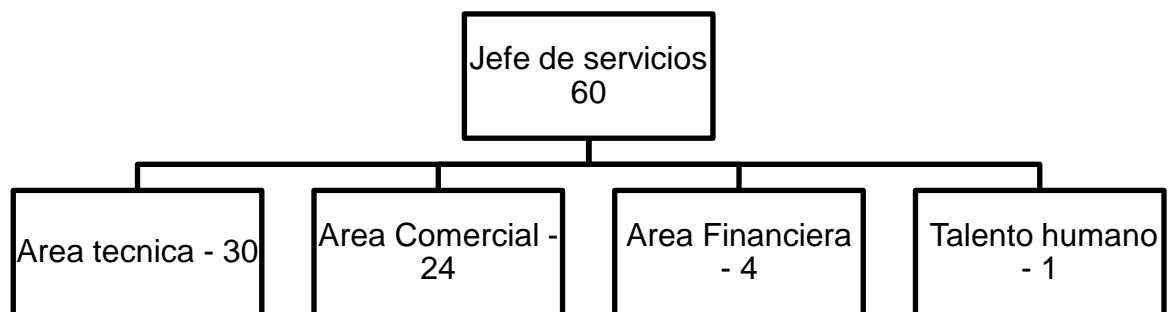
**Figura 4.**

*Logo de la empresa*



Así mismo, la empresa tiene como misión la creación de valor para la sociedad y para nuestros accionistas proporcionando la gestión y servicios necesarios para: diseñar, construir y explotar infraestructuras y servicios que contribuyan, de un modo eficiente, sostenible y seguro al bienestar de las personas.

La visión estratégica de la empresa, fundamentada así: Una compañía Única, Responsabilidad Social Corporativa, Las personas nuestro Único Valor, Innovación y cercanía con el cliente, Al servicio de la sociedad, Gestión ambiental Sostenible.

**Figura 5.***Organigrama de la empresa*

**Valores de la empresa**

- Compromiso
- Eficiencia
- Excelencia
- Respeto por el medio ambiente
- Cuidado de las personas
- Integridad
- Trabajo en equipo
- Innovación y empleo de la tecnología más adecuada

## Capítulo III. Diseño metodológico

### 3.1 Enfoque

La investigación adelantada de las medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario, tiene enfoque Mixto, a través del análisis de vulnerabilidad y evaluación a través del diamante de riesgos.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empírico y crítico se la investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo el estudio (Hernández Sampieri y Mendoza 2008).

<https://sites.google.com/site/metodologiadeinvestigaciontese/enfoques-mixtos>

### 3.2 Alcance

La investigación de las medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de cloro gaseoso en la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario, tiene un alcance descriptivo ya que buscan identificar los riesgos a que están expuestos los trabajadores y visitantes por la exposición al riesgo químico del gas Clorado en la empresa con el fin de establecer el plan de intervención para la mitigación del riesgo

La investigación descriptiva se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Para Mario Tamayo y Tamayo (1994) define la investigación científica

como “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos

### **3.3 Población y Muestra**

#### **3.3.1 Población**

Partiendo del punto que la presente investigación se va a realizar bajo el enfoque Mixto cuantitativo, es necesario precisar que se va a realizar una muestra para evidenciar si la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP. cuenta con las medidas de control de riesgos asociados a la exposición de Cloro Gaseoso al interior de la planta de tratamiento, se aplica el análisis de vulnerabilidad y evaluación a través del diamante de riesgos con el fin de identificar el riesgo que representa para los trabajadores y visitantes, frente la exposición Gas Clorado, en la empresa. La cual cuenta con una población de 60 empleados y una muestra de 6 empleados los cuales son: 1 jefe de Área, 1 Auxiliar de laboratorio y 4 Operadores de Planta

#### 3.3.2

#### Muestra.

No probabilístico intencionado, el muestreo probabilístico es el que se obtienen muestras sin que todos los individuos de la población tengan posibilidades iguales por ser elegidos, esto suele ser así porque están fuera de las posibilidades económicas y técnicas del estudio para acceder a una muestra probabilísticas. Y es intencionado por que se escogen como muestras los casos que, según la opinión de los investigadores, van a ser más representativos.

### **3.4 Recolección de información**

En la presente investigación, la información será recopilada a través de instrumentos tales como:

La observación: que consiste en observar a los trabajadores en su entorno laboral en su cotidianidad, es decir las actividades que habitualmente de manera natural realizan en cumplimiento de sus labores, lo que permitirá obtener resultados de manera confiable para realizar la matriz del análisis de vulnerabilidad y evaluación de a través del Diamante de Riesgos

### **3.5 Instrumentos**

Son los recursos que se van a realizar a fin de recolectar la información necesaria para dar desarrollo al planteamiento del problema, son sistemáticos y organizados, lo que brindara fiabilidad al proyecto investigativo.

Para tal fin se desarrollará el Análisis de vulnerabilidad y evaluación a través del Diamante de riegos.

El análisis de Vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica. El grado de vulnerabilidad que tiene una empresa frente a una amenaza específica está directamente relacionado con la organización interna que ésta tiene para prevenir o controlar aquellos factores que originan el peligro, al igual que su preparación para minimizar las consecuencias una vez sucedan los hechos. Algunas de las características de una organización que deben ser evaluadas para determinar la vulnerabilidad son:

- La ubicación de la organización.
- La facilidad de acceso a y evacuación de las instalaciones.
- Recursos externos para control de emergencias.
- Las características de las instalaciones.

- Las actividades que se desarrollan.
- Descripción de la ocupación. Número de personas que laboran, horarios, visitantes, etc.
- Recursos físicos con los cuales cuenta la empresa para la prevención y atención de emergencias.

La aplicación de la técnica de la observación, la cual consiste en realizar una verificación visual sobre el puesto de trabajo con el fin de realizar un registro en la lista de chequeo, este método permite registrar los hechos cuando están ocurriendo lo que permite realizar un registro con mayor espontaneidad y hace posible obtener la información con el fin de ser analizada.

### **3.6 Procedimiento**

Son las etapas secuenciales en las que se van a aplicar los instrumentos de recolección de la información. Para el caso, la observación se llevara a cabo en tres fechas las cuales se seleccionaran de manera aleatoria a fin de asistir a la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP, con el objetivo de analizar las posibles falencias en las que incurre el personal y la empresa en el desarrollo de sus actividades normales, esto quiere decir, que para ello no se va a informar al personal de la observación pues el objetivo es que la empresa siga su desarrollo y en la naturalidad establecer tales falencias.

El Análisis de vulnerabilidad y evaluación a través del Diamante de riesgos, la cual nos indicara cuáles son las características de los peligros y la forma correcta de evaluar el riesgo para así permitir que cualquiera de las personas que apoya o intervienen en la gestión de riesgos laborales pueda entender, interpretar y actualizar de forma correcta el diamante de Riesgos, con el fin de identificar las acciones de intervención necesarias para minimizar el riesgo.

### **3.7 Métodos para el análisis de datos**

Se quiere Dar a conocer el resultado del trabajo realizado de la empresa AQUALIA de la aplicación del método de la observación y el Análisis de vulnerabilidad y evaluación a través del Diamante de riegos a través de la evaluación medición de satisfacción y percepción de los empleados de la empresa.

Con la aplicación de los métodos seleccionados, se busca hacer un análisis a la vulnerabilidad y la evaluación del riesgo donde se pretende identificar los peligros y valorar los riesgos. Como herramienta utilizada en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la cual nos permite identificar y valorar los riesgos presentes en la organización y qué tanto potencial tienen de afectar a los trabajadores con el fin de plantear planes de intervención ante la empresa para minimizar los riesgos existentes.

### **3.8 Consideraciones Éticas**

La ética es una disciplina académica, el arte práctico de saber cómo aplicar principios morales en situaciones concretas; lo que se pide al investigador es una actitud mental con una consideración completa de las implicaciones de su investigación y la intención franca de evitar perjudicar a los elementos objeto de investigación, así como al resto de la sociedad, permitiendo preservar la dignidad humana en el contexto de la investigación.

Es por ello que la aplicación de las consideraciones éticas según las definidas por la Uniminuto son la excelencia, porque nos ajustamos a los procesos y estándares de las comunidades científicas, la armonía y respeto con el medio ambiente y la cultura dado que nuestras actividades se realizan pensando en la sostenibilidad desde el cuidado del medio ambiente como el respeto a la cultura, permitiendo preservar la dignidad humana y por el enfoque

regional y territorial, siendo nuestras actividades enfocadas a la solución de problemas a nivel regional y local desde una mirada interdisciplinaria e intersectorial.

El investigador debe visionar cual sería la afectación, por lo que resulta recomendable acudir a la asesoría externa sobre la ética al momento de preparar propuestas de proyectos de investigación.

Dado lo anterior es importante mencionar que para el desarrollo de un proyecto de investigación los soportes juegan un papel muy importante, como lo son la privacidad y protección de datos, en el cual se recogen datos personales y es un reto en proteger, siendo relevante procesar de manera eficiente y legal según su propósito y alcance; otro soporte es el de consentimiento informado para que se otorgue el libre consentimiento a participar, el cual contenga, datos como el nombre de promotor y del investigador del principal del proyecto, así como teléfonos de contacto para aclarar dudas, de igual manera la descripción de los fundamentos, objetivos, duración del estudio y procedimientos por realizar, así como la descripción de las medidas que se tomarán para asegurar la confidencialidad, declaración de que la participación en el estudio es voluntaria.

Hay que señalar que, según el principio de beneficencia, el sujeto de una investigación debe poder beneficiarse de la propia investigación en la que participa.

## Capítulo IV. Resultados y Discusión

### 4.1 Resultados frente al objetivo Analizar el plan de emergencias de la planta de tratamiento de la empresa Aqualia Villa del Rosario SAS ESP

Para analizar el plan de emergencia actual con el que cuenta la empresa Aqualia Vila del Rosario SA ESP, en preciso identificar que la organización ya ha realizado un análisis de la situación motivo de estudio, en el cual solo se referencia el peligro pero no se tiene un plan de intervención para la mitigación de los riesgos existentes para los trabajadores, y visitantes, ya que dicho plan anteriormente mencionado, solo contemplada la amenaza Tecnológica de clasificación Antrópicas no intencionales por tratarse de un gas, y en dicho plan de emergencia se clasifica la Fuga de Cloro Gaseoso como de alto riesgo, porque este documento determina que la Vulnerabilidad en 4; Efecto sobre las personas 4; efecto sobre el sistema 4; y una probabilidad de 64, ante estas detenciones la empresa la empresa no cuenta con un plan operativos Armonizados, no se han designado recursos para la mitigación del riesgo ni el plan de intervención que busque minimizar, tal situación se tienes analizada para intervenir con el uso de mascara 3M de filtro de referencia 6300, es de aclarar que el personal de la empresa ha recibido mínima capacitación para este la atención de esta fuga por parte del proveedor que suministra este insumos el cual cuenta con los equipos necesarios para tal fin, Las emergencias que se afrontan día a día son de carácter natural o antrópico y cada vez más devastadoras. Cuando se presenta una emergencia a nivel empresarial suele detener la producción, dañar maquinaria y equipos, perjudicar física y psicológicamente a las personas y entorpecer las labores normales de la empresa, esto también implica afectar desde leve a drásticamente al área de influencia directa de la empresa, comunidad, los recursos naturales lo cual muchas veces no es tenido en cuenta; es por esto que la gestión y

conocimiento del presente Plan de Emergencia y Contingencia, amerita de un compromiso tan importante, como cualquier otro frente de acción en la empresa. Es por ello, que dentro del óptimo manejo de emergencias y contingencias ambientales y de seguridad y salud ocupacional dentro de la empresa acorde a los riesgos identificados.

El aprendizaje, la interpretación y la puesta en marcha de cada una de las recomendaciones, indicaciones y responsabilidades logrará que los efectos negativos en los en el recurso humano, recursos naturales, desencadenados de la emergencia o contingencia, sean cada vez menos graves. El Plan de Contingencia de la empresa Aqualia, tiene como objetivo fortalecer la capacidad de respuesta de los sistemas de acueducto y alcantarillado, ante la ocurrencia sequias, inundaciones, derrames de petróleo, deslizamientos, cortes de energía eléctrica y eventos que afectan el servicio tanto de acueducto como de alcantarillado, enmarcado en los requerimientos de la Resolución No. 154 de 2014 “Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los planes de emergencia y contingencia para el manejo de desastres y emergencia asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones”. Las acciones descritas en este plan están orientadas a disminuir el impacto en la afectación del servicio, garantizando en la medida de lo posible el abastecimiento de agua potable y la normal evacuación de las aguas residuales en el casco urbano del Municipio de Villa del Rosario.

Con este estudio lo que se pretende alcanzar, es dar los lineamientos necesarios para la mitigación e intervención que se puede realizar de manera adecuada y reduciendo el impacto de los efectos del gas con el fin de proteger la integridad del trabajador en la intervención que se requiere para la fuga de gas clorado, con el fin de brindar el aporte a la organización y solicitar que este documento sea empleado para actualizar el plan de emergencia existente para que el

trabajador dentro de los lineamientos se desempeñe dentro en un ambiente de trabajo que le brinde seguridad al operador de planta de turno ante dicha intervención, para tal fin también es necesario que se establezcan las capacitaciones necesarias y adecuadas que se deben impartir al personal del área correspondiente, el suministro de los elementos de protección adecuados y un procedimiento establecido para tal fin, sin dejar de lado el personal administrado y visitantes para correcta evacuación acompañados del personal de Brigadas de emergencia y Primeros Auxilios.

#### **4.2 Resultados frente al Realizar análisis de vulnerabilidad de la amenaza tecnológica de fuga de cloro en la planta de tratamiento**

Para la realización del análisis de la vulnerabilidad se contó con permiso de la empresa Aqualia Villa del Rosario en cabeza del Jefe de servicios, para realizar los recorridos pertinentes en el puesto de trabajo de los Operadores de Planta, quienes son los encargados de la manipulación del Cloro Gaseoso con el fin de aplicar los métodos seleccionados para la recolección de información de manera amplia, clara y de fuente primaria para la aplicación de su respectivo análisis.

Figura 6.

Plan de Emergencias.

PLAN DE EMERGENCIAS	
<b>AQUALIA VILLA DEL ROSARIO S.A.S..E.S.P</b>	
Fecha de elaboración	OCTUBRE DE 2022
Responsables	IVAN BAUTISTA
Dirección de la Empresa	CALLE 23 No 12-20 barrio gran coombia
Actividad económica de la empresa	Captacion, Depuracion y Distribucion de Agua
De cuántas plantas es la sede	2
Cuántas áreas de trabajo identifica	
Número de trabajadores	60
Aplica a ÚNICA SEDE	
VALORACION E IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS	
ESCALA (amenazas)	
<b>POSIBLE</b>	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá. Se le asigna el color <b>VERDE</b> .
<b>PROBABLE</b>	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos y científicos para creer que sucederá. Se le asigna el color <b>AMARILLO</b> .
<b>INMINENTE</b>	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir. Se le asigna el color <b>ROJO</b> .
CALIFICACION DE VULNERABILIDAD	
SI (1.0)	Se cuenta con suficientes elementos
PARCIAL (0.5)	Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de adquisición.
NO (0.0)	Cuando no se cuenta con los recursos
INTERPRETACION (consolidado)	
<b>2.1 - 3.0</b>	<b>BAJA</b>
<b>1.1 - 2.0</b>	<b>MEDIA</b>
<b>0.0 - 1.0</b>	<b>ALTA</b>

Figura 7.

## Formato de Identificación de Amenazas

FORMATO IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS							
Nombre de Empresa: AQUALIA VILLA DEL ROSARIO S.A.S. E.S.P							
DESCRIPCIÓN DE LAS AMENAZAS							
ORIGEN	TIPO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZA		DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA (ANTECEDENTES - CAUSAS O FUENTES DE RIESGO)	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA		
		INTERNA	EXTERNA				
TECNOLOGICOS (Antrópicos no intencionales)	Fuga gas clorado	x		Para el proceso de potabilización del agua se utiliza el cloro gaseoso, este es almacenado en la planta en una cantidad de 2 a 3 tn mensuales. La exposición a este químico es de muy alta toxicidad, también existe peligro de explosión e incendio	PPROBABLE		
						ESCALA	
						POSIBLE	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá. Se le asigna el color VERDE.
						PROBABLE	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos y científicos para creer que sucederá. Se le asigna el color AMARILLO.
INMINENTE	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir. Se le asigna el color ROJO.						

La calificación de probable se establece de acuerdo a los antecedentes de ocurrencia en ámbitos nacionales como internacionales, la ocurrencia de ese suceso con anterioridad en sitios de manipulación de cilindros de gas Clorado, la posibilidad de ocurrencia por ser parte de las actividades que realiza la empresa al manipular este material, y los antecedentes que se han presentado en otras plantas de tratamiento, piscinas y demás lugares donde se utiliza este químico para la desinfección del agua.

A continuación, se realizará el análisis de la vulnerabilidad de la empresa frente a esta amenaza clasificada en personas, recursos, sistemas y procesos.

Figura 8.

## Vulnerabilidad en las personas

VULNERABILIDAD EN LAS PERSONAS		
PUNTO VULNERABLE A CALIFICAR EN LAS PERSONAS	CALIFICACION	OBSERVACIONES
SI (1.0), PARCIAL (0.5), NO (0.0)		
<b>1. GESTIÓN ORGANIZACIÓN</b>		
¿Existe una política general en Gestión del Riesgo donde se indican lineamientos de emergencias?	0,5	
¿Existe un esquema organizacional para la respuesta a emergencias con funciones y responsables asignados (Brigadas, Sistema Comando de Incidentes – SCI, entre otros) y se mantiene actualizado?	0	
¿Promueve activamente la participación de sus trabajadores en un programa de preparación para emergencias?	0,5	
¿La estructura organizacional para la respuesta a emergencias garantiza la respuesta a los eventos que se puedan presentar tanto en los horarios laborales como en los no laborales?	0	
¿Han establecido mecanismos de interacción con su entorno que faciliten dar respuesta apropiada a los eventos que se puedan presentar? (Comités de Ayuda Mutua –CAM, Mapa Comunitario de Riesgos, Sistemas de Alerta Temprana – SAT, etc.)	0	
¿Existen instrumentos para hacer inspecciones a las áreas para la identificación de condiciones inseguras que puedan generar emergencias?	0	
¿Existe y se mantiene actualizado todos los componentes del Plan de Emergencias y Contingencias?	0,5	
<b>TOTAL GESTIÓN ORGANIZACIÓN</b>	<b>0,214</b>	
<b>2. CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO</b>		
¿Se cuenta con un programa de capacitación en prevención y respuesta a emergencias?	0	
¿Todos los miembros de la organización se han capacitado de acuerdo al programa de capacitación en prevención y respuesta a emergencias?	0,5	
¿Se cuenta con un programa de entrenamiento en respuesta a emergencias para todos los miembros de la organización?	0,5	
¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias?	0	
<b>TOTAL CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO</b>	<b>0,250</b>	
<b>3. CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD</b>		
¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales (menores de edad, adultos mayores, personas con discapacidad física)?	1	
¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	0	
¿Se cuenta con elementos de protección suficientes y adecuados para el personal de la organización en sus actividades de rutina?	0	
¿Se cuenta con elementos de protección personal para la respuesta a emergencias, de acuerdo con las amenazas identificadas y las necesidades de su Organización?	0	
¿Se cuenta con un esquema de seguridad física?	0	
<b>TOTAL CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD</b>	<b>0,2</b>	
<b>TOTAL VULNERABILIDAD EN LAS PERSONAS</b>	<b>0,664</b>	
<b>CALIFICACION DE VULNERABILIDAD</b>		
SI (1.0)	Se cuenta con suficientes elementos	
PARCIAL (0.5)	Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de adquisición.	
NO (0.0)	Cuando no se cuenta con los recursos	

En cuanto a la Vulnerabilidad de las personas se puede decir que aunque la empresa ha realizado capacitación para promover la participación de los trabajadores dictada por el proveedor, para la Medidas de Mitigación e Intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de gas cloro gaseoso de la empresa Aqualia Villa del Rosario S.A.S E.S.P, con los elemento de protección personal de la empresa Provedora del Químico, no se cuenta con un sistema estructurado para la atención de dicha fuga, es decir no se cuenta con personal capacitado, ni los mecanismos de difusión de la empresa , además de no contar con la interacción institucional que facilite la respuesta, por consiguiente no se tiene actualizados los planes de respuesta ante esta situación con el fin de mitigar el riesgo que se pueda presentar para la atención y mitigación de la fuga de Gas Cloro, como positivo ante dicha situación es que la empresa, está en proceso de implementación de una plataforma documental denominada SEYSES, la cual permite conocer en tiempo real las personas que se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa ante un eventual caso.

Figura 9.

## Vulnerabilidad de los Recursos

VULNERABILIDAD EN LOS RECURSOS		
PUNTO VULNERABLE A CALIFICAR	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
EN LOS RECURSOS	SI (1.0), PARCIAL (0.5), NO (0.0)	
<b>1. SUMINISTROS</b>		
¿Se cuenta con implementos básicos para la respuesta de acuerdo con la amenaza identificada?	0	
¿Se cuenta con implementos básicos para la atención de heridos, tales como: camillas, botiquines, guantes, entre otros, de acuerdo con las necesidades de su Organización?	1	
<b>TOTAL SUMINISTROS</b>	0,5	
<b>2. EDIFICACIONES</b>		
¿El tipo de construcción es sismoresistente o cuenta con un refuerzo estructural?	0	
¿Existen puertas y muros cortafuego, puertas antipánico, entre otras características de seguridad?	0	
¿Las escaleras de emergencia se encuentran en buen estado, poseen doble pasamanos, señalización, antideslizantes, entre otras características de seguridad?	0,5	
¿Están definidas las rutas de evacuación y salidas de emergencia, debidamente señalizadas y con iluminación alterna?	0,5	
¿Se tienen identificados espacios para la ubicación de instalaciones de emergencias (puntos de encuentro, puestos de mando, Módulos de estabilización de heridos, entre otros)?	1	
¿Las ventanas cuentan con película de seguridad?	0	
¿Se tienen asegurados o anclados enseres, gabinetes u objetos que puedan caer?	0	
<b>TOTAL EDIFICACIONES</b>	0,285714286	
<b>3. EQUIPOS</b>		
¿Se cuenta con sistemas de detección y/o monitoreo de la amenaza identificada?	0	
¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de emergencia?	0	
¿Se cuenta con sistemas de control o mitigación de la amenaza identificada?	0	
¿Se cuenta con un sistema de comunicaciones internas para la respuesta a emergencias?	0,5	
¿Se cuenta con medios de transporte para el apoyo logístico en una emergencia?	0	
¿Se cuenta con programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de emergencia?	0	
<b>TOTAL EQUIPOS</b>	0,083333333	
<b>TOTAL VULNERABILIDAD EN LOS RECURSOS</b>	<b>0,869047619</b>	
<b>CALIFICACION DE VULNERABILIDAD</b>		
SI (1.0)	Se cuenta con suficientes elementos	
PARCIAL (0.5)	Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de adquisición.	
NO (0.0)	Cuando no se cuenta con los recursos	

En cuanto a la Vulnerabilidad de los Recursos se puede decir que aunque la empresa ha realizado la adquisición de mascarillas 3M de filtros de referencia 6300, no cuenta con los implementos básicos para la respuesta de la atención de la amenaza identificada, así como no se cuenta con un sistema de detección de amenaza , además de no poseer un sistema de alarma ni de mitigación y control de la amenaza, tampoco se tiene un plan de mantenimiento para estos equipos, situación que se han llevado al sistema de participación de los trabajadores como lo es el Copasst, con el fin de buscar alternativas de solución entre los trabajadores y los empleados para minimizar el riesgo existe y con el fin de buscar alternativas que brinden respuestas segura y confiable para los trabajadores y visitantes ante el eventual caso de la fuga de Gas Clorado.

**Figura 10.***Vulnerabilidad en los Sistemas y Procesos*

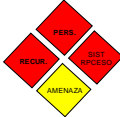
<b>VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS Y PROCESOS</b>		
<b>PUNTO VULNERABLE A CALIFICAR</b>	<b>CALIFICACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>EN LOS SISTEMAS Y PROCESOS</b>	<b>SI (1.0), PARCIAL (0.5), NO (0.0)</b>	
<b>1. SERVICIOS PÚBLICOS</b>		
¿Se cuenta suministro de energía permanente?	0,0	
¿Se cuenta suministro de agua permanente?	0,5	
¿Se cuenta con un programa de gestión de residuos?	0,5	
¿Se cuenta con servicio de comunicaciones internas?	0,0	
<b>TOTAL SERVICIOS PUBLICOS</b>	<b>0,25</b>	
<b>2. SISTEMAS ALTERNOS</b>		
¿Se cuenta con sistemas redundantes para el suministro de agua (tanque de reserva de agua, pozos subterráneos, carrotanque, entre otros)?	0,5	
¿Se cuenta con sistemas redundantes para el suministro de energía (plantas eléctricas, acumuladores, paneles solares, entre otros)?	0,0	
¿Se cuenta con hidrantes internos y/o externos?	0,5	
<b>TOTAL SISTEMAS ALTERNOS</b>	<b>0,333333333</b>	
<b>3. RECUPERACIÓN</b>		
Se tienen identificados los procesos vitales para el funcionamiento de su organización?	0,0	
Se cuenta con un plan de continuidad del negocio?	0,0	
¿Se cuenta con algún sistema de seguros para los integrantes de la organización?	1,0	
¿Se tienen aseguradas las edificaciones y los bienes en general para cada amenaza identificada?	1,0	
¿Se encuentra asegurada la información digital y análoga de la organización?	0,0	
<b>TOTAL RECUPERACIÓN</b>	<b>0,4</b>	
<b>TOTAL VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS O PROCESOS</b>	<b>0,983</b>	
<b>CALIFICACION DE VULNERABILIDAD</b>		
SI (1.0)	Se cuenta con suficientes elementos	
PARCIAL (0.5)	Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de adquisición.	
NO (0.0)	Cuando no se cuenta con los recursos	

La vulnerabilidad de los sistemas y procesos acorde a la mitigación del riesgo de la fuga de Cloro gaseoso, cuando no cuenta con sistemas de suministro de Agua ante el hecho presentarse la fuga ya que de ser así la planta se debe evacuar y el personal de producción pasaría a enfocar su actividad en un 100% en la fuga y no se tendría controlado el suministro de agua al municipio ni a la planta, y los hidrantes internos que se tienen si solo funcionarían si se tiene luego el tanque de cemento que le daría peso al agua para poder funcionar, ya que al momento de un corte eléctrico pasa de un sistema de aplicación de químicos eléctrico a manual por gravedad lo cual no se cuenta con plantas eléctricas para el funcionamiento de la producción de la empresa.

**Figura 11.**

*Valoración Amenazas*

		PUNTAJE		VALORACION		PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD CALIFIQUE ASI:										
		1,0	Se cuenta con suficientes elementos		2.1 - 3.0	BAJO										
		0,5	Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de consecución		1.1 - 2.0	MEDIO										
		0,0	Cuando se carece completamente o no se cuenta con recursos		0 - 1.0	ALTO										
TIPO DE AMENAZA	COLOR	EN PERSONAS				EN RECURSOS				EN SISTEMAS Y PROCESOS						
		ORGANIZACION	CAPACITACION	CONDICIONES DE SEGURIDAD	INTERPRETACION	SUMINISTROS	EDIFICACION	EQUIPOS	INTERP	SERVICIOS PUBLICOS	SISTEMAS ALTERNOS	RECUPERACION	INTERPRETACION			
TECNOLOGICOS (Antrópicas no intencionales)																
TECNOLOGICOS (FUGA DE GAS CLORADO)		0,2142857	0,25	0,2	0,66429	ALTO	0,5	0,2857	0,0833	0,869	ALTO	0,25	0,333333	0,4	0,983333	ALTO

PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD CALIFIQUE ASI:					PARA ANALISIS DE AMENAZAS: (del listado escoja las que identifica en su empresa y califique de la siguiente manera:)		
2.1 - 3.0	BAJO				Possible	Nunca ha sucedido pero no se descarta	
1.1 - 2.0	MEDIO				Probable	Ya ocurrido en un lugar o condición similar	
0 - 1.0	ALTO				Inminente	Evento con información que lo hace evidente y detectable	
EN SISTEMAS Y PROCESOS					NIVEL DE RIESGO		
SERVICIOS PUBLICOS	SISTEMAS ALTERNOS	RECUPERACION	CALF	INTERPRETACION	ANTECEDENTES - CAUSAS O FUENTES DE RIESGO		
					ROMBO	INTERPRETACION	
0,5	0,333333	0,1	0,933333	ALTO	<p>Para el proceso de potabilizacion del agua se utiliza el cloro gaseoso, este es almacenado en la planta en una cantidad de 2 a 3 tn mensuales. La exposicion a este quimico es de muy alta toxicidad, tambien existe peligro de explosion e incendio</p> 	<p>Del 75 al 100% de los valores que representan la vulnerabilidad y amenaza, están en su punto máximo para que los efectos de un evento representen un cambio significativo en la comunidad, la economía, la infraestructura y el medio ambiente.</p>	

<b>ALTO</b>	<b>3 A 4 ROMBOS EN ROJO</b>	Del 75 al 100% de los valores que representan la vulnerabilidad y amenaza, están en su punto máximo para que los efectos de un evento representen un cambio significativo en la comunidad, la economía, la infraestructura y el medio ambiente.
<b>MEDIO</b>	<b>1 A 2 ROMBOS ROJOS, 3 A 4 AMARILLOS</b>	Del 50 al 74% de los valores que representan la vulnerabilidad son altos o la amenaza es alta. También es posible que 3 de todos los componentes son calificados como medios, por lo tanto las consecuencias y efectos sociales, económicos y del medio ambiente pueden ser de magnitud, pero se esperan sean inferiores a los ocasionados por el riesgo alto.
<b>BAJO</b>	<b>0 ROJOS, 1 A 2 ROMBOS AMARILLOS, TODOS VERDES O RESTANTES VERDES</b>	Del 25 al 49% de los valores calificados en la vulnerabilidad y la amenaza representan valores intermedios, o que del 70 al 100% de la vulnerabilidad y la amenaza están controlados. En este caso se espera que los efectos sociales, económicos y del medio ambiente representen pérdidas menores.

Una vez realizado el análisis de la vulnerabilidad en cada uno de los factores, se puede concluir que la vulnerabilidad frente a una fuga de cloro gaseoso es alta con un 75% al 100% logrando producir cambios significativos en la empresa, comunidad, economía y medio ambiente en caso de presentarse una emergencia como resultado de la amenaza valorada.

Los factores de las personas, los recursos y el sistema y procesos cuenta con una valoración alta, la cual se marca en color Rojo, lo cual nos da como resultado tener tres Rombos de color Rojo y Un Rombo en color amarillo, que según el cuadro de interpretación da como resultado del

análisis entre el 75 % y el 100% de vulnerabilidad de amenaza frente a los diversos factores que se analizan, lo cual da la relevancia necesaria a este estudio ya que este método permite conocer la valoración y comprobación de las amenazas existen a las cuales están expuestas los diversos factores que se tuvieron en cuenta dentro de la estructura organización de la empresa, por tal motivo con este estudio uno vez identificado estos resultado lo que se quiere es reducir los posibles impactos que puede provocar una fuga de gas Cloro sobre los trabajadores a través de una adecuada acción de intervención y mitigación del riesgo anteriormente analizado.

#### **4.3 Resultados frente al Determinar los recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos para responder ante una fuga de cloro en la planta de tratamiento**

Con el fin de contrarrestar los efectos que puede causar dicha amenaza en la empresa, fue necesario identificar los recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos necesarios, que se relacionan a continuación:

**Tabla 4.**

##### *Recursos Físicos*

<b>RECURSOS FISICOS</b>			
<b>ELEMENTOS DE MITIGACION E INTERVENCION</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>	<b>REPONSA- BLE</b>
Equipo de Emergencia Cí- lindrico KIT B	Equipo de emergencia aceptado por el Instituto americano de cloro para contenedores de cloro de una (1) tonelada, Ref.: C-376B, de fabricación americana. Este Kit "B" incluye dispositivos y herramientas para controlar y contener fugas en las válvulas tapones	\$30.600.000	AREA PRO- DUCCION Y JEFE DE SER- VICIO

fusibles y en las paredes del contenedor de cloro. Todas las partes están bien etiquetadas con un número correspondiente; son suministrados dentro de una caja resistente a la corrosión fabricada en polipropileno.

Incluye:

- Dispositivo #14: para contener fugas en los tapones fusibles del contenedor.
- Dispositivo #12: para contener fugas en las válvulas del contenedor Kit de emergencia para cilindros de tonelada
- Dispositivo #9: para sellar fugas en las paredes del contenedor
- Herramientas y accesorios incluye una variedad de herramientas de mano, sellos de inspección y sellos de dispositivos
- Tamaño: 45x47x91 cm (18"x18.5"x36")
- Peso: 68 kg (150 lb)

Vestido Protector Z5H5520R	Vestido completo para manejo de cloro gaseoso nivel A, de fabricación americana, fabricado en PVC tipo encapsulado para utilizar con equipo de aire autocontenido (No incluido).	\$15.255.000	AREA PRODUCCION Y JEFE DE SERVICIO
Manga Veleta Descripción 49	Manga veleta con mástil línea industrial long. 2,5 metros altura incluye tela estándar ø base 0,45 x ø boca 0,24 x longitud 2,00 metros. Mástil fabricado en tubería de acero galvanizado con conexiones ros-cadas y accesorios en acero al carbono. Acabado en pintura electrostática,	\$2.760.000	AREA PRODUCCION Y JEFE DE SERVICIO

	color naranja. Canastilla fabricada en aluminio que hace de este un equipo liviano y sensible a los cambios de viento, alcanzando un giro total de 360° sobre su eje. Provista de rodamiento sellado. Se acopla al mástil a través de unión roscada en aluminio.		
Ducha de descontaminación y Lavaojos descripción 50	Ducha combinada cascaide marca encon - 20 gpm platones en abs para la ducha y la fuente lava ojos. tuberia de 1" sch - 40 certificada ansi 358,1 /2009. Tubo en acero galvanizado	\$4.960.000	AREA PRODUCCION Y JEFE DE SERVICIO
Piscina de Descontaminado de tres secciones y pared de 2 metros de altura	Piscina utilizada para la descontaminación de los epp y el personal utilizado para controlar la fuga de Gas Clorado.	\$5.000.000	AREA PRODUCCION Y JEFE DE SERVICIO
Traje Autocontenido con mascarara	El equipo de respiración autónomo, más cómodo, optimizado, equilibrado, configurable y adaptable que hayamos creado. El equipo de respiración autónomo G1 de MSA es el único del mercado que ofrece personalización del arnés para garantizar una comodidad, un equilibrio y un calce mejorados.	\$16.279.000	AREA PRODUCCION Y JEFE DE SERVICIO
Sistema de cortina de Agua y adaptación del encerramiento y disposición final	Tubeira de pvc, acoplada en la parte alta de las paredes del lugar de almacenamiento de gas clorado, surtida con el agua de la planta de tratamiento que se activara en el momento de la fuga de gas clorado, con el fin de convertirlo en ácido Clorhídrico.	\$10.650.000	AREA TECNICA Y JEFE DE SERVICIO
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
1 capacitador	Capacitador para el manejo adecuado del Equipo de Emergencia Cilíndrico KIT B, traje autocontenido y ducha para manejo de fuga de gas clorado.	\$1.000.000	AREA DE TALENTO HUMANO
4 Operador de Planta	Los operadores de planta son el personal que se capacitaría para la imple-	\$4.000.000	AREA DE TALENTO HUMANO

	mentación de las medidas de mitigación e intervención de fuga de Gas Clorado.		
1 Coordinadora de Producción, calidad y Tratamiento	La Coordinadora de producción, calidad y tratamiento es la persona encargada del proceso del laboratorio, de quien depende el proceso que se desarrolla en esta área.	\$1.000.000	AREA DE TALENTO HUMANO
1 Jefe Área Técnica	Es el Jefe del Área Técnica, que quien depende el sistema de producción de la empresa.	\$1.000.000	AREA DE TALENTO HUMANO
Brigada de Fuga gas clorado	Compuesta por los Operadores de planta, Encargado de Producción y área Técnica	\$1.000.000	AREA DE TALENTO HUMANO
<b>RECURSOS TECNOLOGICOS</b>			
Detector de cloro gas HYDRO GA-171-1	Detector de gas Cl <sub>2</sub> (Gas Cloro) digital, marca HYDRO INSTRUMENTS modelo GA-171-1, de fabricación americana. La capacidad de detección entre 0 y 10 ppm (partes por millón) de cloro en el aire, con señales visuales y audibles de aviso y peligro en el tablero central. El sensor es de tipo de difusión de gas electroquímico de respuesta rápida en escapes de cloro. El equipo incluye: * Tablero central de control y señalización. * Un (1) sensor para montaje remoto con un cable de 25 pies (7.6 m.) de longitud. * Una (1) baliza para señal luminosa. * Una (1) sirena para señal auditiva * Cable de alimentación AC. Características Técnicas: * Sensor remoto para cloro gaseoso Cl <sub>2</sub> . Rango: 0-10 ppm. Resolución: 0.1 ppm	\$14.850.000	AREA DE TALENTO HUMANO

- 
- \* Tiempo de duración del sensor: entre 18 y 24 meses.
  - \* Rango de temperatura: 0 a 50°C.
  - \* Alarmas visuales tipo LED
  - \* Alimentación eléctrica: 120 ó 240VAC 50/60Hz.
  - \* Consumo eléctrico: máximo 20 W.
  - \* Señal de salida: 4-20 mA
  - \* Pantalla tipo LCD, de dos líneas, 20 caracteres y retroiluminada, la cual muestra la concentración en partes por millón.
  - \* Un (1) contacto relé para todas las alarmas.
  - \* Encerramiento NEMA 4X.
- 

<b>TOTAL</b>	<b>108.354.000</b>
--------------	--------------------

---

Tabla de elementos, descripción valor y responsable. Propiedad de Ivan Bautista

El éxito de una operación de atención de eventos mayores depende de las acciones de respuesta previstas y desarrolladas en alternativas de mitigación e intervención. De esta manera, para lograr

#### **4.4 Resultados frente al objetivo Proponer medidas de mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de Cloro Gaseoso**

Las medidas propuestas son un plan de capacitaciones orientadas a la mitigación de los efectos posibles que se pueden presentar por esta amenaza y un plan operativo normalizado.

##### Plan de capacitación

Los resultados esperados a través de las acciones previstas en el plan durante la ocurrencia de situaciones de emergencia, es necesario divulgarlo debidamente, dentro de la organización, e integrarlo a otros planes locales y regionales, así como a otras entidades que deberán actuar

conjuntamente en la respuesta a los accidentes. Además de la debida divulgación, la implementación del plan está relacionada con la disponibilidad de los recursos humanos, además de los materiales necesarios y compatibles con la gravedad de los posibles eventos que se atenderán. El plan también debe considerar la implementación y mantenimiento de un programa de capacitación en diferentes niveles de dificultad, incluidos:

- Capacitación teórica.
- Capacitación individual.
- Ejercicios en campo.
- Operaciones simuladas de coordinación.

Después de la etapa de implementación, del plan de mitigación e intervención se debe actualizar y revisar periódicamente, con base en la experiencia adquirida a lo largo del tiempo, tanto durante las ocurrencias reales como durante la capacitación y los simulacros. El mantenimiento del plan debe contemplar las siguientes actividades:

- Sistema de actualización de la información.
- Registro de los casos atendidos.
- Reevaluación periódica de los procedimientos.
- Reemplazo y renovación de recursos.

Para el plan operativo normalizado

A continuación, se indican las acciones paso a paso a realizar con las respectivas descripciones.

Cabe resaltar que para el éxito de la implementación de la medida propuesta es necesario contar con los recursos definidos en el resultado anterior.

**Tabla 5.***Descripción Control de Fuga*

Control de fuga	Descripción
Activación de la alarma	El operador de planta da inicio al protocolo de mitigación de emergencia. La alarma emitirá el sonido una vez se active de manera automática, hasta que se desactivada por el personal de la brigada de fugas según criterio.
Activación de los protocolos, brigada de Fuga de Cloro Gaseoso	Activa los protocolos, el operador de planta y un brigadista se disponen a colocarse el traje autocontenido y el vestido de control de fuga tipo A (Una vez se coloque el vestido y el traje autocontenido asegúrese que el que sistema de oxígeno cuente con la presión ideal para su correcto uso y que el aire está fluyendo según indicaciones de capacitación)
Verificación de canecas de Recolección	El operador de planta verifica que las canecas de recolección estén en el lugar adecuado para tal fin.
Abrir Llave paso Cortina de Agua	El operador de planta abre la llave de paso de suministro para activar la cortina de Agua, el brigadista realiza la apertura de la llave de agua, la cual fluye por la tubería de PVC, con el fin de crear una cortina de agua que permita al gas clorado convertirse en ácido clorhídrico el cual se conducirá a unas canecas que se encuentra en una piscina de 40 centímetros aproximadamente en un área de 3 metros por 3 metros.
Dar Aviso a las Brigadas	Dar aviso a la brigada de Evacuación, primeros auxilios y la brigada de fuga de gas clorado, después el Brigadista de gas clorado regresa al lugar de la fuga después de
Ingrese al área utilizando los EPP adecuados (Vestido y traje autónomo autocontenido)	Acérquese con cuidado al área de afectación de la fuga, el otro brigadista estará ubicado en la parte externa, monitoreando los niveles de Cloro, la medición de la dirección del viento con el fin de anteponerse a los cambios que se puedan presentar durante la fuga.
Identifique la fuente del derrame y verifique que el producto químico causante del evento. (Identifique el punto exacto de la fuga)	Una vez identificada la fuga defina los pasos a seguir de acuerdo a la capacitación para la Utilización del Equipo de Emergencia Cilíndrico KIT B y aplique los pasos necesarios para el tipo de situación presentada.

---

<p>Controle el derrame o la fuga</p>	<p>utilice los kits de emergencia. De acuerdo a la necesidad de la fuga que se está prestando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fuga por empaquetadura de vastado           <ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que el vástago esté cerrado.</li> <li>Apretar tuerca de la prensa estopa.</li> </ul> </li> <li>✓ Fuga a través del asiento de válvula (No cierra completamente):           <ul style="list-style-type: none"> <li>Si se está desconectando en un proceso, reconectar y abrir suavemente y cerrar el vástago para retirar impurezas del asiento, luego desconectar y colocar la tapa de válvula con empaquetadura.</li> <li>Si el cilindro está desconectado, poner la tapa de válvula con empaquetadura y apretar.</li> </ul> </li> <li>✓ Fuga por rosca de la válvula:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Apretar lentamente la válvula en el cilindro con presión pareja</li> </ul> </li> <li>✓ Fuga por la estructura del vástago:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar la cuña A-3 a presión en el cuerpo de la válvula.</li> </ul> </li> <li>✓ Fuga por Válvula quebrada: Colocar la cuña A-3 a presión en el resto del cuerpo de la válvula</li> <li>✓ Fuga por válvula reventada: Colocar la cuña A-4 a presión en el orificio del cilindro y colocar el DISPOSITIVO 1</li> <li>✓ Fuga de la rosca del Tapón Fusible:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Apretar lentamente el tapón fusible, usando una presión pareja.</li> </ul> </li> </ul>
--------------------------------------	--

---

Evacuación del Personal, Brigada de Evacuación

Observa la dirección de la manga veleta y direcciona al personal en sentido contrario de la dirección del viento y verificar que ningún contratista, empleado, visitante, usuario o personal de la empresa Interventora Eicviro sea evacuado, a excepción del personal de las brigadas de fuga y personal de seguridad con la medidas necesarias (trajes Taybet y Mascaras 3m) en la evacuación se dará prioridad a las mujeres embarazadas, personal de

---

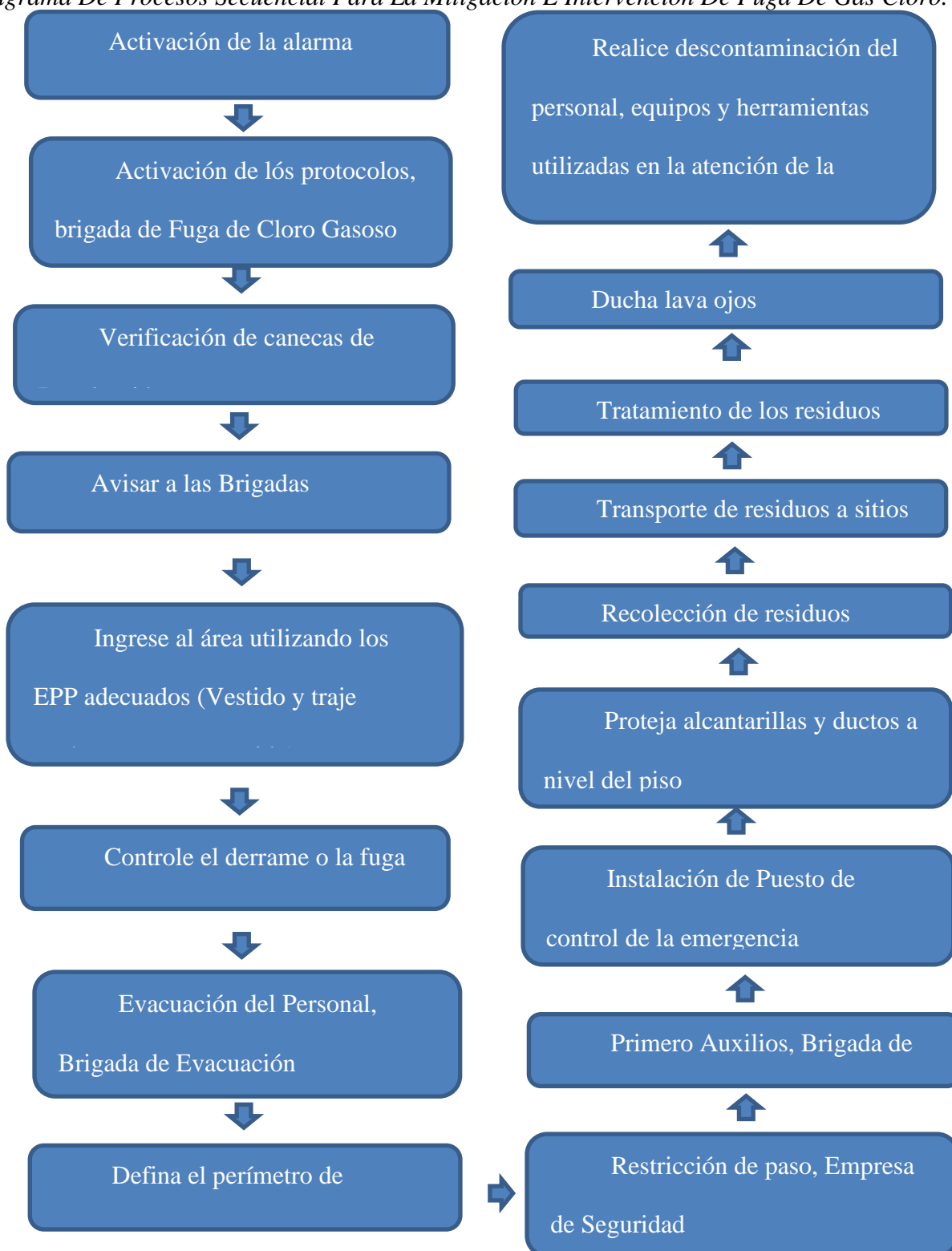
	<p>tercera edad y personas con condiciones particulares (discapacidad), La brigada de emergencia verifica con la empresa de Seguridad versus el control de acceso (SEYSES) que no quede ningún personal ajeno a la fuga dentro de las instalaciones de la empresa.</p> <p>Avisar a los bomberos y estación de policía del municipio.</p> <p>Posteriormente evacuará el área, dejando un delegado como representación de la brigada a una distancia prudente en el puesto de control de la emergencia.</p>
<p>Defina el perímetro de seguridad</p>	<p>La brigada de evacuación apoyará la brigada de fugas de Gas Cloro aislando todo el perímetro de la empresa, en cuanto a los trabajadores, visitantes, contratista, proveedores y usuarios que se encuentren dentro de la empresa al momento de presentarse la fuga de gas Cloro.</p>
<p>Restricción de paso, Empresa de Seguridad</p>	<p>La empresa de seguridad verificará con la brigada de evacuación que todo el personal ajeno a la fuga ha salido del área afectada por lo cual restringirá el paso a visitantes, proveedores, contratista y demás personal ajeno mientras se controle y mitigue la fuga de Gas Cloro y permitirá el acceso de Ambulancias, Bomberos y miembros de las demás entidades que acudan en respuesta ante el siniestro.</p>
<p>Primero Auxilios, Brigada de Primeros auxilios</p>	<p>Brindará los primeros auxilios y realizará la evacuación del área afectada al personal de la empresa, avisará a la red hospitalaria del municipio y remitirá al personal que así lo amerite al centro asistencial más cercano. Posteriormente evacuará el área dejando un delegado como representación de la brigada a una distancia prudente en el puesto de control de la emergencia.</p>
<p>Instalación de Puesto de control de la emergencia</p>	<p>Un directivo de la empresa establecerá un puesto de control con la empresa de vigilancia, el representante de la brigada de evacuación, el representante de la brigada de primeros Auxilios, el representante de la fuga de gas Cloro y los representantes de las entidades de emergencia que acudieron a la respuesta ante el siniestro.</p>

Proteja alcantarillas y ductos a nivel del piso	El personal de apoyo de la brigada de fugas se colora los epp, como mascararas 3m con filtro de referencia 6000, botas de PVC y trajes Taybe para el manejo de las canecas donde se recopila el ácido clorhídrico resultante de la fuga.
Recolección de residuos	recoger los residuos líquidos en recipientes de PVC, polipropileno o polietileno. no almacenar en contenedores metálicos
Transporte de residuos a sitios autorizados	Se contactará con la empresa y se acordará para la recolección de la disposición final de los residuos producto de la fuga de gas clorado (Ácido Clorhídrico)
Tratamiento de los residuos peligrosos	Se contactará con la empresa y se acordará para la recolección de la disposición final de los residuos producto de la fuga de gas clorado (Epp utilizados y contaminados en la fuga que no se puedan descontaminar)
Ducha lava ojos	Durante la operación de mitigación e intervención, si alguna persona tiene contacto de gas cloro, en los ojos debe lavarse los ojos durante 15 minutos con abundante agua
Realice descontaminación del personal, equipos y herramientas utilizadas en la atención de la emergencia mediante lavado con agua	<p>En la zona de descontaminación se destinará en la <b>primera zona</b> para elementos, herramientas y equipos contaminados.</p> <p><b>segunda zona</b> en donde los trajes recibirán una ducha de alta presión con poco caudal de agua, se recomienda hacerla dentro de una piscina que contenga un armazón de al menos 2 metros de altura rodeada con paredes plásticas que impidan que el agua y los contaminantes se esparza.</p> <p>el agua producto del lavado puede ser neutralizada mediante la adición de una solución de bicarbonato de sodio y lechada de cal antes de su disposición final</p>

Tabla #2 Medidas de mitigación e intervención, Propiedad de Ivan Bautista

**Figura 12.**

*Diagrama De Procesos Secuencial Para La Mitigacion E Intervencion De Fuga De Gas Cloro.*



## **Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones**

Se puede apreciar lo delicados y complejos que pueden ser los sistemas de desinfección partiendo del hecho que cualquier fallo en un equipo puede interrumpir el proceso de dosificación del desinfectante aumentando la vulnerabilidad de las organizaciones de aumentar su índice de riesgo y calidad del agua para consumo humano.

Es claro que en este proceso de desinfección, se requieren equipos de mayor cuidado y manipulación de equipos e instalaciones complejas, es de vital importancia tener personal entrenado y comprometido con el aprendizaje constante, con los elementos de protección personal adecuados para el cargo.

Se desarrolló un documento que compila información de gran utilidad para la organización ya que permito conocer el punto de partida de la organización para enfrentar una fuga de Gas Clorado, el cual es claro que se cuenta con la identificación del peligro y lo contempla dentro de la organización como un evento de Alto riesgo.

### **5.2 Recomendaciones**

Una vez realizado este estudio es importantes decir que se recomienda a la organización los siguientes aspectos:

Se recomienda la creación y conformación de una Brigada para la atención de Fuga de Gas Clorado, con el fin de contar con personal capacitado para la atención de una fuga de gas.

La adquisición de los EPP Elementos de Protección Personal, ya que son necesarios para la intervención de los trabajadores autorizados y capacitados para actuar ante la fuga de Gas

Clorado, con el fin de proteger a los trabajadores y minimizar las amenazas ante posibles riesgos existentes.

Se recomienda la adquisición de los Equipos necesarios para la intervención de los trabajadores autorizados y capacitados para actuar ante la fuga de Gas Clorado, con el fin de proteger a los trabajadores y minimizar el riesgo existente ante el riesgo existente.

Se recomienda la implantación de este plan de atención para la mitigación e intervención ante la fuga de gas Clorado en los planes de emergencia de la empresa.

Se recomiendo que las visitas y diagnósticos en las plantas, así como las reuniones con los operadores tengan acceso a información clara y entendible que permita transmitir las experiencias buenas y malas de las organizaciones en procura de la mejora constante y el aprendizaje de los errores sin tener que cometerlos o repetirlos.

Se recomiendo se adopte el decreto 1496 del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química, con el propósito de tener herramientas para la identificación y comunicación del peligro de trabajar con sustancias peligrosas como y así la empresa tener una herramienta para la prevención de estos potenciales efectos que éstas puedan tener sobre la salud humana y el ambiente.

## Referencias

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2021). *Resúmenes de Salud Pública - Cloro (Chlorine)*. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs172.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs172.html)
- Ajiaco Ajiaco, N. F. (2018). *Diseño de un sistema de gestión del riesgo basado en la Norma ISO 31000 para sistemas de desinfección con cloro en plantas potabilizadoras*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1810&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1810&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Barahona-Alvear, N., Tixi-Toapanta, H., & Garmendia, H. (2021). Fugas de gas cloro: Estudio de los escenarios usando el software ALOHA. *Polo del Conocimiento*, 6(6), 1063-1077. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/index>
- Chauca Chicaiza, A. F., & Orozco Cantos, L. S. (2012). *Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable en la Comunidad San Vicente de Lacas* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1888>
- Nievas, D. A., Castillo, R. A., Jerez, A. H., & Montes, A. R. (2008). Investigación de un brote respiratorio agudo por exposición a cloro gas en una piscina pública. *Gaceta Sanitaria*, 22(3), 287-290. [https://scielo.isciii.es/pdf/ga/v22n3/nota\\_campo.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/ga/v22n3/nota_campo.pdf)
- Soledispa, F. (2013). *Propuesta de un Sistema de contención en caso de fuga de gas cloro para plantas de potabilización de agua* (Master's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5365/1/UPS-GT000484.pdf>
- Scheifler, A. E. (2021). Manipulación de cilindros de cloro en la planta potabilizadora. *Organización Mundial de la Salud OMS*. San Carlos de Concordia, Entre Ríos.

<https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/5355/Trabajo%20Final%20Scheifler%2C%20Alan%20Exequiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>