



Programa de Posgrado en Riesgos Laborales

TEMA

ANÁLISIS DE RIESGOS QUÍMICOS: INHALACIÓN DE GAS CLORO DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA PÚBLICA MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ESMERALDAS 2024

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de Riesgos y
Productividad Empresarial

Tesis de grado previo a la obtención del título de Magíster en Riesgos,
mención Prevención de Riesgo Laborales

AUTORES:

-Génesis Yanela Cortéz Quiñónez -Marcelo Javier Bravo Betancourt

ASESOR:

Dr. NELSON MUELA Msc.

Esmeraldas – Ecuador; Junio-2024

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por los Reglamentos de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Magister en Gestión de Riesgos mención Prevención de Riesgos Laborales

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Tema: Análisis de Seguridad y Salud Ocupacional en personal de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos generados en los hogares: Dirección de Higiene Municipal Esmeraldas.

Autor: Génesis Yanela Cortéz Quiñónez f. _____

Autor: Marcelo Javier Bravo Betancourt f. _____

Dr. Nelson Muela, MSc. f. _____

ASESOR DE TESIS

MSc. Katlin Recalde f. _____

LECTOR 1

MSc. Ximena Mancero f. _____

LECTOR 2

Mgt. Nelson Muela f. _____

COORDINADOR DE POSTGRADOS

Mgt. José Iván Jijón f. _____

SECRETARIO GENERAL DE LA PUCESE

Esmeraldas, Ecuador



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Los suscriptores del presente, GÉNESIS YANELA CORTÉZ QUIÑÓNEZ portador de la cedula de identidad número 0803477892, MARCELO JAVIER BRAVO BETANCOURT portador de la cedula de identidad número 0802611277, una vez terminado los estudios para la obtención del título de MAGÍSTER EN GESTIÓN DE RIESGOS MENCION PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, declaramos que:

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas plasmados en este trabajo de tesis corresponden de manera única y exclusiva a los autores,”

Génesis Yanela Cortéz Quiñónez
C.I. 0803477892

Marcelo Javier Bravo Betancourt
C.I. 0802611277



CERTIFICACIÓN

Yo, Nelson Muela, con cédula de identidad 0801399353, docente y asesor de los maestrandos Génesis Yanela Cortéz Quiñónez y Marcelo Javier Bravo Betancourt, de la Maestría en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

Certifico que los maestrantes han finalizado satisfactoriamente el Trabajo Final de Máster con los cambios sugeridos por sus lectores, por lo tanto, se encuentra apta para ser calificado y posterior solicitar fecha para defensa.

Dr. Nelson Muela. Msc.

DIRECTORA DE TESIS



DEDICATORIA

Génesis Yanela Cortéz Quiñónez

Este logro lo dedico y atribuyo primeramente a Dios ya que es quien nos da la dicha de levantarnos día a día para continuar y a todas las personas que se transformaron en un pilar fundamental e inspiración de manera admirable a mi padre Vicente Cortez, a mi querida madre María Quiñonez quien de manera incansable siempre me han dado su apoyo, a mi hermana Diana Garces, a quien le dedico este logro, ya que ha sido mi consejera desde que inicie este reto, le dedico a mi novio Miguel Valencia quien me ha acompañado durante todo el camino, por brindarme su confianza, su cariño y paciencia para poder realizarme profesionalmente.



DEDICATORIA

Marcelo Javier Bravo Betancourt

Este logro lo dedico y atribuyo primero a Dios que hace posible que la vida tenga un sentido de ser, a mi querida madre la Señora Marlene Betancourt, quien de manera incansable y en los momentos más desafiantes de mi vida siempre ha sido mi apoyo fundamental, a mi querida abuela Emilia Mina, cuya oración ha sido el faro que me ha sostenido y me ha permitido seguir adelante, a mis primas que son la inspiración para continuar día a día en este camino del progreso y que esta meta alcanzada sea un legado para ellas, y a todas las personas que se transformaron en un pilar fundamental e inspiración de manera admirable



AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Dios por darnos sabiduría, frente a los desafíos de nuestros entornos laborales, una vez más a nuestras familias, profesores y compañeros de la maestría, y a todas las personas que creyeron en nosotros, a la EP EMAPSE que nos brindó la oportunidad de desarrollar el trabajo de tesis para obtener los conocimientos técnicos aplicados en este proceso de estudio de posgrado. Agradecemos al Doctor Nelson Muela quien nos ha brindado sus conocimientos y sabiduría en este trayecto, portando su granito de arena para poder cumplir con nuestros objetivos, realizando esto sin esperar nada a cambio a mas de ver que sus aportes académicos sean aprovechados al máximo y se vean reflejados en un futuro.



TITULO

**ANÁLISIS DE RIESGOS QUÍMICOS: INHALACIÓN DE GAS CLORO DEL
PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA PÚBLICA MANCOMUNADA DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ESMERALDAS 2024**



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la planta de producción de agua potable ubicada en la parroquia de San Mateo, donde se analizó los riesgos químicos por inhalación de gas cloro del personal operativo en la Empresa Pública Mancomunada de Agua Potable y Alcantarillado Esmeraldas del año 2024. El proceso de desinfección del agua utiliza el gas cloro para garantizar la potabilización del agua, lo cual implica riesgos seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Los métodos de evaluación de riesgos COSHH Essentials, INRS y MESERI, que se emplearon para la identificar los factores de riesgo relacionados con la exposición al gas cloro, por inhalación y al contacto dérmico de los trabajadores.

Los resultados obtenidos evidenciaron que, el personal operativo enfrenta un riesgo potencial que puede materializarse en pérdidas de vidas y destrucción de la infraestructura por la falta de capacitación en la manipulación del gas cloro y en el uso de equipo de protección Individual, la falta de monitoreo de los peligros en las áreas y la ausencia de sistemas automatizados de detección de fugas del gas cloro. Además, se identificó la vulnerabilidad en la protección colectiva de la planta como las áreas de almacenamiento y manipulación de cilindros de gas cloro.

Frente a los hallazgos identificados se desarrolló una propuesta que incluye medidas de prevención y mitigación de riesgos por la exposición al gas cloro, como la implementación de un sistema de detección automática de gas, un plan de capacitación y simulacros de emergencia, y mejoras en la infraestructura de la planta, tales como la optimización de la ventilación y la incorporación de equipos de respuesta ante emergencias químicas.

Finalmente, esta investigación concluye que la gestión de riesgos químicos es primordialmente para mejorar las condiciones laborales del personal operativo de la EMAPSE y para minimizar el impacto de posibles emergencias químicas en la población circundante.

Palabras claves: Gas cloro, riesgos químicos, inhalación, seguridad ocupacional, prevención, exposición, comunidades circundantes.



TÍTULO EN INGLÉS

**CHEMICAL RISK ANALYSIS: CHLORINE GAS INHALATION BY
OPERATIONAL PERSONNEL AT THE ESMERALDAS 2024 PUBLIC
COMMUNITY FOR DRINKING WATER AND SEWERAGE**



ABSTRACT

This research work was developed at the drinking water production plant located in the parish of San Mateo, where the chemical risks of chlorine gas inhalation by operational personnel at the Public Company of Potable Water and Sewerage Esmeraldas from 2024 were analyzed. The water disinfection process uses chlorine gas to ensure the purification of water, which implies occupational health and safety risks for workers.

The COSHH Essentials, INRS and MESERI risk assessment methods were used to identify risk factors related to exposure to chlorine gas, due to inhalation and dermal contact exposure of workers.

The results obtained showed that operational personnel face a potential risk that can materialize in loss of life and destruction of infrastructure due to lack of training in handling chlorine gas and in the use of PPE, lack of monitoring of hazards in the areas and the absence of automated chlorine gas leak detection systems. In addition, the vulnerability in the collective protection of the plant was identified, such as the storage and handling areas of chlorine gas cylinders.

Based on the identified findings, a proposal was developed that includes prevention and mitigation measures for risks due to exposure to chlorine gas, such as the implementation of an automatic gas detection system, a training program and emergency drills, and improvements in the plant infrastructure, such as the optimization of ventilation and the incorporation of chemical emergency response equipment.

Finally, this research concludes that chemical risk management is primarily to improve the working conditions of EMAPSE operating personnel and to minimize the impact of possible chemical emergencies on the surrounding population.

Keywords: Chlorine gas, chemical risks, inhalation, occupational safety, prevention, exposure, surrounding communities.



INDICE DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	I
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
TITULO	VII
RESUMEN	VIII
INTRODUCCION	1
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:.....	5
PRESENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN:	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	6
JUSTIFICACION	6
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVO ESPECIFICOS	7
CAPITULO 1.....	8
1.- MARCO TEÓRICO	8
1.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	8
1.1.1. USO DE GAS CLORO:	8
1.1.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD:	8
1.1.3. RIESGOS ASOCIADOS A LA INHALACIÓN DE GAS CLORO:.....	8
1.2. ANTECEDENTES	10
1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	12
CAPITULO 2.....	15
2.- METODOLOGIA.....	15
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15



2.2.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	15
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	17
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	18
2.4.1.	ENCUESTA Y CUESTIONARIO	19
2.4.2.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR EXPOSICIÓN DE GAS CLORO.....	19
2.4.2.1.	EL MODELO COSHH ESSENTIALS:	20
	VARIABLE 1: PELIGROSIDAD DEL AGENTE O SUSTANCIA QUÍMICA SEGÚN FRASES R O FRASES H.....	21
	VARIABLE 2: TENDENCIA A PASAR AL AMBIENTE	22
	VARIABLE 3: CANTIDAD DE SUSTANCIA UTILIZADA POR OPERACIÓN	22
2.4.2.2.	EL MODELO BASADO EN EL INRS	23
	RIESGO POTENCIAL:.....	23
	VOLATILIDAD O POLVERULENCIA:	27
	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO:	27
	PROTECCIÓN COLECTIVA:.....	28
	FACTOR DE CORRECCIÓN DEL VALOR LÍMITE EN EL AMBIENTE:	29
	CÁLCULO DE LA PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN DE INHALACIÓN DEL GAS CLORO:.....	29
2.4.2.3.	MÉTODO -MESERI	30
2.5	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	31
	CAPITULO 3.....	33
3.	RESULTADOS.....	33
3.1.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGOS QUÍMICOS POR EXPOSICIÓN AL GAS CLORO.....	33
3.1.1.	RIESGOS QUÍMICOS POR EXPOSICIÓN A LA INHALACIÓN AL CLORO GAS.....	33
3.1.2.	RIESGOS QUÍMICOS POR EXPOSICIÓN A INHALACIÓN DE CLORO GAS, MEDIANTE LA VALORACIÓN POR PUNTOS.....	35
3.2.	EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO.	36
3.2.1.	EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS EN EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO	36
3.2.2.	EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS EN EL ÁREA DE CLORACIÓN	37
3.2.3.	EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS EN EL ÁREA BODEGA	38



3.2.4. EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS EN EL ÁREA DE TALLERES/ MANTENIMIENTO	39
3.3. PERCEPCIÓN DEL PERSONAL SOBRE SU SEGURIDAD FRENTE A LOS RIESGOS QUÍMICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN AGUA POTABLE EN LA PLANTA DE SAN MATEO.	41
3.4. FRECUENCIA DE USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS TRABAJADORES	44
3.5. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD	47
3.6. EVALUACIÓN DE ÍNDICES REACTIVOS DE ACCIDENTES RELACIONADOS CON GAS CLORO 51	
CAPITULO 4.....	53
4. DISCUSIÓN	53
4.1. RIESGOS IDENTIFICADOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO.....	53
4.2. EVALUACIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	53
4.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO Y MEDIDAS DE CONTROL.....	54
4.4. VULNERABILIDAD DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES Y LA COMUNIDAD CIRCUNDANTE.	54
4.5. COMPARACIÓN CON LA NORMATIVA REGULATORIO VIGENTE	55
CAPITULO 5.....	56
5.1 CONCLUSIONES.....	56
5.2. RECOMENDACIONES.	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58

INDICE DE IMÁGENES.

Imagen 1 Mancomunidad de Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Los Cantones de Esmeraldas, Atacames y Rioverde para la prestación del servicio de agua potable y saneamiento	1
Imagen 2 Planta de Producción de Agua Potable	5



INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1 Distancia de Planta de EMAPSE a poblaciones circundantes.....	63
Anexo 2 Registro fotográfico de recorrido en planta de la EMAPESE de San Mateo	64
Anexo 3 Cuestionario de seguimiento de uso de EPI	65
Anexo 4 Encuesta de percepción de seguridad.....	67
Anexo 5 Seguimiento de protocolos de seguridad.....	69
Anexo 6 <i>Índice de accidentes</i>	71
Anexo 7 Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio -MESERI.....	72
Anexo 8 Ficha de Seguridad del Cloro Gas.....	73
Anexo 9 Evaluación de riesgo de incendios en edificio administrativo	74
Anexo 10 Evaluación de riesgo de incendios en edificio cloración del agua	75
Anexo 11 Evaluación de riesgo de incendios en edificio bodega.....	76
Anexo 12 Evaluación de riesgo de incendios en edificio mantenimiento/ talleres.	77
Anexo 13 Propuesta y protocolo integral para la prevención de riesgos químicos por inhalación de gas cloro	78

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Procedimiento de evaluación inicial de riesgos por exposición a agentes químicos.	20
Ilustración 2 Variables a considerar por análisis de puntos.....	21
Ilustración 3 Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación	23
Ilustración 4 Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase.	28
Ilustración 5 Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase.	28
Ilustración 6 Factores agravantes vs. Factores protectores de MESERI	31
Ilustración 7 Cometarios de los trabajadores.....	52



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	3
Gráfico 2 Procesos de producción de agua potable.....	4
Gráfico 3 Distribución del personal Administrativo y Operativo	5
Gráfico 4 Fugas de gas cloro	12
Gráfico 5 Clases de volatilidad para líquidos	22
Gráfico 6 Determinación de los Coeficientes de protección frente a incendios en la plata de agua potable EMAPSE.	40
Gráfico 7 Percepción del personal sobre la seguridad	41
Gráfico 8 Percepción de condición y revisión de EPI.....	42
Gráfico 9 Percepción de capacitación	42
Gráfico 10 Percepción de seguridad para prevenir accidentes	43
Gráfico 11 Percepción de personal ante la respuesta de apoyo de la empresa	43
Gráfico 12 Percepción de accesibilidad a EPI	44
Gráfico 13 Frecuencia de uso de EPI de los trabajadores	44
Gráfico 14 Tipo de EPI de los trabajadores	45
Gráfico 15 Frecuencia de uso de EPI ante condiciones de trabajo.....	45
Gráfico 16 Conocimiento de uso adecuado de EPI.....	46
Gráfico 17 Comodidad en el uso de EPI de los trabajadores	46
Gráfico 18 Nivel de seguridad al utilizar de EPI	47
Gráfico 19 Actualización de protocolos de seguridad.....	47
Gráfico 20 Seguimiento de protocolo de seguridad	48
Gráfico 21 Aplicación de protocolo en puesto de trabajo	48
Gráfico 22 Capacitación sobre protocolo de seguridad.....	49
Gráfico 23 Practicas de seguridad.....	49
Gráfico 24 Puesto seguro por manejo de gas cloro.....	50
Gráfico 25 Participación en implementación de protocolos de seguridad	50



INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Estructuras e infraestructura.....	2
Tabla 2 Demanda anual de sustancias químicas en el tratamiento de agua.	4
Tabla 3 Cobertura de nube de vapor toxico	11
Tabla 4 Definición conceptual y operacionalización de las variables independientes y dependientes	16
Tabla 5 Personal de unidades entrevistados y encuestados.....	17
Tabla 6 Categoría de peligro según frase H.....	22
Tabla 7 Cantidad de sustancia utilizada en proceso	23
Tabla 8 Clases de cantidad en función de las cantidades por día.....	24
Tabla 9 Clases de frecuencia de utilización.	24
Tabla 10 Determinación de las clases de exposición potencial.....	25
Tabla 11 Clases de riesgo potencial.....	25
Tabla 12 Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales	26
Tabla 13 Puntuación para cada clase de riesgo potencial	26
Tabla 14 Clase de volatilidad.....	27
Tabla 15 Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia	27
Tabla 16 Factores de corrección en función del VLA.....	29
Tabla 17 Caracterización del riesgo por inhalación.	30
Tabla 18 Valoración del coeficiente de protección frente al incendio	31
Tabla 19 Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a cloro gas.	34
Tabla 20 Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio.....	36
Tabla 21 Índices reactivos de la empresa.....	51

INTRODUCCION

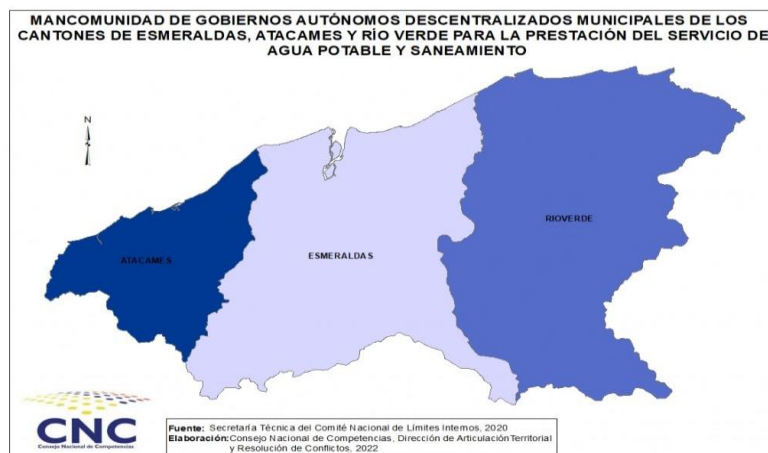
El presente trabajo de investigación se desarrolló en la planta de potabilización de la EMPRESA PÚBLICA MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ESMERALDAS -EMAPSE.

Mediante El Registro Oficial N O 260 de 21 de enero del 2020, entró en vigor la Ordenanza aprobada de Constitución y Estatuto Social de la EMAPSE; consta como personería jurídica independiente de los Gobiernos Autónomos Descentralizados - GAD´s- de los Municipios de Esmeraldas, Atacames y Rioverde que forman parte de la mancomunidad, siendo responsable de la administración del sistema de gestión administrativa, planificación, diseño, construcción control, operación y mantenimiento de sus sistema para la producción, distribución, comercialización de agua potable y alcantarillado: así también la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales urbanos y periféricos en los cantones de la mancomunidad de los GAD´s mencionados (Gerencia General, 2023)

EMAPSE, cuenta con estructura e infraestructura que le permite mantener su giro de negocio en la administración, producción, comercialización del agua potable en las zonas de influencia de la mancomunidad descrita en la imagen 1 (Consejo Nacional de Competencias, 2022)

Imagen 1

Mancomunidad de Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Los Cantones de Esmeraldas, Atacames y Rioverde para la prestación del servicio de agua potable y saneamiento



Nota: Área de influencia de EMAPSE. Tomado del Consejo Nacional de Competencia.



En la actualidad EMAPSE, presenta grandes déficits económicos (relación de gastos y recaudación) evidenciados en la rendición de cuenta exigida en la Ley Orgánica del Consejo de Participación Ciudadana y Control Social en su artículo 11, aprobada por la (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2009).

La producción, distribución y comercialización del agua cuenta con un estructura e infraestructura detallada en la tabla 1 para garantizar las operaciones productivas de la empresa.

Tabla 1

Estructuras e infraestructura

ÁREAS	ESTRUCTURA/INFRAESTRUCTURA
PLANTA DE CAPTACIÓN	5 bombas marca Sulzer, tipo sumergibles con capacidad de impulsión de 550 l/s. 3 bombas marca Flygt 1 Puente Grúa 5 toneladas marca Kitu 6 celdas de control (1 x bomba y 1 de reserva) Transformador principal de 1500 KVA. Transformador auxiliar 100 KVA. Tubería de 600 mm (1 km)
PLANTA DE TRATAMIENTO	1 planta de tratamiento de agua potable con una capacidad de producción de 3,200 litros por segundo. 4 lagunas de pre -sedimentación de 2.90m de altura y una capacidad de 15,590 m ³ c/u, lo que da un total de 63,800 m ³ . (Requieren retiro de sedimentos, no se cuenta con maquinaria). 3 módulos de potabilización, 2 de ellos con una capacidad de producción de 1,200 litros por segundo cada uno y el restante de 800 litros por segundo. 5 equipos de bombeo instalados, de los cuales 3 se encuentran funcionando con una capacidad de bombeo de 480 litros por segundo cada uno. 3 bombas en servicio se envían en promedio 1,450 l/s de agua potable al tanque de carga. 1 laboratorio Químico (tubímetros, medidores de NTU, analizadores de prueba de jarra) 2 tanques de almacenamiento de policloruro de aluminio 10,000 lts. 6 Bombas peristálticas 24 equipos floculadores de los cuales 12 tipo tableta y 12 tipo axial. 10 bombas de impulsión hacia el tanque de carga 1 Subestación Eléctrica



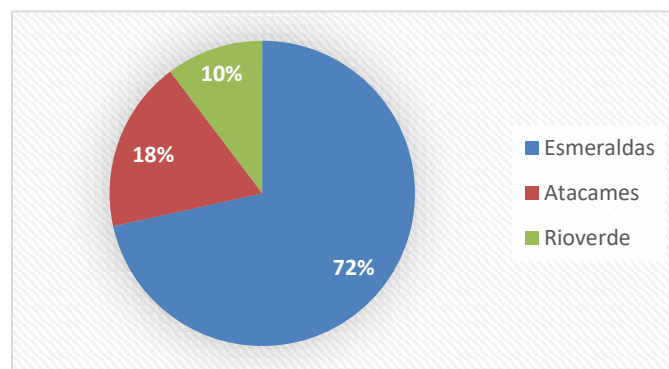
REDES DE CONDUCCIÓN	120.67 Km de redes de conducción entre Esmeraldas, Atacames y Rioverde
REDES DE DISTRIBUCIÓN	840.50 Km de redes de distribución entre Esmeraldas, Atacames y Rioverde.
TANQUES	25 tanques en total del Diseño del Sistema de Distribución de Agua Potable
TANQUEROS	7 tanqueros con los que se abastece el cantón Esmeraldas;(3 operativos) 1 tanquero que abastece el cantón Rioverde.
HIDROCLEANNER	4 hidrocleaner que pertenecen a la EPMAPSE (dos operativos)
SISTEMA DE ALCANTARILLADO	Un sistema de alcantarillado combinado que consta de líneas de aguas lluvias y líneas de aguas residuales las mismas que tienen pozos cajas domiciliarias.
COMERCIALIZACIÓN	52.452 usuarios 13,859 clientes con conexión directa 38,593 clientes con medidor

Nota. Información tomada en referencia a la rendición de cuenta (Gerencia General, 2023)

La EPMAPSE tiene una de producción de 10000 litros/segundo de agua potable, a través de varios procesos para abastecer según el grafico 1, la demanda regional de los cantones de Esmeraldas y Atacames con una población proyectada del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2020) de 218727 habitantes en Esmeraldas, en el caso de Atacames se tiene 55495 habitantes, en el cantón Rioverde se obtuvo 31475 habitantes con su propia planta de potabilización.

Gráfico 1

Población de la Mancomunidad Regional



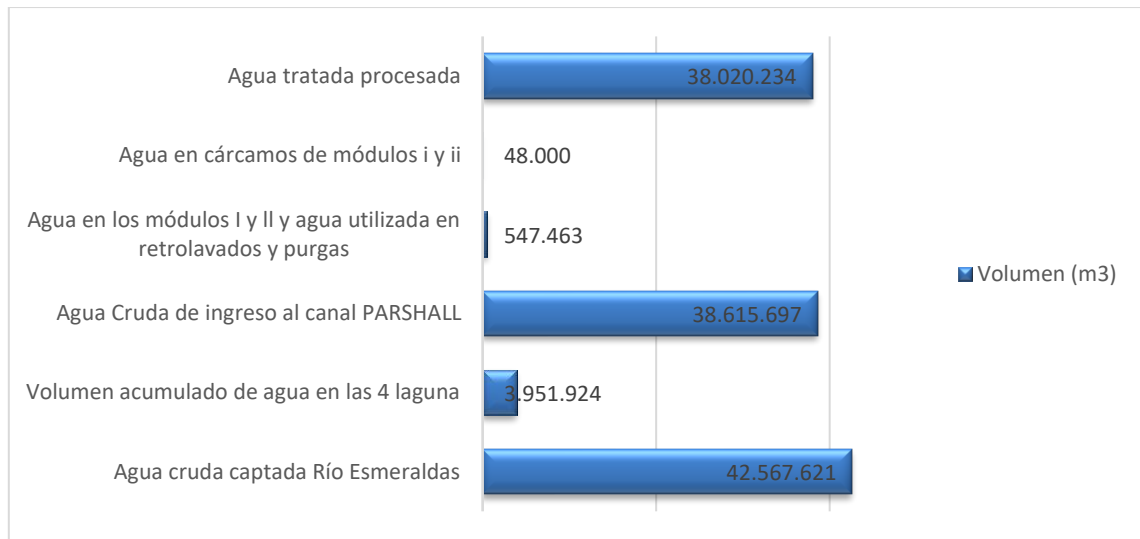
Nota: Porcentaje distribución de la población del área de mancomunidad. Elaboración propia



La planta de tratamiento en Esmeraldas ha mantenido una producción anual de agua potable detallada en el gráfico 2, para lo cual el tratamiento del agua cruda en la planta origina el consumo de productos químicos como es el caso del policloruro de aluminio y gas cloro en proporciones descritas en el Tabla 2 con el fin de satisfacer la demanda y/o cobertura del servicio a una población que se incrementa exponencialmente en los cantones de mancomunidad.

Gráfico 2

Procesos de producción de agua potable




Elaboración propia

El consumo de sustancias químicas de la tabla 2, que fueron utilizadas entre el año 2023 y el corte transversal de este trabajo el 2024 detalla la demanda anual de las dos sustancias químicas usados y reglamentados por la Organización Mundial de la Salud en la dosificación para el agua potable.


Tabla 2

Demanda anual de sustancias químicas en el tratamiento de agua.



Policloruro de Aluminio

AL₂ (OH)₃CL₃ (1'483 439,34 Kg)



Gas Cloro (61 993,31 Kg)

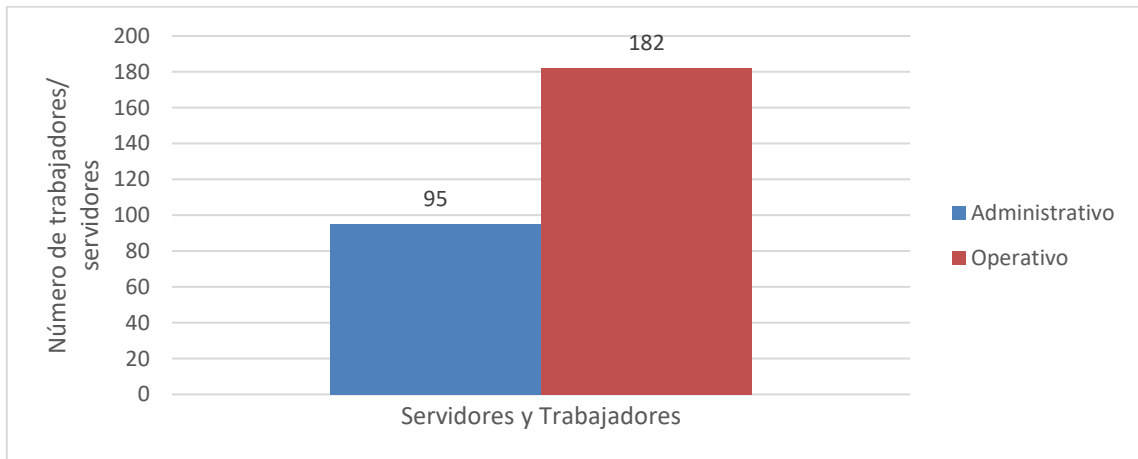
Nota. La tabla representa el consumo anual de las sustancias, el gas cloro usada en el proceso del agua.



El talento humano de la empresa representado en el gráfico 2, está compuesto por 95 servidores públicos bajo el régimen de la LOEP, que corresponde al 34,30% y la diferencia corresponde a 182 trabajadores bajo el Régimen del Código de Trabajo que correspondía al 65,70%.

Gráfico 3

Distribución del personal Administrativo y Operativo



Elaboración propia

Ubicación y Localización:

Las oficinas administrativas de la EMAPSE, se encuentra ubicadas en las calles Salina y avenida Sucre del cantón Esmeraldas; la planta de producción de agua potable está ubicada en la parroquia rural San Mateo, adyacente al río Esmeraldas, georeferenciada con coordenadas UTM Este: 651119,8, Norte: 97884,5, Zona: 17N, Norte del Ecuador.

Imagen 2

Planta de Producción de Agua Potable



Nota. Planta de Potabilización “San Mateo” Tomado (EMAPSE, 2023)



Presentación del tema de investigación:

Análisis de Riesgos Químicos: Inhalación de Gas Cloro del personal operativo en la Empresa Pública Mancomunada de Agua Potable y Alcantarillado Esmeraldas.

Planteamiento del problema:

El uso del gas cloro en el proceso de potabilización del agua las 24 horas del día durante los 365 días del año, representa un peligro inherente en la producción del agua potable y de gran relevancia debido al nivel de toxicidad y riesgo potencial que puede causar efectos adversos y fatalidades en la salud de quienes estén expuestos. En el caso de fuga u operación inadecuada del gas cloro, el área circundante según anexo 1, como la población dispersa (500 metros) en varias haciendas de agricultores, la comunidad asentada a 1.2 Km., representada en trabajadores de la planta de asfalto y mantenimiento del GAD provincial de Esmeraldas y la comunidad de estudiantes y empleados de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres en la extensión de Mutilus, también pueden verse afectadas

El planteamiento del problema para esta investigación se puede manifestar con la siguiente interrogante:

¿Cuál es la efectividad de la prevención de riesgos químicos por exposición del gas cloro para garantizar la seguridad y salud ocupacional del personal de la EMAPSE y proteger a las comunidades circundantes?

JUSTIFICACION

La planta de producción de agua potable en San Mateo de la EMAPSE ha enfrentado desafíos en la gestión de riesgos químicos, por la exposición al gas cloro; existe registro en la retina de los trabajadores por el incidente ocurrido, durante una maniobra para reponer un cilindro de gas cloro de 1500 kg, lo que dio paso una fuga durante el acople de una de sus válvulas que, desató el caos entre los trabajadores, quienes evacuaron desesperadamente la planta para salvaguardar sus vidas, sin una respuesta coordinada o contingencia para contener la situación.

La empresa actualmente no cuenta con medidas adecuadas de prevención de riesgos laborales, no cuenta con de equipos de medición para monitorear los niveles permisibles de gas cloro y no tiene planes de emergencia y contingencia para responder ante las fugas



gas cloro haciendo vulnerable a la seguridad y salud del personal operativo como la de las comunidades circundantes en el sector.

Las medidas de seguridad en la planta son deficientes para intentar detectar y contener fugas de gas cloro, para estos incidentes se utiliza reactivos cualitativos, las cuales se aplican manualmente en las juntas y contactos de las cañerías y accesorios; lo cual es una práctica que no ofrece una protección adecuada. No existen informes o datos que avalen la efectividad de estas medidas rudimentarias, lo que agrava aún más la vulnerabilidad del personal y las comunidades vecinas.

Reducir el riesgo de incidentes y accidentes mediante la creación de medidas estratégicas para la prevención de riesgos químicos por exposición al gas cloro, permitirá al personal de la planta de producción de agua potable la dotación de equipos de protección individual, programas de capacitación, formación de brigadas de emergencia, realización de simulacros, y la instalación de equipos de detección rápida y alarmas sonoras. Además, se contemplarán la implementación de mangas de viento para indicar la dirección del viento en caso de fuga, unidades de primeros auxilios y una red de contraincendios.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la efectividad de las medidas de prevención de riesgos químicos, por exposición del gas cloro en la seguridad y salud ocupacional del personal en la producción del agua potable de San Mateo de la EMAPSE.

OBJETIVO ESPECIFICOS

1. Identificar los factores de riesgos químicos que afectan la seguridad y salud ocupacional del personal operativo expuesto al gas cloro de la planta de producción del agua potable.
2. Evaluar la frecuencia y efectividad del uso de equipos de protección individual y la implementación de protocolos de seguridad en la mitigación de los riesgos por exposición al gas cloro en las operaciones de la EMAPSE.
3. Implementar las medidas de prevención de riesgos químicos para reducir los incidentes por exposición al gas cloro del personal operativo en la producción del agua potable y comunidades colindantes.



CAPITULO 1

1.- MARCO TEÓRICO

El marco teórico está expresado con el objetivo de analizar la efectividad de las medidas de prevención de riesgos químicos, por exposición del gas cloro en la seguridad y salud ocupacional del personal en la producción del agua potable de San Mateo de la EMAPSE.

1.1. Fundamentación teórico-conceptual

La gestión de riesgos químicos en la producción de agua potable cuenta con un proceso crítico que expone y afecta la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores como la salud pública; en el contexto de la planta de San Mateo el gas cloro es utilizado en los procesos de desinfección del agua, representando un riesgo relevante, esto debido a la alta toxicidad de la sustancia química para causar graves consecuencias con efectos adversos.

1.1.1. Uso de gas cloro:

El gas cloro es fundamental para la potabilización del agua, por su reacción y su eficacia para eliminar elementos patógenos. No obstante, en la manipulación se requiere estrictas medidas de seguridad para prevenir fugas y exposiciones accidentales (OMS, 2017). Las normativas y protocolos de seguridad cuenta con el respaldo del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) para el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos [CDC] (2024) esto con el fin de mitigar los factores de riesgos.

No obstante, la humanidad en su parte más oscura de la primera guerra mundial, según Muñoz y Lopez (2021) a principios del siglo XVIII se utilizó el gas cloro como compuesto bélico al igual que el gas mostaza por su acción asfixiante y destrucción pulmonar.

1.1.2. Medidas de Prevención y Protocolos de Seguridad:

La efectividad de los equipos de protección personal y los protocolos de seguridad y salud ocupacional frente a la exposición del gas cloro, deben ser significativo frente a protección de los riesgos; al igual en la formación continua del personal disponible para los simulacros donde el personal este siempre listo a este tipo de emergencias (CDC, 2024).

1.1.3. Riesgos Asociados a la Inhalación de Gas Cloro:

La inhalación de gas cloro causa irritación de las vías respiratorias, daño pulmonar y, en



casos extremos, la muerte. Su exposición prolongada a niveles bajos puede tener efectos a largo plazo en la salud respiratoria (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2019)

La reseña toxicológica de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de Estados Unidos [ATSDR] (2016) señala los factores que determinan si la exposición al cloro perjudicará a los trabajadores. Estos factores incluyen la dosis (la cantidad), la duración (por cuanto tiempo) y la manera como entra en contacto con esta sustancia química. También debe considerarse las otras sustancias químicas a las que el trabajador está expuesto, su edad, sexo, dieta, características personales, estilo de vida y condición de salud (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR], 2016)

1.1.4. Evaluación de riesgos y mejora continua:

En los estudios de evaluación de riesgos, el diseño de las instalaciones y equipos que manejan cloro, así como las normas de mantenimiento y operación, deben examinarse en profundidad para minimizar los riesgos. No obstante, todavía existirá un cierto riesgo inherente al procesado de este material, y todos los esfuerzos deberán emplearse en proteger a las personas y el medio ambiente en caso de una emergencia por cloro.

De ahí la necesidad de contar común plan de emergencia (interior y exterior) en caso de accidente y de darlo a conocer anticipadamente al personal que pueda verse involucrado, incluida la población circundante (12). En este contexto es necesario realizar simulacros y ejercicios periódicos para comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de seguridad. En cualquier caso, una vez conocida la existencia de una fuga, si el tiempo disponible lo permite, debe inmediatamente evacuarse y aislarse la zona en peligro, que puede tener un radio desde 50 m (en caso de fugas en pequeños recipientes) hasta varios kilómetros (en caso de grandes tanques). No debe permitirse el retorno del personal hasta que se haya comprobado que la concentración de cloro es tolerable en toda el área, especialmente en los puntos bajos y protegidos del viento donde puede haberse acumulado gas cloro, favorecido por su alta densidad o por la presencia de restos de líquido. Cuando no hay tiempo suficiente para la



evacuación, debe alertarse a la población que pueda ser afectada con objeto de que tome las medidas de autoprotección necesarias (Ferruz et al., 1999)

1.2. Antecedentes

Según Bautista (2022) en su estudio con el objetivo de 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, enfocado en el plan de emergencia; concluye que la usencia de equipos de protección individual a los trabajadores con poca o nula capacitación hace vulnerable a la empresa con un nivel de probabilidad de 75% que se materialicen los riesgos con consecuencia colaterales a la comunidad colindante. Así mismo en cuanto a las medidas para mitigación e intervención para responder a la amenaza tecnológica de fuga de gas cloro se concluye que debe contar con la disponibilidad de los recursos humanos, financieros y tecnológicos para responder inmediatamente para implementar el plan de actuación de emergencia y evitar suspender el servicio de agua potable a la comunidad.

Cevallos (2022) expone en su trabajo de investigación para analizar los riesgos químicos en la producción de agua potable de la planta de tratamiento de agua de Esmeraldas-San Mateo, concluyendo que dentro de la evaluación de riesgos se obtuvo una valoración de riesgo moderado a las tres sustancias químicas usadas en la planta como es el gas cloro, hipoclorito de calcio, y el policloruro de aluminio; de igual manera la falta de etiquetas de seguridad y desconocimiento de los riesgo en referencia a la percepción de los trabajadores.

En el estudio de los escenarios usando el software ALOHA que tiene por objetivo analizar el comportamiento de la dispersión atmosférica de las fugas de gas cloro, según Barahona et al., (2021) concluye que este tipo de accidentes exponen a trabajadores y comunidades provocando levemente irritación, intoxicación y fatalmente la muerte. Los escenarios que van desde una concentración de nube de vapor toxico de 0.05 ppm a 20 ppm en 60 minutos de un cilindro de 1000 kg en posición horizontal, tenemos los distintos comportamientos



Tabla 3

Cobertura de nube de vapor toxico

ESCENARIOS	CAUDAL DE DESCARGA	DISTANCIA LONGITUDINAL	ANCHO
1	911 kilogramos/minutos	6,7 kilómetros	0,36 kilómetros
2	21,4 kilogramos/minutos	7,1 kilómetros	0,42 kilómetros
3	214 kilogramos/minutos	6,3 kilómetros	0,25 kilómetros
4	526 kilogramos/minutos	8,9 kilómetros	0,28 kilómetros
5	33,3 kilogramos/minutos	3,5 kilómetros	0,20 kilómetros
6	532 kilogramos/minutos	9,8 kilómetros	0,30 kilómetros

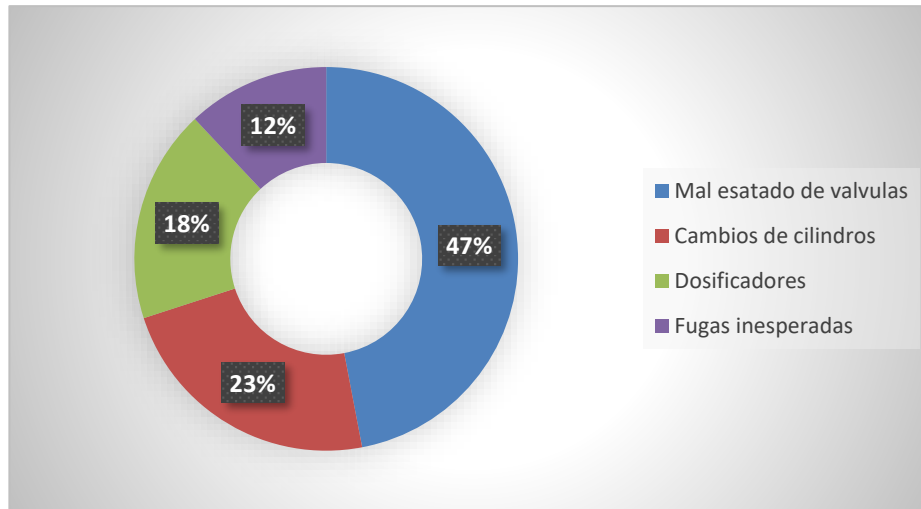
Elaboración propia

Finalmente se obtiene que las áreas cercanas al punto de origen de fuga tienen mayor concentración del gas cloro en ppm, en el caso de mayor distancia longitudinal el vapor toxico se extiende mayormente a áreas de influencia.

Por otra parte Luna (2019) en su trabajo de investigación para analizar los riesgos químicos por el uso de gas cloro en la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Ibarra (EMAPA-I) concluye que, la existencia fugas de gas cloro en la planta según el gráfico 4, se debe a razones notorias como el mal estado de válvulas, cambios de cilindros, dosificadores y fugas inesperadas. Por consiguiente, la implementación de manual y procedimientos fueron alineados a las normativas locales e internacional como la ISO 45001.

Gráfico 4

Fugas de gas cloro



Nota. Registro de fugas de gas cloro durante el proceso de desinfección de agua en la EMPA-I

1.3. Fundamentación legal

La Constitución de la República del Ecuador aprobada por la Asamblea Nacional (2008) boletín oficial del Estado, 20 de octubre de 2008 indica según el art. 326:

(...) Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. El numeral 6 refiere: toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley (p.101).

El Ecuador como miembro actual de la Comunidad Andina de Naciones -CAN, en su Decisión 584 el Consejo Andino de ministros de Relaciones Exteriores; la Resolución 957 dispone que las naciones deben: “promover y regular acciones a desarrollarse para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador mediante aplicación de medidas de control, y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo” (Comunidad Andina de Naciones [CAN], 2004, Artículo 2)

El Código del trabajo en Registro Oficial Suplemento 167 de 16-dic.-2005 en su última modificación el 22 de junio de 2020, según el buscador legal en el Ecuador en su parte pertinente expresa textualmente:

Obligaciones respecto de la prevención de riesgos. - Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten



peligro para su salud o su vida.

Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005, Artículo 410)

El Decreto Ejecutivo No 255 emite el 2 de mayo de 2024, el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo dándole la responsabilidad al Ministerio de Trabajo -MDT señalando que:

Los empleadores tendrán en materia de seguridad y salud en el trabajo para con sus trabajadores los siguientes deberes:

(...) Identificar peligros, evaluar y controlar los riesgos laborales. Capacitar e informar a los trabajadores sobre las medidas de prevención y protección a adoptar. Garantizar la gestión integral de la salud de los trabajadores. Monitoreo y análisis de las condiciones de trabajo y salud. Instalar y aplicar sistema de respuesta a emergencias derivadas de amenazas naturales y riesgos antrópicos (Presidencia de la República del Ecuador, 2024, Artículo 15)

El Decreto Ejecutivo 2393 elaborado en 1986 y actualizado en 2015 presenta el Reglamento de Seguridad y Salud e los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo, donde en su parte pertinente lo siguiente:

Las Precauciones Generales. Sustancias Corrosivas, Irritantes y Tóxicas; en las que se debe impartir la Instrucción a los trabajadores empleados en procesos industriales sometidos a la acción de sustancias que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente.

En el caso de los locales de trabajo donde se empleen sustancias o vapores de índole corrosivo, se protegerán y vigilarán las instalaciones y equipos contra el efecto, de tal forma que no se derive ningún riesgo para la salud de los trabajadores. A tal efecto, los bidones y demás recipientes que las contengan estarán debidamente rotulados y dispondrán de tubos de ventilación permanente (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2015, Artículo 63, 65)

La Norma Técnica -NTE del Instituto Nacional de Normalización -INEN emite la NTE INEN 2266 sobre el transporte, etiquetado, almacenamiento y manejo de materiales



peligrosos; expresando los siguientes requisitos:

5.2.1 La empresa debe garantizar que el personal que esté vinculado a gestión de materiales peligrosos, reciban de forma inmediata a su contratación, la inducción de seguridad que abarque los temas específicos de su operación.

5.2.2 Todas las empresas que manejen materiales peligrosos deben garantizar que todo el personal que esté vinculado con la operación cumpla lo siguiente:

5.2.2.1 Instrucción y entrenamiento específicos, documentados, registrados y evaluados de acuerdo con un programa de capacitación, a fin de asegurar que posean los conocimientos y las habilidades básicas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades ocupacionales.

5.2.2.2 Contar con los equipos de seguridad adecuados y en buen estado, de acuerdo con lo establecido en la hoja de datos de seguridad de materiales.

5.2.2.3 No comer, beber o fumar durante todas las actividades que impliquen el manejo de materiales peligrosos.

5.2.2.4 Carga y descarga de materiales peligrosos a) Todas personas naturales o jurídicas que almacenen, manejen y transporten materiales peligrosos deben garantizar que cuando se necesite cargar o descargar la totalidad o parte de su contenido, se instale señalización o vallas reflectivas de alta intensidad o grado diamante con la identificación del material peligroso b) Toda persona natural o jurídica que maneje materiales peligrosos será responsable de los accidentes y daños que pudieren ocurrir como resultado de la mezcla de materiales incompatibles c) La carga debe estar debidamente segregada, acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas, instalaciones y el medio ambiente (NTE INEN 2266, 2017, Requisito 5)

El Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social emite la Resolución C.D. 513 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo, por lo cual podrá “analizar las sustancias tóxicas y/o sus metabolitos en fluidos biológicos de trabajadores expuestos. Estos análisis servirán como un insumo para la implementación de los programas de control de riesgos laborales por parte de los empleadores”... (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social [IESS], 2016, Artículo 51)



CAPITULO 2

2.- METODOLOGIA

Esta investigación utilizó un diseño no experimental de corte transversal con un enfoque mixto es decir cuantitativo y cualitativo. Su alcance será descriptivo, correlacional y explicativo de acuerdo con la interrogante por conocer cuál es la efectividad de la prevención de riesgos químicos por exposición del gas cloro para garantizar la seguridad y salud ocupacional del personal de la EMAPSE y proteger a las comunidades circundantes a la planta de producción de agua potable localizada en San Mateo.

2.1. Tipo de investigación

Este tipo de investigación cuenta con un enfoque mixto, el cual tiene su origen en la combinación del enfoque Cuantitativo para medir la frecuencia, efectividad del uso de equipos de protección individual, la implementación de protocolos de seguridad y la incidencia de enfermedades respiratorias; las herramientas a considerar serán el cuestionario, encuestas, registros de incidentes y análisis estadísticos. El enfoque Cualitativo que se utilizará para interpretar subjetivamente las percepciones, experiencias y prácticas de seguridad del personal operativo mediante el desarrollo de entrevistas, cuestionarios y técnicas de observación.

El alcance de esta investigación es descriptivo, correlacional y explicativo. En el proceso descriptivo se identificó los factores de riesgos químicos presentes en el proceso de desinfección del agua y cómo afectan la seguridad y salud del personal operativo. En el enfoque correlacional se identificarán las relaciones entre las variables como la frecuencia de uso de equipos de protección individual y la percepción de seguridad del personal operativo, en el caso de los protocolos de seguridad y la reducción de accidentes por exposición al gas cloro. En su alcance explicativo se analizó las causas y efectos de los riesgos químicos y las medidas de prevención en la seguridad y salud ocupacional del personal operativo

2.2. Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.

La definición de las variables tanto conceptual como su operacionalización se detallará a continuación:



Tabla 4

Definición conceptual y operacionalización de las variables independientes y dependientes

VARIABLE INDEPENDIENTE: FRECUENCIA DE USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS TRABAJADORES			
Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Estará definido por la cantidad o número de veces que los trabajadores operativos utilizan los equipos de protección individual -EPI durante la exposición de gas cloro.	Medición del número de veces en que el personal operativo usa equipos de protección individual -EPI durante su jornada laboral.	Uso diario de EPI, Adecuación (Reposición y mantenimiento) del EPI	-Número promedio de veces al día que se utilizan los EPI. - Porcentaje de personal que utiliza el EPI adecuado.
VARIABLE DEPENDIENTE: PERCEPCIÓN DEL PERSONAL SOBRE SU SEGURIDAD			
Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Esta variable estará definida por la opinión del personal operativo que tienen sobre la seguridad laboral y el riesgo percibido de sufrir daños debido a la exposición al gas cloro en la desinfección del agua.	Evaluación del grado de confianza y seguridad que el personal siente en su puesto de trabajo, medida a través de encuestas y entrevistas.	Confianza en las medidas de seguridad y sensación de riesgo percibido por el personal operativo.	-Puntaje promedio en encuestas de percepción de seguridad. -Número de trabajadores operativos que reportan sentirse seguros en su puesto de trabajo.
VARIABLE INDEPENDIENTE: IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD			
Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Esta variable estará definida por el diseño y la aplicación de procedimientos, protocolos y demás normativas de seguridad	Grado de cumplimiento y regularidad con la que se siguen los	Adaptación de protocolos, Cumplimiento de protocolos	- Porcentaje de trabajadores que conocen y aplican los protocolos de seguridad.



diseñadas para prevenir incidentes y accidentes por exposición al gas cloro.	protocolos de seguridad establecidos en la planta de producción de agua potable.		- Frecuencia de auditorías internas de seguridad y su nivel de cumplimiento
VARIABLE DEPENDIENTE: REDUCCIÓN EN INCIDENTES Y ACCIDENTES DE EXPOSICIÓN DEL GAS CLORO			
Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Es la disminución en el número de eventos donde el personal operativo queda expuesto al gas cloro durante sus labores.	Número de incidentes y accidentes reportados por la exposición al gas cloro antes y después de la implementación de los protocolos de seguridad.	Número de incidentes y accidentes, Severidad de los incidentes y accidentes	- Número total de incidentes y accidentes reportados. - Gravedad de los incidentes y accidentes, medida por el número de días de trabajo perdidos o el nivel de atención médica requerida.

Elaboración propia

2.3. Población y muestra

La muestra de la población laboral quedó delimitada en la planta de producción de agua potable de la EMPASE, conformadas por los trabajadores y servidores operativos de cada una de las unidades.

El análisis de los riesgos químicos tuvo la prioridad por la exposición al gas cloro con el fin de realizar la caracterización de la identificación y evaluación de los riesgos; posteriormente se ejecutará las entrevistas dirigidas al siguiente personal:

Tabla 5

Personal de unidades entrevistados y encuestados

Personal sujeto de estudio (administrativo)	Cantidades	Personal sujeto de estudio (operativo)	Cantidades
Especialista de producción	1	Supervisores de planta tratamiento	4
Asistente administrativa	1	Laboratoristas	4
Supervisor planta de tratamiento	1	Operadores de planta tratamiento	8



Analista de laboratorio 2	1	Operadores de tanque de carga	4
Analistas de laboratorio 1	2	Guardias de planta	4
Auxiliar de laboratorio	1	Guardias de captación	4
Jefe de mantenimiento	1	Total	28
Técnico eléctrico	2		
Auxiliar de mantenimiento	2		
Auxiliar mantenimiento eléctrico	1		
Auxiliar de servicios	6		
Auxiliar de bodega	1		
Total	20		

Elaboración propia

Esta investigación utilizó una muestra identificada con el método probabilístico para realizar la encuesta la cual será tomada de forma aleatoria con la aplicación de la fórmula que se aplicará a este trabajo de investigación:

$$n = \frac{N * \delta^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + \delta^2 * Z^2}$$

$$= \frac{(48 * (0,25 * 0,25) * (1,96 * 1,96))}{((48 - 1) * (0,05 * 0,05) + ((0,25 * 0,25) * (1,96 * 1,96)))}$$

$$n = \frac{11,52}{0,36} = 32$$

N = Universo o población

n=Tamaño de la muestra

δ^2 = Varianza de la población ($\delta^2 = 0.25$)

E = Limite aceptable de error de muestra (0.05)

Z^2 = Nivel de confianza o nivel de significancia ($Z = 1.96$), es decir un nivel de confianza de 95%

2.4. Técnicas e instrumentos

Con el objetivo de tener un panorama mucho más claro en esta investigación desentrañamos la relación del cuestionario para la encuesta y la entrevista como técnicas e instrumentos, lo cual según (Hernández, 2006, como se citó en Feria et al., 2020) donde

tienen el estatus de “(...) instrumento más utilizado para recolectar los datos...” (p. 310) y lo afirma como “(...) conjunto de preguntas, respecto a una variable o más a medir” (p.310).

2.4.1. Encuesta y cuestionario

Para esta investigación tenemos la encuesta como técnica de referencia, en virtud que es ampliamente utilizada para procedimiento estandarizados de investigación porque posee una variedad de aplicaciones con el fin de obtener y elaborar resultados para describir, predecir y explorar de manera rápida y eficaz (Casas et al., 2003, como lo citó Cevallos, 2022) en su trabajo en la EMAPSE, considerando el nivel de percepción de la seguridad, capacitación, planes de emergencia y contingencia, equipos de protección individual por la exposición al gas cloro.

Por otra parte, en el caso de la entrevistas se estructurarán cuestionarios que, según Acosta (2020) nos permitirá obtener información a través de un conversatorio con los trabajadores entrevistados de los cuatros grupos expuestos al gas cloro en el proceso de desinfección del agua y finalmente se mantendrá la interacción con el representante del departamento de salud y seguridad industrial el formato del Ministerio de Trabajo, quien será entrevistada con preguntas específicas evitando sesgos y limitaciones de la EMAPSE (Medina et al., 2023).

La encuesta estará compuesta por un cuestionario de siete preguntas, las entrevistas se desarrollarán en el marco de entrevistador y entrevistado con preguntas que varían de acuerdo con la operacionalización de las variables en análisis con preguntas y respuesta objetivas que tendrá una valoración en la escala de Likert desde el punto de vista “(...) que el cuestionario se confirma por preguntas de una o más variables que pretenden medir el problema” (Hernández et al., 2018, como lo citó La Rosa, 2022):

1 (Muy insatisfecho)	2 (Insatisfecho)	3 (Neutral)	4 (Satisfecho)	5 (Muy satisfecho)
----------------------	------------------	-------------	----------------	--------------------

2.4.2. Identificación y evaluación de riesgos químicos por exposición de gas cloro.

Las metodologías de identificación y evaluación de riesgos que se utilizarán para este



apartado serán:

- El modelo británico COSHH ESSENTIALS (Control of Substances Hazardous to Health), que fue publicado en 1999 y adaptada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo -INSHT de España, de acuerdo con su Norma Técnica Prevención (INSHT -NTP 935, 2008) que sustituye a la utilizada NTP 750 para caracterizar el peligro de los trabajadores que implica la exposición al gas cloro.
- El modelo francés desarrollado por el Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) que, permitirá conocer el riesgo potencial por exposición a la inhalación del gas cloro considerando entre otras variables las propiedades físicas – químicas, procedimientos de trabajo y valores límites ambientales adaptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 937, 2012)
- El Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio -MESERI, desarrollado por la Fundación MAFPRE (1998) de España, se fundamenta en el análisis de los factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo de incendios de acuerdo con la ficha de seguridad de la sustancia química (Carbuos Metalicos, 2018).

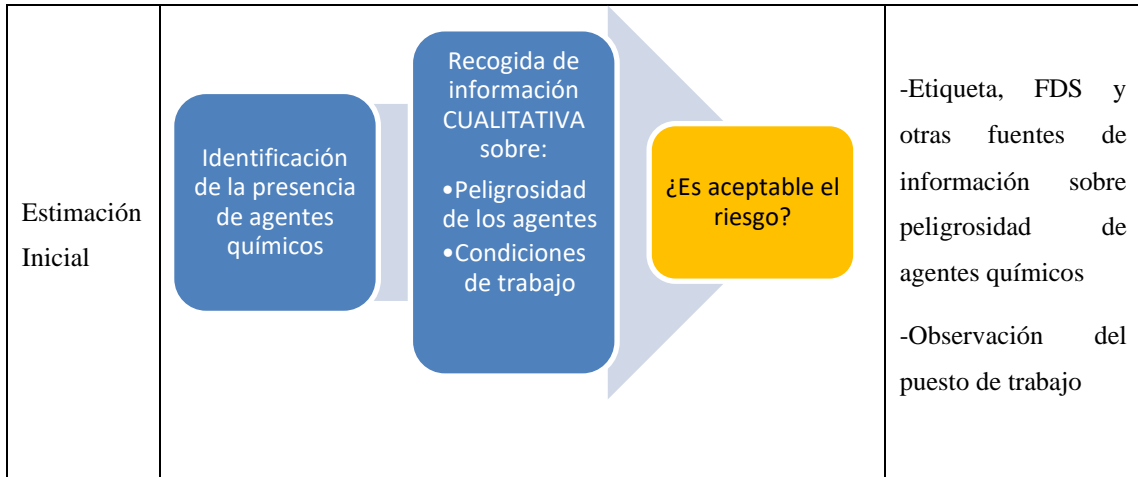
2.4.2.1. El modelo COSHH ESSENTIALS:

El procedimiento, etapa y herramientas para utilizar de evaluación simplificada de riesgos por exposición a la inhalación al gas cloro, será abordada por la NTP 935 en la etapa de evaluación inicial con el fin de recopilar información cualitativamente para lograr una estimación aceptable o en su defecto que no lo sea, para luego implementar las medidas preventivas según la ilustración 1.

Ilustración 1

Procedimiento de evaluación inicial de riesgos por exposición a agentes químicos.

ETAPA	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS
-------	---------------	--------------

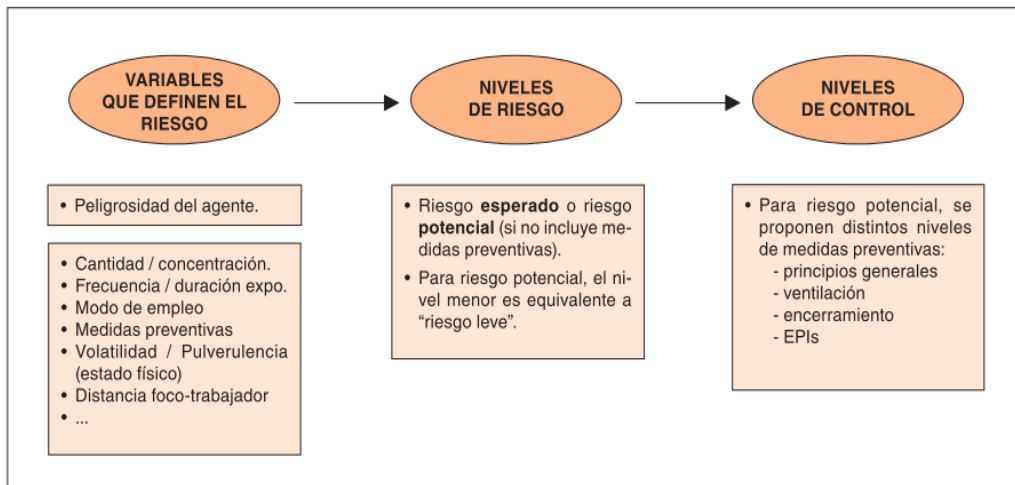


Elaboración propia

Las variables para considerar en el modelo COSHH ESSENTIALS tenemos las que se expone en la ilustración 2, las cuales en la evaluación se basan en la asignación de puntuaciones o nivel a algunos de las siguientes variables:

Ilustración 2

Variables a considerar por análisis de puntos



Nota. Variables que se pueden considerar los modelos cualitativos de evaluación. Tomado de NTP 935

Variable 1: Peligrosidad del agente o sustancia química según frases R o frases H

La peligrosidad del gas cloro, según su etiqueta y ficha de datos de seguridad del anexo 6, esta categorizada seguidamente en las tablas 6 en orden ascendente; priorizando las frases H teniendo como referencia (INSHT -NTP 936, 2008). Los riesgos toxicológicos serán representados con su frase H en la ficha de datos (Carburos, 2018) a excepción de los riesgos por incendios y explosiones que serán tratados en el método de Meseri

Tabla 6

Categoría de peligro según frase H

Clasificación	frases que figuran en su etiqueta y ficha de datos de seguridad
A	H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 Cualquier sustancia sin frases H contenidas en los grupos B a E
B	H302, H312, H332, H371H, 301,
C	H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373
D	H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372
E	H334, H340, H341, H350

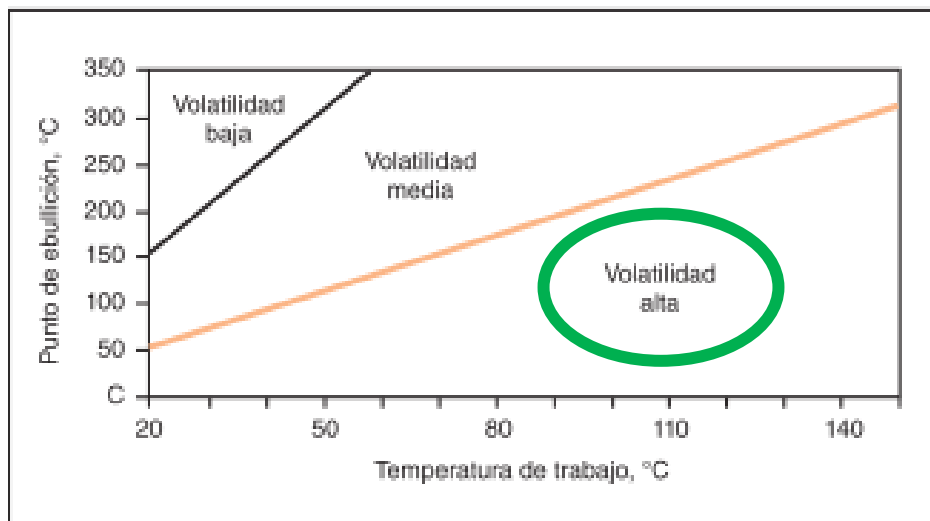
Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Variable 2: Tendencia a pasar al ambiente

Para determinar la tendencia del gas cloro con relación al ambiente, se acudirá a sus características físicas el cual fue sometido al proceso de licuefacción (paso de estado gaseoso a líquido) asumiendo el parámetro del punto de ebullición y temperatura de trabajo representado en la ilustración 3 a partir de la volatilidad en tres categorías:

Gráfico 5

Clases de volatilidad para líquidos



Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Variable 3: Cantidad de sustancia utilizada por operación

La cantidad del gas cloro utilizada en el proceso se clasificará cualitativamente en pequeña, mediana o grande según la tabla 7

Tabla 7

Cantidad de sustancia utilizada en proceso

Cantidad de sustancia	Cantidad empleada por operación
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

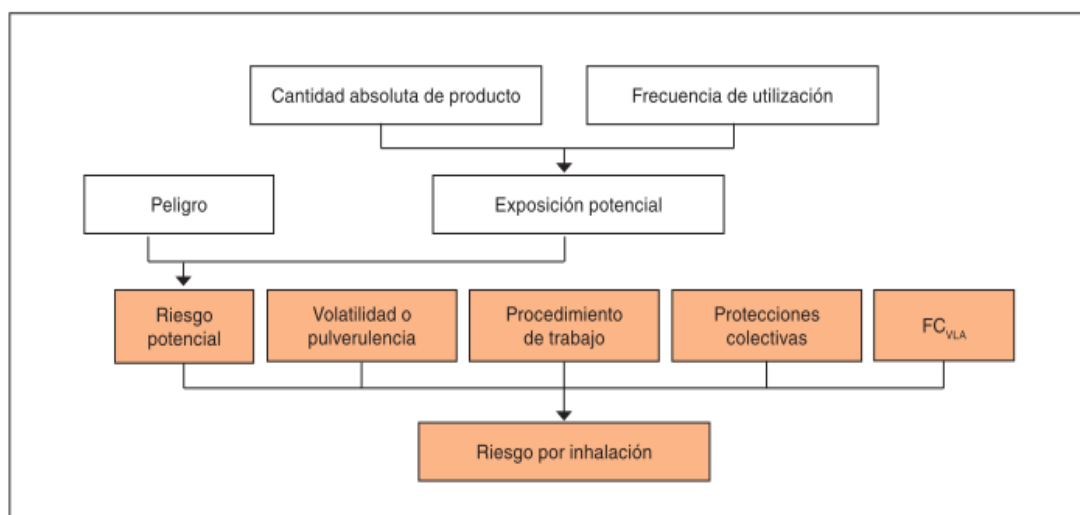
Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

2.4.2.2. El modelo basado en el INRS

La identificación y evaluación de riesgos mediante el modelo simplificado del INRS nos permitirá determinar el nivel de riesgo por exposición del trabajador al gas cloro, tomando en consideración la identificación de peligro, superficie del cuerpo y la frecuencia de la exposición entre otros según la ilustración 4 donde se representa el esquema de evaluación.

Ilustración 3

Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación



Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Riesgo potencial:

La determinación de la variable del riesgo potencial será obtenida por la estimación de la



clase de peligro en la tabla 8 sujeta a la ficha de la hoja de seguridad del gas cloro (Carburos Metalicos, 2018) y la clase de frecuencia.

Tabla 8

Clases de cantidad en función de las cantidades por día

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g ó ml
2	≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l
3	≥ 10 y < 100 Kg ó l
4	≥ 100 y < 1000 Kg ó l
5	≥ 1000 Kg ó l

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

La clase de frecuencia es el periodo de tiempo donde los trabajadores se exponen, durante el proceso de desinfección del agua representada en la tabla 9

Tabla 9

Clases de frecuencia de utilización.

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30'	> 30 - ≤ 120'	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
Semana	≤ 2 h	> 2-8 h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	> 2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase →	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.			

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

La puntuación determinada para la clase de exposición potencial está representada en la matriz de la tabla 10, donde el cálculo de 3 es el equivalente entre la clase de cantidad y



la clase de frecuencia.

Tabla 10

Determinación de las clases de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Posteriormente se obtendrá la variable del riesgo potencial considerando la matriz cruzada en la tabla 11 validada por la clase de peligro en función de las frases H y los valores límite ambientales en la tabla 12.

Tabla 11

Clases de riesgo potencial.

Clase de exposición potencial						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	4	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)



Tabla 12

Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m ³⁽¹⁾
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	> 100
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	> 1 ≤ 10
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40, R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H331 H334 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 H372 EUH029 EUH031	> 0,1 ≤ 1
5	R26, R26/27, R26/28, R26/27/28 R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1

(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10
(2) Posee legislación específica y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno.
(3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente.
(4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno.

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Siguiendo el criterio de la tabla 11 tenemos una relación estimada del riesgo potencial de clase 5 y un valor de 10 000 puntos en la tabla 13.

Tabla 13

Puntuación para cada clase de riesgo potencial

Clase de riesgo potencial	Puntuación de riesgo potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)



Volatilidad o pulverulencia:

A partir de las condiciones físicas del gas cloro para transmitirse al ambiente durante su proceso de desinfección del agua potable; se representará en tres clases de volatilidad como se expresa en la ilustración 3, en función de la presión de vapor se asignará el valor correspondiente según el criterio de la tabla 14.

Tabla 14

Clase de volatilidad

Presión de vapor a la temperatura de trabajo	Clase de volatilidad
$P_v < 0,5 \text{ KPa}$	1
$0,5 \text{ KPa} \leq P_v < 25 \text{ KPa}$	2
$P_v \geq 25 \text{ KPa}$	3

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

El criterio de la tabla 15 permitirá tener un criterio de valoración con la máxima estimación de para la clase de volatilidad.

Tabla 15

Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Procedimientos de trabajo:

Esta variable del procedimiento de trabajo estará considerada dependiendo del sistema de desinfección del agua potable, para lo cual tenemos clase 2 con una estimación de 0,05 punto representados en la ilustración 5, para obtener la valoración del riesgo por exposición.



Ilustración 4

Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanente
Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)	Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...), Manejo y vigilancia de máquinas de impresión...	Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...	Ejemplos: Reactor químico.
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Protección Colectiva:

La protección colectiva como variable cuenta su representación por estimación de 0,7 puntos en la ilustración 6, donde se identifica las diferentes clases en cinco niveles y su valoración ascendente en puntos.

Ilustración 5

Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase.

Trabajo en espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable 		Ausencia de ventilación mecánica 	
Clase 5, puntuación = 10		Clase 4, puntuación = 1	
Trabajos en intemperie 	Trabajador alejado de la fuente de emisión 	Ventilación mecánica general 	
Clase 3, puntuación = 0,7			
Campana superior 	Hendidija de aspiración 	Mesa con aspiración 	Aspiración integrada a la herramienta
Clase 2, puntuación = 0,1			
Cabina de pequeñas dimensiones ventilada 	Cabina horizontal 	Cabina vertical 	Captación envolvente (vitrina de laboratorio)
Clase 2, puntuación = 0,1			Clase 1, puntuación = 0,001

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)



Factor de corrección del valor límite en el ambiente:

Para estimar el factor de corrección en función del valor límite en el ambiente - FC_{VLA} como variable del cálculo del riesgo por exposición al riesgo de inhalación del gas cloro de los trabajadores en el proceso de desinfección del agua; se emplea la tabla 16, en la cual se tiene un FC_{VLA} en unidades de mg/m^3

Tabla 16

Factores de corrección en función del VLA

VLA	FC_{VLA}
VLA > 0,1	1
0,01 < VLA ≤ 0,1	10
0,001 < VLA ≤ 0,01	30
VLA ≤ 0,001	100

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

Cálculo de la puntuación del riesgo por exposición de inhalación del gas cloro:

El valor estimado para determinar el riesgo por exposición de los trabajadores al gas cloro, está considerado en la siguiente formula ponderada que representa la caracterización del riesgo químico:

$$P (Inh) = P(Riesgo Pot) * P(Volat) * P(Proced) * P(Prot colec) * FC (VLA)$$

Donde las variables que han sido determinantes para alcanzar la puntuación de riesgo son:

P (Inh) = Puntuación de Riesgo por inhalación

P (Riesgo Pot) = Puntuación de Riesgo Potencial

P (Volat) = Puntuación de Volatilidad

P (Proced) = Puntuación de Procedimiento

P (Prot colec) = Puntuación de protección colectiva

FC_{VLA} = Factor de corrección por efecto del valor limite en el ambiente.

Remplazamos los valores determinados de cada puntuación:



$$P (Inh) = (10\ 000) * (100) * (0.05) * (0.07) * (1)$$

$$P(Inh) = 3\ 500$$

La puntuación obtenida como resultado de la caracterización del riesgo por exposición al gas cloro de los trabajadores se tomará de la tabla 17 con una prioridad de riesgo moderado.

Tabla 17

Caracterización del riesgo por inhalación.

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT -NTP 936, 2008)

2.4.2.3. Método -MESERI

El Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio -MESERI, permitió evaluar cualitativamente el riesgo de incendio en las instalaciones de la planta de potabilización de agua de la EMAPSE (Ver Anexo 7), el valor final se obtiene como suma de las puntuaciones de los factores agravantes representados por la variable (X) y protectores con la variable (Y) relacionados con los coeficientes constantes de acuerdo con la formula:

$$P = 5/129 X + 5/30 Y.$$

Con el método MESERI se evaluó según la ilustración 6, de forma sencilla cada una de las características existentes de las instalaciones y medios de protección de los cuatros áreas identificadas en la planta San Mateo, con el fin de obtener un resultado de fácil interpretación.

Los factores que intervienen se dividen en dos categorías de factores que se detallan a continuación:



Ilustración 6

Factores agravantes vs. Factores protectores de MESERI

FACTORES PROPIOS DE LAS INSTALACIONES (AGRAVANTES):	FACTORES DE PROTECCIÓN (PROTECTORES):
<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Construcción. 1.2. Situación. 1.3. Procesos. 1.4. Concentración. 1.5. Propagabilidad. 1.6. Destructibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Extintores (EXT). 2.2. Bocas de Incendio Equipadas (BIE). 2.3. Columnas Hidrantes Exteriores (CHE). 2.4. Detectores automáticos de Incendios (DET). 2.5. Rociadores automáticos (ROC). 2.6. Instalaciones fijas especiales (IFE). 2.7. Organización (primera respuesta, segunda y Planes de emergencia)

Elaboración propia

En cuanto al Coeficiente de Protección frente al incendio (P) que se obtuvo de forma global y parcial en cada una de las áreas consideradas, se representó de forma cualitativa el resultado con la escala de valoración en la tabla 18 con el propósito de que se hagan las mejoras correspondientes para disminuir los factores agravantes para minimizar los daños a los trabajadores y los bienes de la EMAPSE.

Tabla 18

Valoración del coeficiente de protección frente al incendio

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno

Nota. Tomado de la Fundación MAFPRE (1998) -MESERI.

2.5 Recolección y Análisis de datos



Para el proceso de la recolección y el análisis de los datos obtenidos en la presente investigación se empleó las siguientes actividades:

Se realizó actividades de vistas programadas en coordinación con el departamento de salud ocupacional y seguridad industrial en la planta de potabilización de agua de San Mateo; con el fin de identificar los peligros y riesgos de exposición al gas cloro en compañía de los trabajadores y responsables técnicos.

Para el proceso de evaluación de riesgos por exposición al gas cloro se elaboró instrumentos de levantamiento de información en campo para cada uno de los métodos COSHH ESSENTIALS, el método INRS y finalmente el método MESERI.

La participación de cada uno de los trabajadores fue libre y voluntariamente en cada uno de los tres turnos de las 24 horas del día; para el caso de los trabajadores que no participen serán excluidos, tal es caso de aquellos que entreguen los instrumentos como las encuestas incompletas.

El análisis estará sometida a herramientas digitales con ayuda de Microsoft Word, Excel



CAPITULO 3

3. RESULTADOS

Se procedió a obtener cada uno de los resultados de acuerdo con los objetivos planteados como la identificación y evaluación de los riesgos químicos concatenados con otras variantes en la exposición del cloro gas en el proceso de producción del agua potable de San Mateo de la EMAPSE.

Los instrumentos que se emplearon fueron el método simplificado COSHH utilizando la NTP 935 para caracterizar el peligro de los trabajadores que implica la exposición al gas cloro por inhalación; así mismo se consideró el método simplificado IRNS empleando la NTP 937 para evaluar el riesgo de absorción por contacto dérmico; finalmente se identificó la vulnerabilidad de y la incipiente respuesta frente a riesgos de incendios de origen químico por el método simplificado MESERI.

3.1. Identificación y evaluación de los factores de riesgos químicos por exposición al gas cloro.

Los factores de riesgos químicos que afectan la seguridad y salud ocupacional del personal operativo expuesto al cloro gas de la planta en el proceso de producción del agua potable se presenta a continuación:

3.1.1. Riesgos químicos por exposición a la inhalación al cloro gas.

Los resultados alcanzados con el fin de determinar la valoración cualitativa del riesgo químico por exposición al cloro gas, según el método COSHH Essentials, inició con la identificación del peligro halladas en el anexo 6 correspondiente a la ficha de seguridad del producto, seguidamente de determino el riesgo potencial descrito en la tabla 19 donde el grado de peligrosidad corresponde al grupo D con sus frases H considerados nocivos por contacto con la piel y por ingestión; toxico con efectos secundarios y graves e incluso mortal por inhalación. Con relación a la alta volatilidad para pasar al ambiente se consideró el punto ebullición y temperatura como lo muestra el grafico 5 con resultados en medianas cantidades usadas. Finalmente, la valoración tiene un riesgo potencial 4; lo que implica a adoptar medidas diseñadas con asesoría técnica de un experto para extremar la verificación continua de la instalación y medición del gas frecuentemente.

Tabla 19 Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a cloro gas.

GRADO DE PELIGROSIDAD	VOLATILIDAD / PULVERULENCIA				
	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media pulverulencia	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4				
NIVEL DE PELIGROSIDAD					
A		B		C	
Irritantes de la piel o los ojos y los que no tengan asignadas frases R de los otros grupos, para cualquier pulverulencia o volatilidad.		Nocivos por inhalación, contacto dérmico o ingestión, para cualquier pulverulencia o volatilidad.		Tóxicos por inhalación, ingestión o contacto con la piel, irritantes de las vías respiratorias, para volatilidad baja o pulverulencia baja o media.	

Nota: El riesgo determinado tiene un potencial de nivel 4, NTP-936



3.1.2. Riesgos químicos por exposición a inhalación de cloro gas, mediante la valoración por puntos.

Este método es mucho más completo que el anteriormente utilizado, por lo cual el método INRS tiene en sus resultados la ventaja de considerar la exposición por inhalación de manera cuantitativa, lo que permite una evaluación más completa del riesgo químico utilizando las siguientes variables:

Donde las variables que han sido determinantes para alcanzar la puntuación de riesgo son:

$P (Inh)$ = Puntuación de Riesgo por inhalación

$P (Riesgo Pot)$ = Puntuación de Riesgo Potencial

$P (Volat)$ = Puntuación de Volatilidad

$P (Proced)$ = Puntuación de Procedimiento

$P (Prot colec)$ = Puntuación de protección colectiva

FC_{VLA} = Factor de corrección por efecto del valor limite en el ambiente.

$$P (Inh) = P(Riesgo Pot) * P(Volat) * P(Proced) * P(Prot colec) * FC (VLA)$$

Reemplazamos los valores determinados para cada una de las variables mediante los puntos determinados cuantitativamente:

$$P (Inh) = (10\ 000) * (100) * (0.05) * (0.07) * (1)$$

$$P(Inh) = 3\ 500$$

El resultado obtenido refleja una valoración del riesgo caracterizado como riesgo probablemente muy elevado; lo que implica implementar medidas correctivas de manera inmediata.



3.2. Evaluación de riesgo de incendios por el método simplificado.

Para la evaluación inicial se utilizó el método simplificado de riesgos de incendios mediante el formato del anexo 7, en las áreas de la planta de producción de agua potable, los resultados de las áreas tomo en consideración los diferentes factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo de incendios:

3.2.1. Evaluación de riesgo de incendios en el edificio administrativo

El resultado obtenido en la tabla 20, como Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio en el área administrativa es igual a 5,09 donde los factores agravantes tal es el caso como los factores concernientes a la Construcción de la edificación, Procesos, Concentración, Propagabilidad, Destructibilidad y la Situación de proximidad o tiempo de llegada del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas son poco predominantes en la valoración del riesgo con una calificación de buena.

Tabla 20

Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio

VALOR DE RIESGO

$$P = 5X/129 + 5Y/30$$

X	(Factores agravantes)	114	Coeficiente en X	4,42	Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio	5,09
Y	(Factores protectores)	4	Coeficiente en Y	0,67		

Finalmente se hizo el ajuste de calificación del riesgo obteniendo un valor de bueno, con el compromiso de implementar la protección entre ellos los planes y brigadas de emergencias.

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno



Superior a 8

Muy bueno

3.2.2. Evaluación de riesgo de incendios en el área de cloración

El resultado obtenido en la tabla 21, como Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio en el área administrativa es igual a 2,71 donde los factores agravantes tal es el caso como los factores concernientes a la Construcción de la edificación, Procesos, Concentración, Propagabilidad, Destructibilidad y la Situación de proximidad o tiempo de llegada del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas son predominantes en la valoración del riesgo con una calificación de muy mala.

Tabla 21

Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio

VALOR DE RIESGO

$$P = 5X/129 + 5Y/30$$

X (Factores agravantes)	70	Coeficiente en X	2,71	Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio	2,71
Y (Factores protectores)	0	Coeficiente en Y	0		

Finalmente se hizo el ajuste de calificación del riesgo obteniendo un valor muy malo, con el compromiso de implementar la protección entre ellos los planes y brigadas de emergencias, equipos fijos como detectores de humo de gases, equipos fijos y móviles contra incendios y las mejoras en los factores agravantes de condiciones subestándar.

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



3.2.3. Evaluación de riesgo de incendios en el área Bodega

El resultado obtenido en la tabla 22, como Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio en el área administrativa es igual a 3,51 donde los factores agravantes tal es el caso como los factores concernientes a la Construcción de la edificación, Procesos, Concentración, Propagabilidad, Destructibilidad y la Situación de proximidad o tiempo de llegada del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas son predominantes en la valoración del riesgo con una calificación de malo

Tabla 22

Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio

VALOR DE RIESGO					
$P = 5X/129 + 5Y/30$					
X (Factores agravantes)	82	Coeficiente en X	3,18	Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio	3,51
Y (Factores protectores)	2	Coeficiente en Y	0,33		

Finalmente se hizo el ajuste de calificación del riesgo obteniendo un valor malo, con el compromiso de implementar la protección entre ellos los planes y brigadas de emergencias y las mejoras en los factores agravantes de condiciones subestándar.

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



3.2.4. Evaluación de riesgo de incendios en el área de Talleres/ Mantenimiento

El resultado obtenido en la tabla 23, como Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio en el área administrativa es igual a 3,98 donde los factores agravantes tal es el caso como los factores concernientes a la Construcción de la edificación, Procesos, Concentración, Propagabilidad, Destructibilidad y la Situación de proximidad o tiempo de llegada del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas son predominantes en la valoración del riesgo con una calificación de malo

Tabla 22

Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio

VALOR DE RIESGO						
$P = 5X/129 + 5Y/30$						
X	(Factores agravantes)	94	Coeficiente en X	3,64	Coeficiente de Protección frente al Riesgo de Incendio	3,98
Y	(Factores protectores)	2	Coeficiente en Y	0,33		

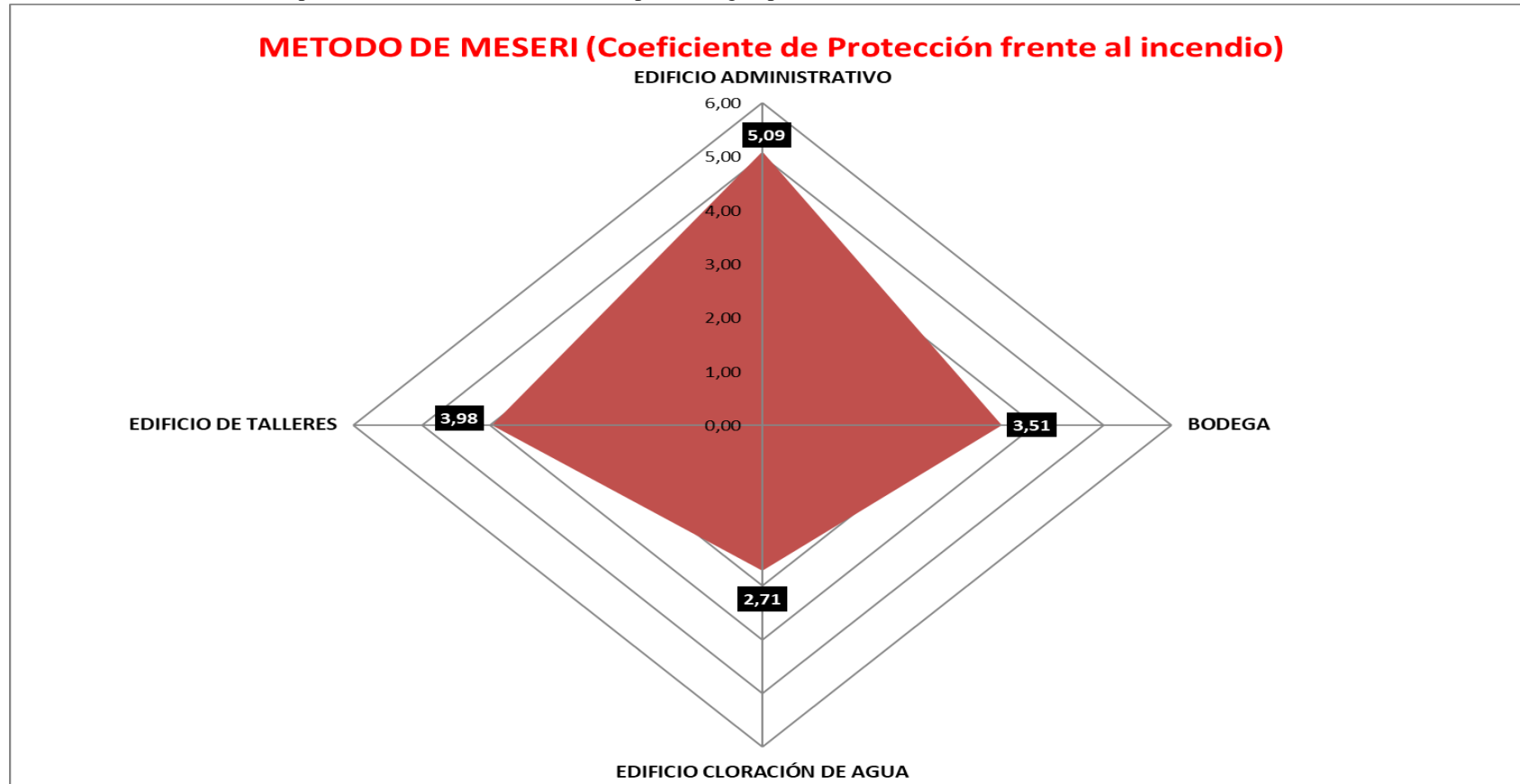
Finalmente se hizo el ajuste de calificación del riesgo obteniendo un valor malo, con el compromiso de implementar la protección entre ellos los planes y brigadas de emergencias y las mejoras en los factores agravantes de condiciones subestándar.

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno

La representación en el gráfico 6 nos permite identificar el comportamiento de los Coeficientes de protección frente a riesgo de incendios en las cuatros áreas de la planta de agua potable EMAPSE. El área de cloración es la más vulnerable a este tipo de desastre vinculado a las características físicas y químicas del gas cloro, seguidamente de bodega con el coeficiente de protección de 3,51 y 3,98 para el área de talleres.

Gráfico 6

Determinación de los Coeficientes de protección frente a incendios en la plata de agua potable EMAPSE.



Nota: En grafico se evidencia el comportamiento de los distintos coeficientes de protección frente al riesgo de incendios resaltando el área con el mayor déficit de protección el área de cloración. Es decir que, ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Oxidante. Mantiene la combustión vigorosamente. Puede reaccionar violentamente con los materiales combustibles. El gas es más pesado que el aire y puede concentrarse a poca altura o desplazarse por encima de la superficie, en donde puede encontrarse con una fuente de ignición. (Carbueros Metalicos, 2018)



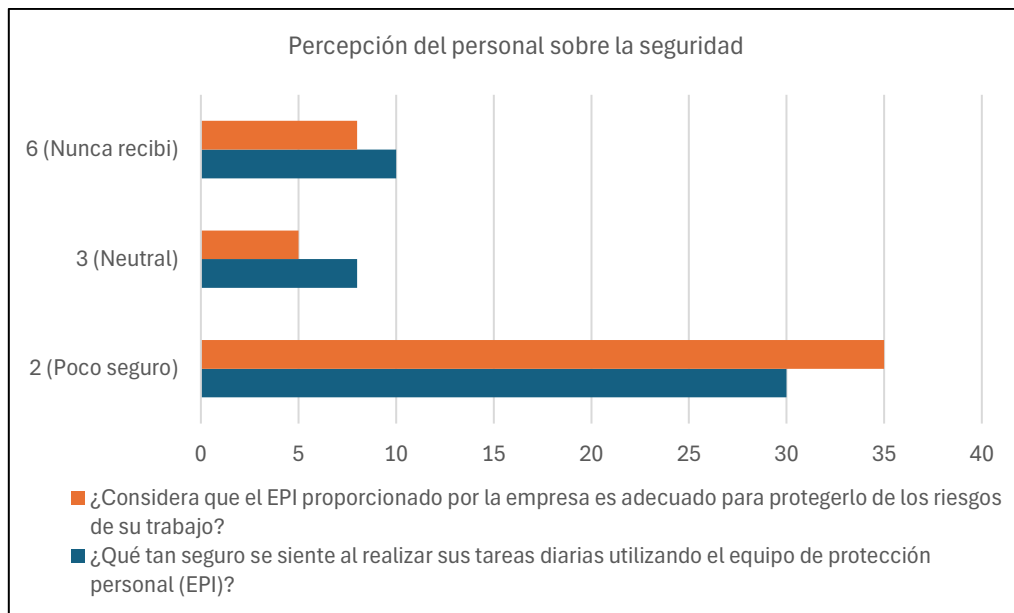
3.3. Percepción del personal sobre su seguridad frente a los riesgos químicos en el proceso de producción agua potable en la planta de San Mateo.

Se desarrolló la encuesta a todos los trabajadores de la planta de producción de agua potable esto con el fin de conocer la percepción de la seguridad como la dotación, uso, mantenimiento, capacitación de los equipos de protección como última barrera frente a la exposición del gas cloro en la planta, mediante la escala de valoración detallada en las siguientes figuras:

Los resultados de la figura 7 revelan que la percepción de los trabajadores frente a la protección la empresa no ha dotado adecuadamente, la parte remanente se distribuye en la neutralidad y la negación de haber recibido.

Gráfico 7

Percepción del personal sobre la seguridad



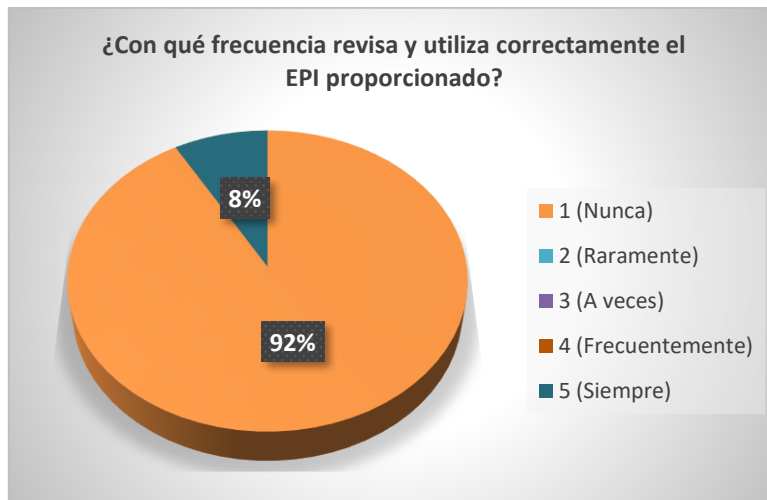
Elaboración propia.

En cuanto a los resultados visualizados en el gráfico 8, se indicó que nunca se utiliza correctamente el equipo de protección proporcionado, el mismo que guarda una correlación en el comportamiento en el gráfico 9, donde se reveló que nunca han recibido capacitación sobre el uso del mismo, otro grupo señaló que prefiere mantener neutral para verse afectado como ser despedido por representante de la empresa.



Gráfico 8

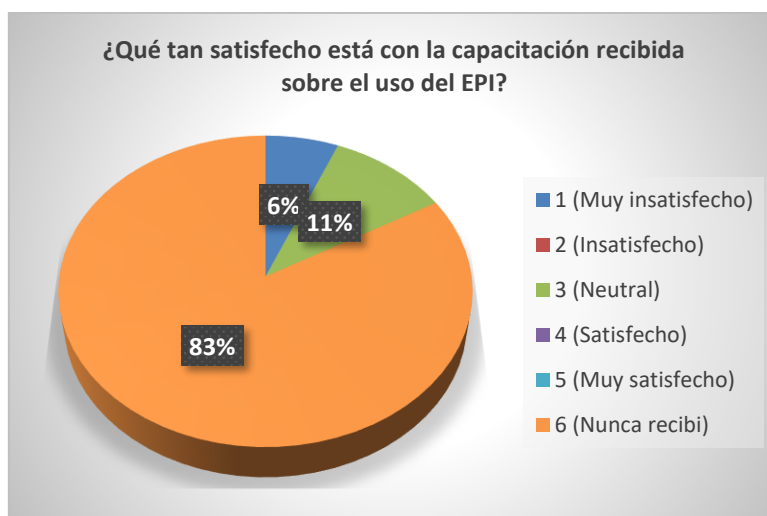
Percepción de condición y revisión de EPI



Elaboración propia.

Gráfico 9

Percepción de capacitación



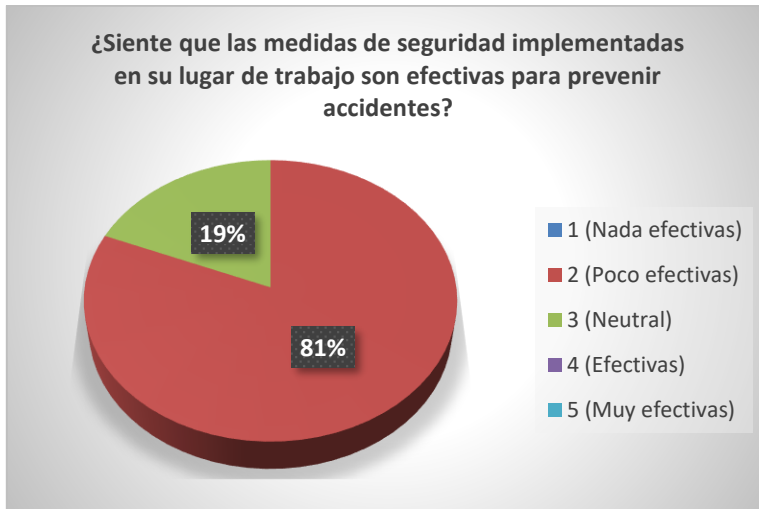
Elaboración propia.

Los datos obtenidos sobre la percepción de la seguridad como el implemento de medidas en el gráfico 10, encaminadas a la prevención de accidentes por exposición del gas cloro, revela que 8 de cada 10 trabajadores encuestados siente poco efectivas las medidas y otro de casi 2 de cada diez trabajadores se mantienen en la neutralidad en sus comentarios.



Gráfico 10

Percepción de seguridad para prevenir accidentes

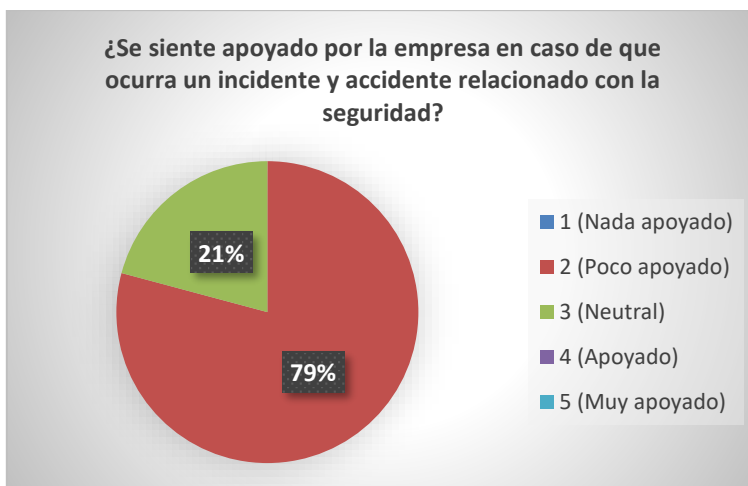


Elaboración propia.

Los resultados del grafico 11, revela que 8 de cada 10 trabajadores no se sienten apoyados por la gestión de seguridad y salud ocupacional de la empresa en caso de incidentes y accidentes esto por la deficiente gestión y permanencia de la unidad de seguridad y salud ocupacional y la representación del comité de empresa, a diferencia de otro grupo donde dos de cada diez trabajadores se mantienen neutral en sus comentarios.

Gráfico 11

Percepción de personal ante la respuesta de apoyo de la empresa



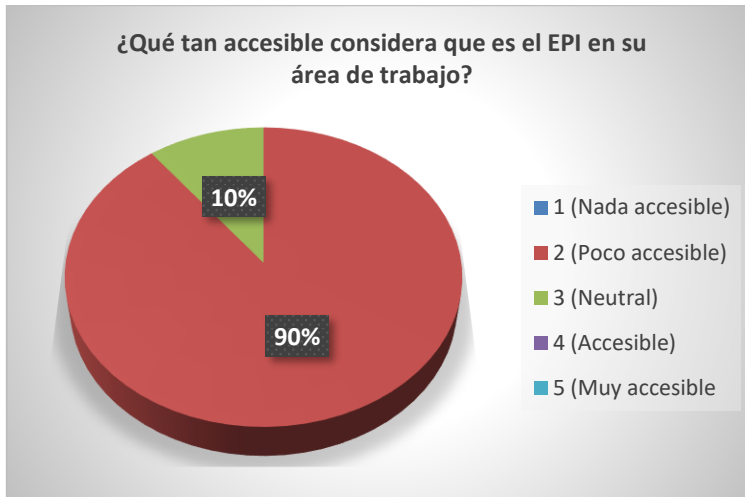
Elaboración propia.



En el gráfico 12, los resultados sobre la accesibilidad a los equipos de protección de acuerdo con el área trabajo, donde 9 de cada 10 trabajadores declararon que es poco accesible a diferencia de uno de cada diez trabajadores se mantienen neutral.

Gráfico 12

Percepción de accesibilidad a EPI



Elaboración propia.

3.4. Frecuencia de uso de equipos de protección individual de los trabajadores

En el gráfico 13, la frecuencia del uso de los equipos de protección del personal operativo radica mayormente en que, una sola vez hasta cuatro veces de forma descendente desconociendo la importancia de estar protegido.

Gráfico 13

Frecuencia de uso de EPI de los trabajadores



Elaboración propia.

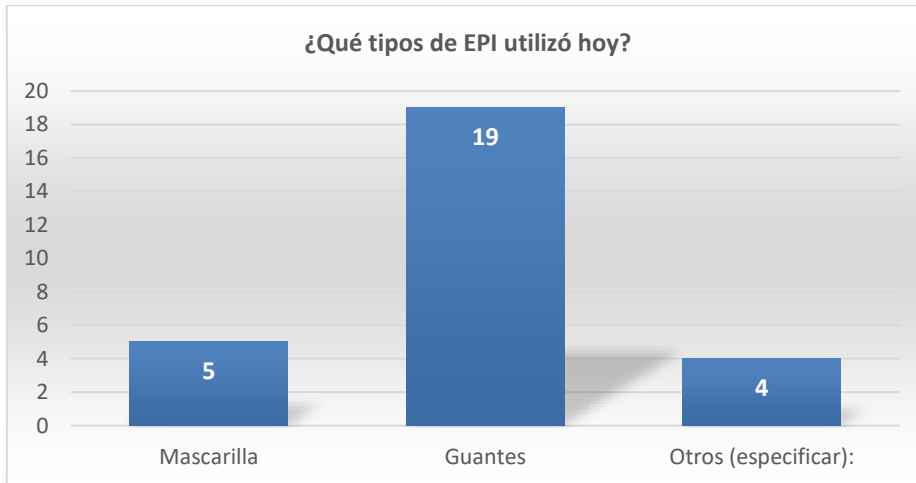
Los trabajadores operativos indicaron que los guantes de protección en las manos es la



que más usan, seguido de mascarillas y otros en menor donde señalaron que no han entregado por la deficiencia del departamento de seguridad y salud, evidenciado en el gráfico 14.

Gráfico 14

Tipo de EPI de los trabajadores

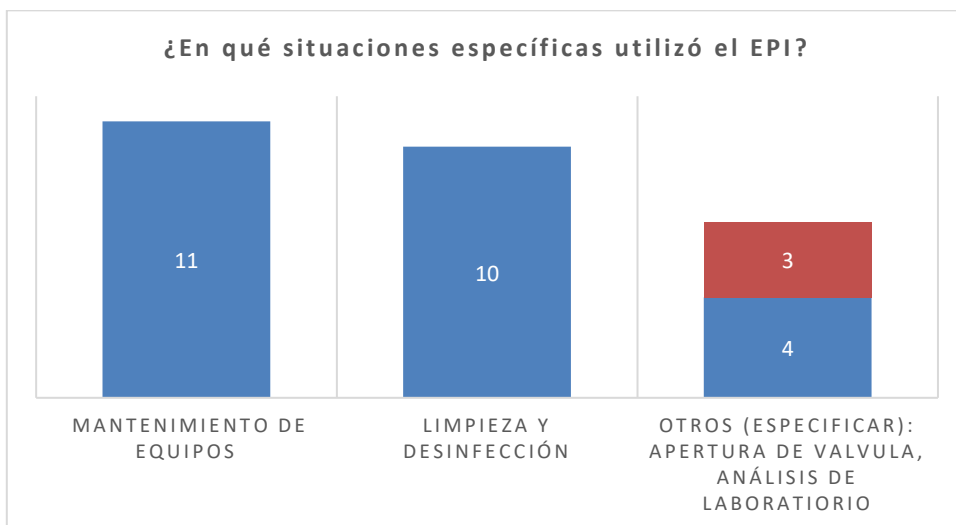


Elaboración propia.

En el gráfico 15, los resultados obtenidos para conocer las actividades donde los trabajadores usan los EPI informaron que, mayormente las actividades de limpieza y mantenimiento son las actividades donde usan con relación a otras de como apertura de válvulas y análisis de laboratorio.

Gráfico 15

Frecuencia de uso de EPI ante condiciones de trabajo



Elaboración propia.

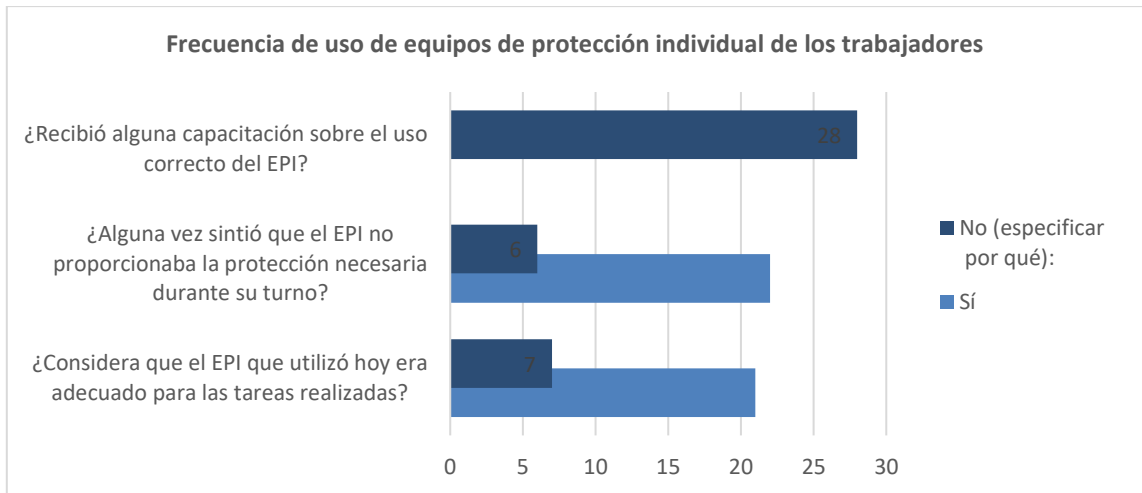
El gráfico 16, relacionado con la frecuencia de uso de los equipos de protección con



conocimiento adquirido en capacitación sobre la importancia y uso adecuado los trabajadores indicaron que no han recibido por la ausencia del departamento de seguridad y salud ocupacional a diferencia de la precepción negativa para procesos de mayor riesgo.

Gráfico 16

Conocimiento de uso adecuado de EPI

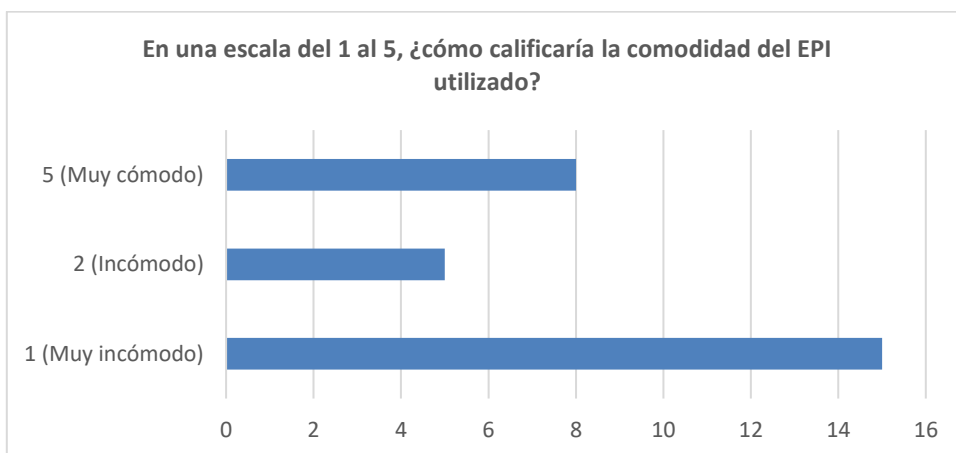


Elaboración propia.

Los datos obtenidos de los trabadores como se reflejan en el grafico 17, la frecuencia de uso de los equipos de proteccion en su mayoría resulta muy incomodo como la en menor detalle es incomodo para desarrollar el trabajo.

Gráfico 17

Comodidad en el uso de EPI de los trabajadores



Elaboración propia.

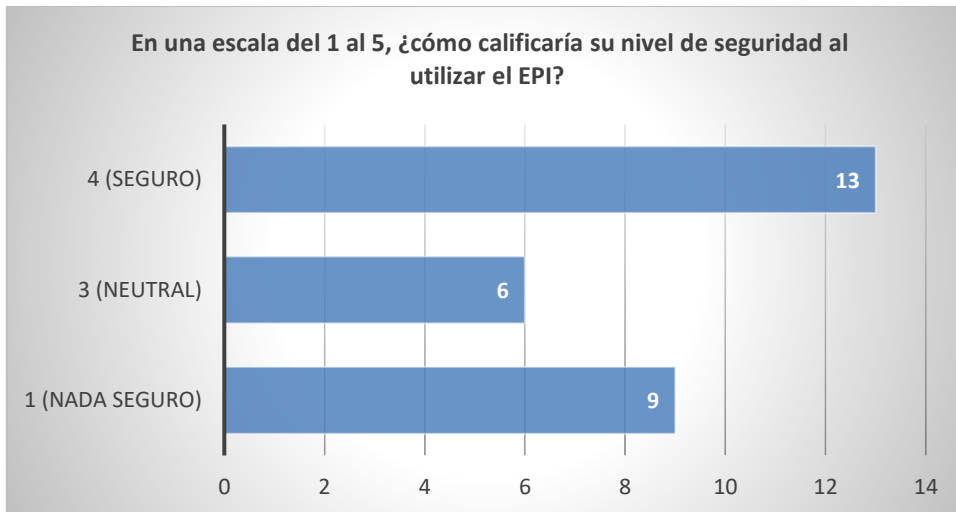
El nivel de seguridad relacionado con la frecuencia al usar los EPI, en el grafico 18, los



trabajadores valoran su seguridad en las actividades frente a otro grupo que no ven seguridad en los EPI.

Gráfico 18

Nivel de seguridad al utilizar de EPI



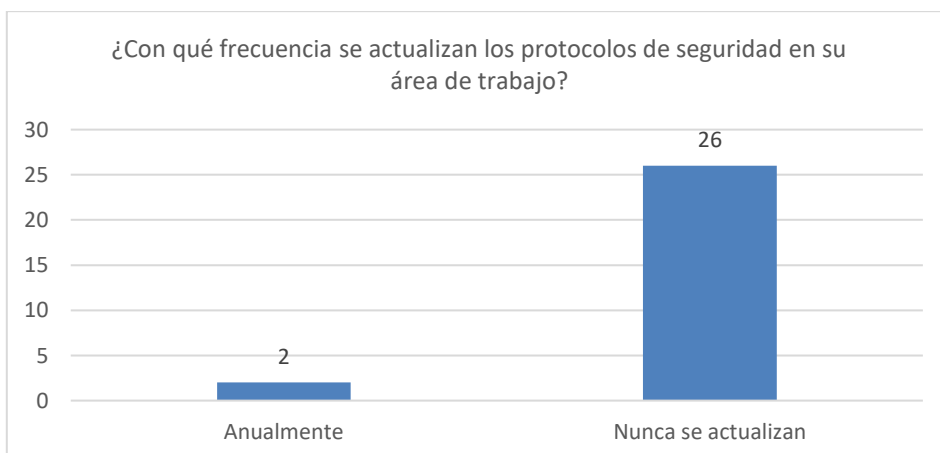
Elaboración propia.

3.5. Seguimiento de la implementación de protocolos de seguridad

Con relación a la frecuencia de actualización de los protocolos de seguridad en el área de trabajo se obtuvo en el grafico 19, respuesta que la mayoría es decir 26 de los 28 trabajadores indicaron que nunca se hace actualización.

Gráfico 19

Actualización de protocolos de seguridad



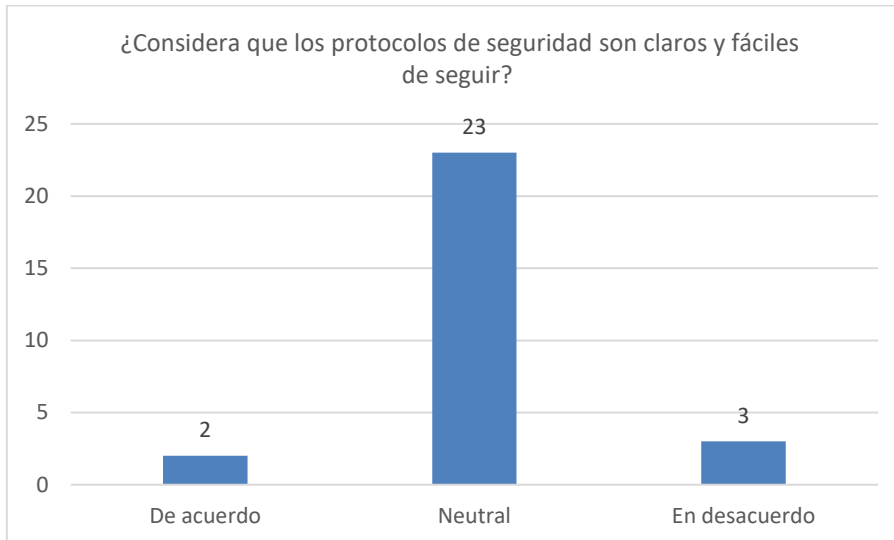
Elaboración propia.



El gráfico 20 nos permite identificar las respuestas sobre la interpretación de los protocolos para seguir cada recomendación, 23 trabajadores de los 28 entrevistados se mantuvieron neutral en respuesta por la falta de protocolos establecidos por la empresa.

Gráfico 20

Seguimiento de protocolo de seguridad

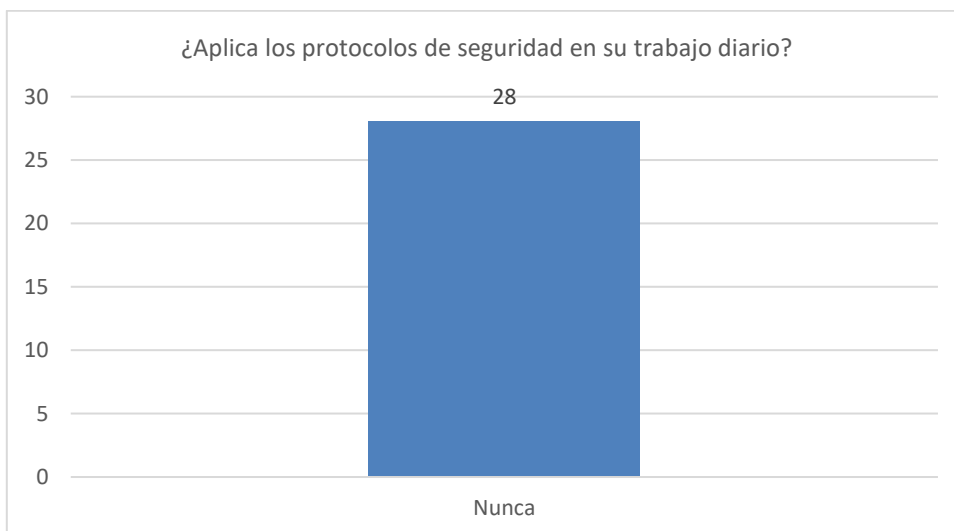


Elaboración propia.

En cuanto a la aplicación diaria de los protocolos de seguridad la totalidad de los trabajadores reportaron que nunca aplican las recomendaciones por la falta de los protocolos implementados por la empresa, según el gráfico 21.

Gráfico 21

Aplicación de protocolo en puesto de trabajo



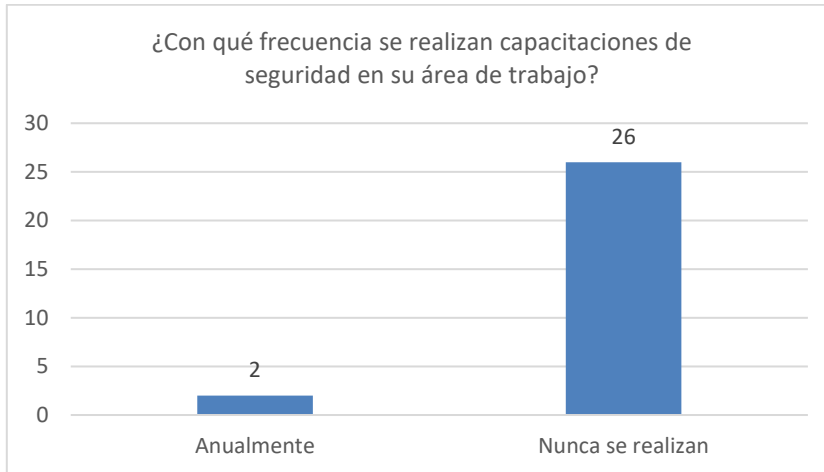
Elaboración propia.



Los trabajadores en su gran mayoría indicaron en el grafico 22, que la capacitación sobre la activación de protocolos de seguridad, nunca se ha realizado en el área de trabajo con el fin de seguir pasa a paso las recomendaciones.

Gráfico 22

Capacitación sobre protocolo de seguridad

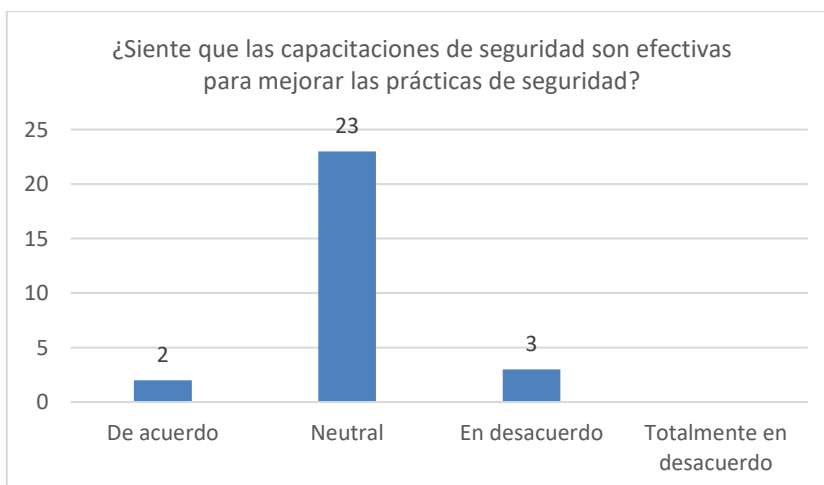


Elaboración propia.

En el grafico 23 los trabajadores reportaron la información sobre la apreciación neutral de la efectividad de las capacitaciones en seguridad con el fin de causar señalamientos por la máxima autoridad de la empresa.

Gráfico 23

Practicas de seguridad



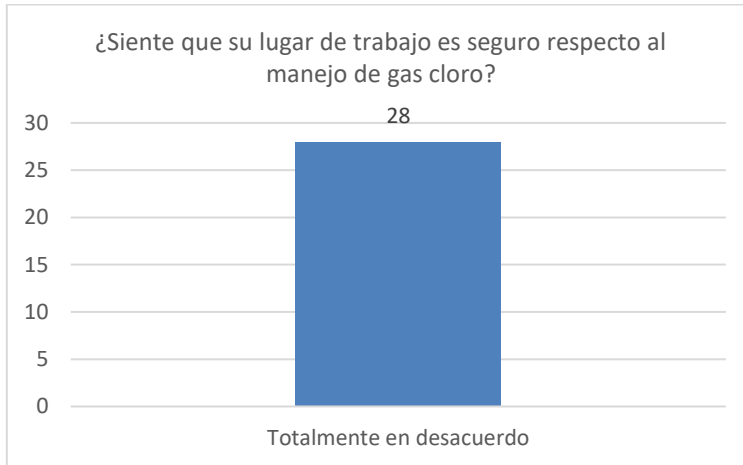
Elaboración propia.



En cuanto a la sensación de seguridad en el manejo de gas cloro los trabajadores indicaron que están totalmente en desacuerdo señalado por la mayoría de los entrevistados, según el grafico 24

Gráfico 24

Puesto seguro por manejo de gas cloro

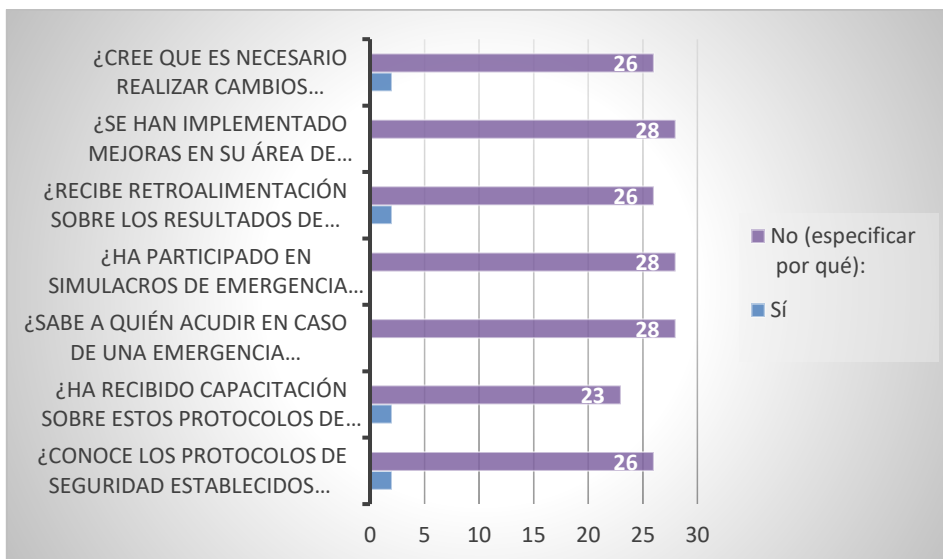


Elaboración propia.

En el grafico 25 los trabajadores señalaron de manera negativa sobre la implementación teórica y práctica de los protocolos de seguridad de la empresa, al igual que la falta de simulacro de actuación frente a emergencias, la misma tendencia se evidencia a quien reportar adecuadamente como el hecho del desconocimiento total por falta de capacitación.

Gráfico 25

Participación en implementación de protocolos de seguridad



Elaboración propia.



3.6. Evaluación de Índices reactivos de accidentes relacionados con Gas Cloro

La importancia de conocer los índices reactivos para determinar el índice de frecuencia de accidentabilidad como el índice de gravedad propio de los registros históricos de la empresa, en la tabla 21 los trabajadores entrevistados informaron que no ha existido en el último año ningún accidente propio producto del manejo de gas cloro.

Tabla 21

Índices reactivos de la empresa

Preguntas	Sí	No
¿Ha ocurrido algún incidente relacionado con la exposición al gas cloro en su área de trabajo en el último año?	0	28
¿Tuvo que ausentarse del trabajo debido a un incidente relacionado con el gas cloro en el último año?	0	28
¿Requirió atención médica debido a un incidente relacionado con el gas cloro en el último año?	0	28
¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre las medidas de seguridad actuales relacionadas con la exposición al gas cloro?	0	28

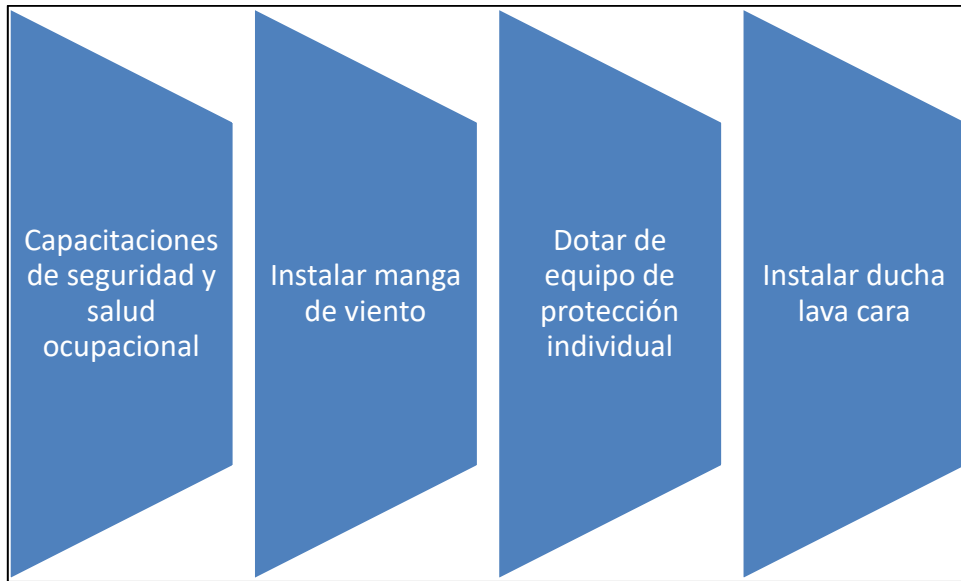
Elaboración propia.

Finalmente, se obtuvo de los trabajadores comentarios que aportan para mejorar la seguridad en sus puestos de trabajos como es el caso de la instalación de mangas de vientos, lo cual permitirá a los trabajadores visualizar y desplazarse hasta un punto seguro de acuerdo al comportamiento de viento producto de la fuga accidental de gas cloro. La implementación de ducha lava cara forma parte de los comentarios que la empresa debe entregar a fin de retirar y disminuir el impacto del gas cloro en el rostro de los trabajadores. La dotación de los equipos de protección individual como la capacitación de cada uno de los trabajadores forma parte de los comentarios para evitar accidentes producto del proceso de producción de agua potable según la ilustración 7



Ilustración 7

Comentarios de los trabajadores



Elaboración propia.



CAPITULO 4

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por intermedio de los métodos de evaluación de riesgos químicos como son: COSHH Essentials, INRS y MESERI dejan en evidencia la presencia de riesgos potenciales para el personal operativo los cuales están expuestos a la inhalación del gas cloro en la planta de producción de agua potable en San Mateo.

4.1. Riesgos identificados y análisis de vulnerabilidad del personal operativo

Los hallazgos obtenidos mediante la aplicación del método COSHH Essentials revelan que el gas cloro, utilizado en la potabilización del agua, representa un riesgo químico, clasificado en el grupo D según su ficha de datos de seguridad, esto debido a la toxicidad y capacidad de afectar gravemente las vías respiratorias. El análisis de volatilidad y la frecuencia de uso del gas también indican un riesgo relevante sobre todo cuando los cilindros de cloro son manipulados de forma insegura.

La principal evidencia que se halló fue la exposición de los trabajadores al gas cloro, esto por la falta de procedimientos operativos estandarizados y el uso deficiente de equipos de protección individual; en cuanto a la importancia de los mismo en la mitigación del riesgo, se identificó que un porcentaje considerable de los trabajadores no utiliza estos equipos de manera correcta o consistente, lo que incrementa su vulnerabilidad. Esto coincide con los estudios de Bautista (2022) quien señaló que la falta de capacitación y la ausencia de los equipos de protección individual adecuados en plantas similares aumenta el riesgo en un 75% la probabilidad de accidentes por la exposición a gas cloro.

En comparación con estudios como el de Luna (2019) los resultados en la planta de San Mateo son aún más preocupantes, dado que el 47% de las fugas de gas cloro en la planta están relacionadas con el mal estado de las válvulas y la manipulación inadecuada durante el cambio de cilindros. Esto llama la atención sobre los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo deben ser revisados y mejorados de manera urgente por personal especializado.

4.2. Evaluación de la protección colectiva y la efectividad de los sistemas de seguridad



La evaluación por el método INRS indicó que la protección colectiva es ineficiente, principalmente debido a la falta de sistemas de detección de gases y una insuficiente planificación ante emergencias. En el caso de simulacros de evacuación, ante la falta de en los planes de seguridad en la planta se debe incluirse a todos los trabajadores, usuarios en general y comunidad para reducir el riesgo de que una fuga de gas cloro. Este hallazgo se relaciona con el estudio de Cevallos (2022) quien encontró que una planificación deficiente ante emergencias en plantas de tratamiento de agua pone en riesgo no solo a los trabajadores, sino también a las comunidades circundantes, tal como ocurre en este estudio.

4.3. Evaluación de riesgos de incendio y medidas de control

Los resultados obtenidos mediante el método MESERI determina que el área de cloración presenta un riesgo elevado de incendio debido características físicas y químicas del gas cloro ante la falta de un sistema de detección de incendio. La planta carece de rociadores automáticos y detectores de gas, lo que hace que la respuesta ante un incidente sea lenta e ineficaz. Como se detalla en la Tabla 18, la valoración del coeficiente de protección frente al incendio fue mala, con un resultado de 3.51. Esto revela que el riesgo de incendio es inminente, una situación que se agravaría por la falta de capacitación del personal en manejo de incendios. Adicionalmente, sino se hacen mejoras dentro de los factores protección y no disminuimos los riesgos de incendios.

Los hallazgos del estudio coinciden con los de Barahona et al. (2021) quienes subrayaron que la dispersión atmosférica de gases tóxicos puede extenderse varios kilómetros en caso de una fuga severa, afectando a comunidades aledañas.

4.4. Vulnerabilidad de la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y la comunidad circundante.

Los datos obtenidos en la encuesta y entrevistas reflejan que el 78% de los trabajadores no se sienten seguros durante la manipulación del gas cloro. Los trabajadores perciben un alto nivel de riesgo debido a la falta de entrenamiento en emergencias y el estado deficiente de los equipos de seguridad de la empresa. Además, la falta de un plan de emergencia y contingencia que incluya simulacros regulares y la capacitación para todo el personal operacional y administrativo es una de las deficiencias identificadas en esta investigación.



Este estudio también destaca que la seguridad no solo se ve comprometida para los trabajadores, sino también para la población circundante. Relacionando el análisis mediante el software ALOHA que en su momento reveló que una fuga de gas cloro podría afectar a comunidades en un radio de hasta 9.8 kilómetros, dependiendo de las condiciones atmosféricas, lo que incluye áreas pobladas; en este caso de estudio tenemos la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Camal Municipal, Planta de Asfalto y varios asentamientos agrícolas. La necesidad de implementar un plan de evacuación para estas comunidades es urgente, tal como sugieren estudios previos en escenarios de fugas tóxicas (Ferruz et al., 1999).

4.5. Comparación con la normativa regulatorio vigente

La situación actual en la planta de San Mateo también viola lo estipulado en la NTE INEN 2266, que regula el manejo y etiquetado de materiales peligrosos. Esta normativa permite que las empresas deben preparar a sus trabajadores para garantizar la capacitación continua y el uso correcto del equipo de protección individual, lo cual, según los resultados de este estudio, no se está cumpliendo. La falta de cumplimiento de estas normativas incrementa la exposición al riesgo de los trabajadores y las comunidades circundantes.



CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

La exposición a la inhalación de gas cloro de los trabajadores, ha puesto al descubierto las deficiencias en la gestión de seguridad y salud ocupacional de la empresa. Los resultados obtenidos mediante la aplicación de los métodos de evaluación COSHH, INRS y MESERI evidencian que los riesgos asociados al uso del gas cloro requiere la implementación de medidas preventivas y correctivas donde se presentan las principales conclusiones de nuestro estudio:

1. El riesgo químico del gas cloro; representa un alto nivel de peligrosidad para el personal operativo debido a su capacidad tóxica y su volatilidad, lo que aumenta el riesgo de inhalación en caso de fugas o humanos. La evaluación de riesgos por el método COSHH Essentials, clasifica esta sustancia como un agente químico de riesgo alto (grupo D), lo que requiere medidas de control más rigurosas en todas las etapas del proceso de producción del agua.
2. Se identificó una deficiencia en la dotación de equipo de protección individual por parte del personal operativo; al igual que la falta de capacitación sobre el uso y la respuesta ante emergencias, lo cual guarda estrecha relación con el bajo nivel de confianza de los trabajadores respecto a su seguridad en la planta.
3. La protección colectiva de la planta, en el caso de la ventilación adecuada y los sistemas de monitoreo de gases, son inexistentes. La planta no cuenta con sensores de detección de cloro ni con alarmas automáticas que permitan una respuesta rápida en caso de emergencia, esto agravado por la falta de simulacros y la ausencia de procedimientos y protocolos.
4. El área donde se origina el proceso de cloración representa riesgos de incendio debido a las características de físicas-químicas del gas cloro y la falta de sistemas de protección contra incendios, falta de detectores automáticos y rociadores contra incendios.
5. El incumplimiento de las normativas en materia de seguridad y salud ocupacional representa vulneración a los derechos de la seguridad de los trabajadores, como el Código del Trabajo del Ecuador, la Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones y la NTE INEN 2266, que regula el manejo de materiales peligrosos.



5.2. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda implementar un plan de capacitación en coordinación del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas para los trabajadores operativos de la EMAPSE, sobre el uso correcto de los equipos de protección individual y colectivos durante la manipulación del gas cloro en situaciones de emergencia.
2. La EMAPSE, deberá implementar un sistema de detectores automáticos de gas cloro, ventilación mecánica y mangas de vientos, las cuales estarán ubicadas en el área de almacenamiento y manipulación de los cilindros de gas cloro; cabe indicar que estos sistemas deberán estar conectados al sistema de alarmas visuales y acústicas para alertar a todos los trabajadores y visitantes durante la presencia de gas cloro en el ambiente, siguiendo la propuesta en el anexo 13.
3. La EMAPSE deberá establecer un plan de emergencias y simulacros de evacuación para los trabajadores operativo y administrativo. Los simulacros deberán incluir escenarios de fuga de gas cloro y la respuesta inmediata frente a posibles incendios en las instalaciones con la participación de comunidades circundantes.
4. La EMAPSE implementará un procedimiento sobre el manejo de los cilindros de gas cloro en la planta, conforme norma NTE INEN 2266 para minimizar el riesgo de accidentes de los trabajadores durante las actividades de almacenamiento, transporte y manipulación del gas cloro.
5. La EMAPSE deberá establecer una cultura de comunicación en temas de seguridad y salud ocupacional donde los trabajadores se sientan libres de reportar situaciones peligrosas. Esta cultura debe ser promovida por la gerencia general de la empresa, con el apoyo de supervisores y responsables de seguridad y salud ocupacional.
6. Finalmente se recomienda para estudios posteriores evaluar el comportamiento de las medidas implementadas frente a los riesgos identificados en el proceso de producción de agua potable tomando en consideración el incremento de la población en la zona de influencia de la EMPRESA PÚBLICA MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ESMERALDAS



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA]. (2019). *Los estándares del Reglamento Nacional primario de Agua Potable*.

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/2000UDMO.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000+Thru+2005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR]. (2016). *Resúmenes de Salud Pública - Cloro (Chlorine)*.

https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs172.html

Asamblea Nacional. (2005). *Código del Trabajo*. Lexis.

<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-trabajo#F05886690DB139A9FF65840D524C376F577F7C0A>

Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Lexis.

<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2009). *Ley Orgánica del Consejo de Participación Ciudadana y Control Social*. Lexis, 1–21.

<http://www.cpcs.gob.ec/wp-content/uploads/2016/12/Ley-Org-CPCS.pdf>https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_org8.pdf

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2015). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud e los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo. Decreto ejecutivo 2393*, 1–230.

Barahona Alvear Natalia, Hernán Tixi Toapanta, H. G. I. (2021). *Fugas de gas cloro : Estudio de los escenarios usando el software ALOHA*. 6(6), 1063–1077.

<https://doi.org/10.23857/pc.v6i6.2805>

Carbueros Metalicos. (2018). *Ficha de datos de seguridad del gas cloro*. 1–17.

[https://www.infogases.com/PDF/SDS Cloro.pdf](https://www.infogases.com/PDF/SDS%20Cloro.pdf)

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2003). *La encuesta*



- como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atencion Primaria*, 31(8), 527–538.
<https://doi.org/10.1157/13047738>
- Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos [CDC]. (2024). *Códigos de protección personal y saneamiento*. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/protect.html>
- Comunidad Andina de Naciones [CAN]. (2004). *Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Decisión-Acuerdo-Cartagena-584.pdf
- Consejo Nacional de Competencias. (2022). *Mancomunidad de Esmeraldas, Atacames y Rioverde*. <https://www.competencias.gob.ec/01-depositorio-mancomunidades-y-consorcios-paginas-individuales-cnc/mancomunidad-de-gobiernos-autonomos-descentralizados-municipales-de-los-cantones-de-esmeraldas-atacames-y-rio-verde-para-la-prestacion-del-servicio-de-agua>
- Doll Elizabeth Acosta Hoyos. (2020). *Diferencia entre encuesta, entrevista y cuestionario*. https://prezi.com/lia3wvrtv0_r/diferencia-entre-encuesta-entrevista-y-cuestionario/
- Ferruz, R.; Peña, J. A., Y., & Santamaria, J. (1999). Peligrosidad en instalaciones de manejo de cloro. *Mapfre*.
<https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/media/group/1020430.do>
- Fundación MAFPRE. (1998). *Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio : MESERI*. N° 64, 4° Trimestre.
<https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/en/bib/52190.do>
- Gerencia General. (2023). *Informe de Rendición de Cuentas*.
<https://epmapse.gob.ec/rendicion-de-cuentas-2023/>
- Hernán Fera Avila; Margarita Matilla Gonzalez; Silverio Mantecón Licea. (2020). LA ENTREVISTA Y LA ENCUESTA: ¿MÉTODOS O TÉCNICAS DE



- INDAGACIÓN EMPÍRICA? *La Contratación Pública En América Latina*, 73–83.
<https://doi.org/10.2307/j.ctv1503jkb.6>
- INSHT -NTP 935. (2008). NTP 935: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo, I*, 1–6.
- INSHT -NTP 936. (2008). NTP 936: Agentes químicos : evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. *Notas Técnicas de Prevención, Ii*, 1–6.
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/936w.pdf>
- INSHT -NTP 937. (2012). NTP 937 Agentes Químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). *Ciencias Ergo Sum*, 3(3), 286–294.
<https://www.insst.es/documents/94886/326879/937w.pdf/9f3ff227-acfa-46b2-8613-355f5d057ad7>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social [IESS]. (2016). *Resolución C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2020). *Proyeccion cantonal total 2010-2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales-2010-2020/>
- Ivan Antonio Bautista Rivera. (2022). *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. 0*, 1–23.
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/18800>
- Karla Lilibeth Cevallos Angulo. (2022). *Valoración de riesgos químicos en la producción de agua potable de la planta de tratamiento de agua de la Empresa Pública Mancomunada de Agua Potable y Saneamiento de Esmeraldas*.
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5ee9db69-5f6f-41ec-ab54-92b99568f643/content>
- La Rosa Loayza Marylin Haydee. (2022). Seguridad industrial y el desempeño laboral



de los trabajadores de la empresa Inquimica Normita SAC, Huarochirí, 2022.
Proceso de Gestion de Compras de La Empresa Cencosud S.A. Metro, 1, 67.
<https://bit.ly/3BXwq5b>

Luna Gualpa KATHERINE Maribel. (2019). “Gestión De Riesgo Químico Y Elaboración Del Manual De Manejo Seguro De Cloro Gas Para La Empresa Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De La Ciudad De Ibarra Emapa-I.” In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9206>

Medina Miguel; Rojas Rómulo; Bustamante Wilder; Loaiza Raquel; Martel Christian; Castillo Roxana. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. In Editorial: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C (Ed.), *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

NTE INEN 2266. (2017). *TRANSPORTE, ETIQUETADO, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEMATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS*.
<https://www.studocu.com/ec/document/instituto-tecnologico-superior-cruz-roja-ecuatoriana/primeros-au/residuos-peligrosos-2266/26282267>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda*.
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Presidencia de la República del Ecuador. (2024). *Decreto Ejecutivo No. 255*.
<https://www.trabajo.gob.ec/reglamento-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

Verónica Muñoz Canales, J. L. R. (2021). *ARMAS QUÍMICAS: DESCRIPCIÓN GENERAL DE TIPOS, RIESGOS Y TRATAMIENTOS*. 35, 1–15.
<http://revistas.pucp.edu.pe/quimica>

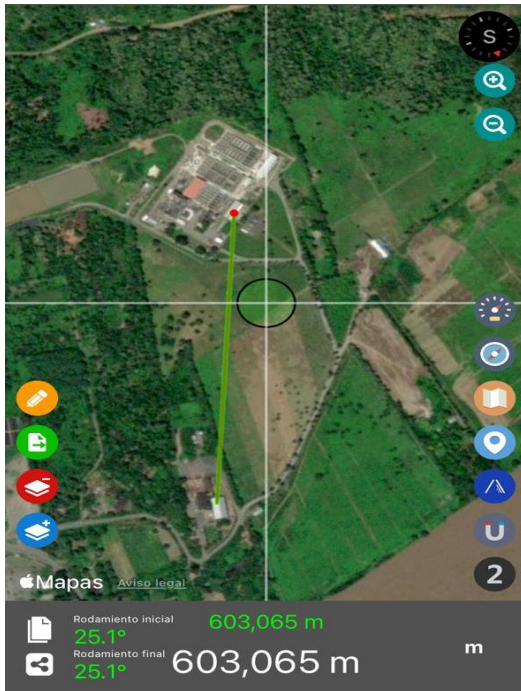


ANEXOS

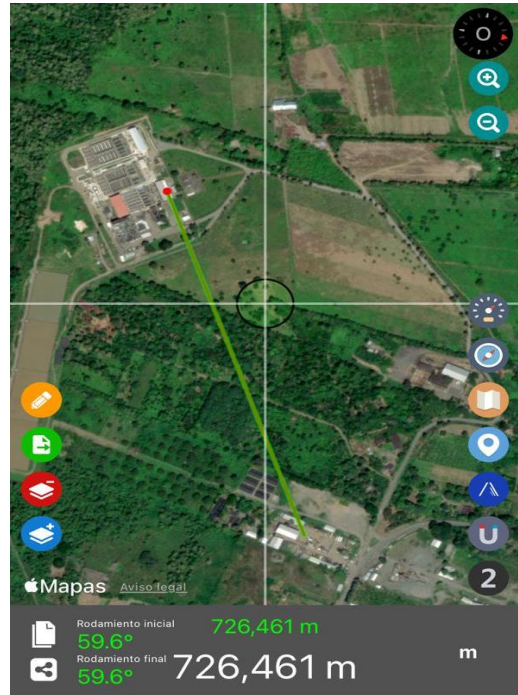


Anexo 1

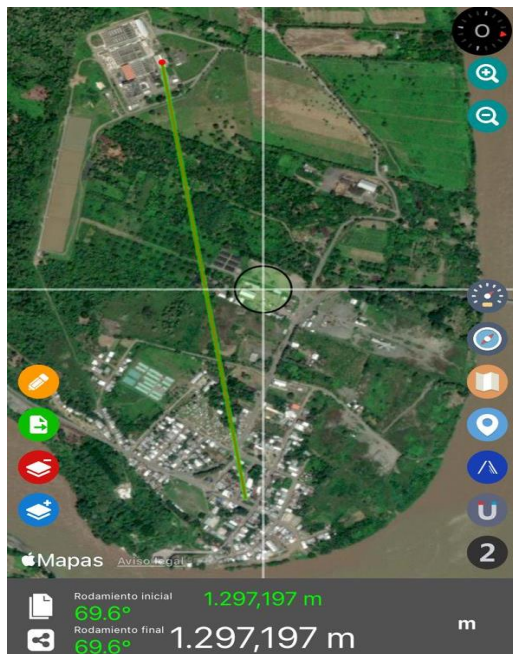
Distancia de Planta de EMAPSE a poblaciones circundantes.



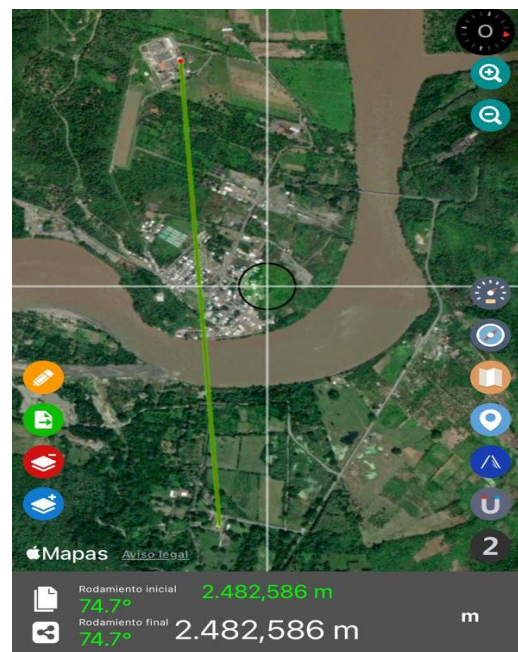
Distancia (600,065 metros) de EMAPSE a Centro de faenamiento o camal del GAD Municipio Cantonal de Esmeraldas



Distancia (726,461 metros) de EMAPSE a Planta de asfalto de GAD Provincial de Esmeraldas.



Distancia (1 297,197 metros) de EMAPSE a población San Mateo



Distancia (2 482,586 metros) de EMAPSE a Universidad



Anexo 2

Registro fotográfico de recorrido en planta de la EMAPESE de San Mateo



Identificación de riesgo en procesos de producción de agua.



Identificación de riesgo químicos en procesos de producción de agua.



Evaluación de riesgo químicos en procesos desinfección del agua potable



Evaluación de riesgo químicos en procesos desinfección del agua potable



Anexo 3

Cuestionario de seguimiento de uso de EPI



Cuestionario

Seguimiento del Uso de Equipos de Protección Individual (EPI)

Instrucciones: Por favor, complete el siguiente cuestionario al final de su jornada laboral. Su participación es fundamental para mejorar las condiciones de seguridad en nuestra planta.

Datos Personales:

Nombre del trabajador:

Fecha:

Turno de trabajo:

Parte 1: Uso del EPI durante la Jornada Laboral

¿Cuántas veces se puso el EPI durante su turno de trabajo?

1 vez	2 veces	3 veces	4 veces	5 veces

Más de 5 veces (especificar número): _____

¿Qué tipos de EPI utilizó hoy? (Marque todos los que correspondan)

Mascarilla	Gafas de protección	Guantes	Ropa de protección	Otros (especificar): _____

¿En qué situaciones específicas utilizó el EPI? (Marque todos los que correspondan)

Manipulación de gas cloro	Mantenimiento de equipos	Inspección de válvulas	Limpieza y desinfección	Otros (especificar): _____

Parte 2: Adecuación del EPI

¿Considera que el EPI que utilizó hoy era adecuado para las tareas realizadas?

Sí	No (especificar por qué): _____



¿Alguna vez sintió que el EPI no proporcionaba la protección necesaria durante su turno?

Sí	No (especificar por qué):

¿Tuvo algún problema o dificultad para ponerse el EPI hoy?

Sí (especificar): _____

No

Parte 3: Percepción sobre el Uso del EPI

En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la comodidad del EPI utilizado?

1 (Muy incómodo)	2 (Incómodo)	3 (Neutral)	4 (Cómodo)	5 (Muy cómodo)

En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría su nivel de seguridad al utilizar el EPI?

1 (Nada seguro)	2 (Poco seguro)	3 (Neutral)	4 (Seguro)	5 (Muy seguro)

¿Recibió alguna capacitación sobre el uso correcto del EPI?

Sí

No

¿Qué sugerencias tiene para mejorar el uso y la adecuación del EPI en su trabajo diario?

Gracias por su colaboración. Su seguridad es nuestra prioridad.



Anexo 4

Encuesta de percepción de seguridad



ENCUESTA

EVALUAR EL NIVEL DE SEGURIDAD PERCIBIDA POR LOS TRABAJADORES OPERATIVOS

Instrucciones: Esta encuesta tiene como objetivo conocer su percepción sobre la seguridad en su lugar de trabajo. Sus respuestas nos ayudarán a mejorar nuestras medidas de seguridad y proteger su bienestar. Por favor, marque la opción que mejor refleje su experiencia personal.

1. **¿Qué tan seguro se siente al realizar sus tareas diarias utilizando el equipo de protección personal (EPI)?**

1 (Nada seguro)	2 (Poco seguro)	3 (Neutral)	4 (Seguro)	5 (Muy seguro)

2. **¿Considera que el EPI proporcionado por la empresa es adecuado para protegerlo de los riesgos de su trabajo?**

1 (Nada adecuado)	2 (Poco adecuado)	3 (Neutral)	4 (Adecuado)	5 (Muy adecuado)

3. **¿Con qué frecuencia revisa y utiliza correctamente el EPI proporcionado?**

1 (Nunca)	2 (Raramente)	3 (A veces)	4 (Frecuentemente)	5 (Siempre)

4. **¿Qué tan satisfecho está con la capacitación recibida sobre el uso del EPI?**

1 (Muy insatisfecho)	2 (Insatisfecho)	3 (Neutral)	4 (Satisfecho)	5 (Muy satisfecho)



5. **¿Siente que las medidas de seguridad implementadas en su lugar de trabajo son efectivas para prevenir accidentes?**

- 1 (Nada efectivas)
- 2 (Poco efectivas)
- 3 (Neutral)
- 4 (Efectivas)
- 5 (Muy efectivas)

6. **¿Se siente apoyado por la empresa en caso de que ocurra un incidente y accidente relacionado con la seguridad?**

- 1 (Nada apoyado)
- 2 (Poco apoyado)
- 3 (Neutral)
- 4 (Apoyado)
- 5 (Muy apoyado)

7. **¿Qué tan accesible considera que es el EPI en su área de trabajo?**

- 1 (Nada accesible)
- 2 (Poco accesible)
- 3 (Neutral)
- 4 (Accesible)
- 5 (Muy accesible)

Comentarios Adicionales:

Gracias por su participación. Su seguridad es nuestra prioridad.



Anexo 5

Seguimiento de protocolos de seguridad.



CUESTIONARIO

SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD

Instrucciones: Por favor, responda las siguientes preguntas de manera honesta. Sus respuestas son confidenciales y se utilizarán para mejorar las condiciones de seguridad en su lugar de trabajo.

¿Conoce los protocolos de seguridad establecidos por la empresa para manejar el gas cloro?

Si

No

¿Ha recibido capacitación sobre estos protocolos de seguridad?

Si

No

¿Con qué frecuencia se actualizan los protocolos de seguridad en su área de trabajo?

Mensualmente	Trimestralmente	Anualmente	Nunca se actualizan

¿Sabe a quién acudir en caso de una emergencia relacionada con el gas cloro?

Si

No

¿Considera que los protocolos de seguridad son claros y fáciles de seguir?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

¿Aplica los protocolos de seguridad en su trabajo diario?

Siempre	Frecuentemente	A veces	Raramente	Nunca



¿Ha participado en simulacros de emergencia relacionados con el manejo del gas cloro?

Sí

No

¿Con qué frecuencia se realizan auditorías internas de seguridad en su área de trabajo?

Mensualmente	Trimestralmente	Anualmente	Nunca se realizan

¿Siente que las auditorías internas de seguridad son efectivas para mejorar las prácticas de seguridad?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

¿Recibe retroalimentación sobre los resultados de las auditorías internas de seguridad?

Sí

No

¿Se han implementado mejoras en su área de trabajo como resultado de las auditorías de seguridad?

Sí

No

¿Siente que su lugar de trabajo es seguro respecto al manejo de gas cloro?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

¿Cree que es necesario realizar cambios adicionales en los protocolos de seguridad?

Sí

No

Comentarios Adicionales:

Gracias por su colaboración. Su seguridad es nuestra prioridad.



Anexo 6

Índice de accidentes



Cuestionario

Evaluar Índices reactivos de accidentes relacionados con Gas Cloro

1.- Datos Generales

Nombre del Trabajador:

Puesto de Trabajo:

Fecha:

2.- Número Total de Incidentes Reportados

¿Ha ocurrido algún incidente relacionado con la exposición al gas cloro en su área de trabajo en el último año?

- Sí
- No

Si respondió "Sí", por favor describa brevemente el incidente:

- Fecha del incidente:
- Descripción del incidente:

3.- Gravedad de los Incidentes - Días de Trabajo Perdidos

¿Tuvo que ausentarse del trabajo debido a un incidente relacionado con el gas cloro en el último año?

- Sí
- No

Si respondió "Sí", por favor indique el número total de días de trabajo perdidos: _____

4.- Gravedad de los Incidentes - Nivel de Atención Médica Requerida

¿Requirió atención médica debido a un incidente relacionado con el gas cloro en el último año?

- Sí
- No

Si respondió "Sí", por favor indique el nivel de atención médica que recibió:

- Primera ayuda en el lugar de trabajo
- Atención en clínica u hospitalización
- Otro (especifique):

5.- Comentarios Adicionales

¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre las medidas de seguridad actuales relacionadas con la exposición al gas cloro?



Anexo 7

Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio -MESERI

EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS - FORMATO DE CÁLCULO MESERI					
Empresa:			EMAPSE		
Evaluador:			Área: EDIFICIO DE ADMINISTRATIVO		
			Fecha: 22/7/2024		
			Coeficiente		
			Puntos		
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN					
Nº de pisos		Altura			
1 o 2		menor de 6m		3	
3,4, o 5		entre 6 y 15m		2	
6,7,8 o 9		entre 15 y 28m		1	
10 o más		más de 28m		0	
Superficie del mayor sector incendios					
de 0 a 500 m ²				5	
de 501 a 1500 m ²				4	
de 1501 a 2500 m ²				3	
de 2501 a 3500 m ²				2	
de 3501 a 4500 m ²				1	
más de 4500 m ²				0	
Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos					
Resistente al fuego (hormigón)				10	
No combustible (metálica)				5	
Combustible (madera)				0	
Falsos Techos					
Sin falsos techos				5	
Con falsos techos incombustibles				3	
Con falsos techos combustibles				0	
FACTORES DE SITUACIÓN					
Distancia de los Bomberos		Tiempo de llegada			
menor de 5 km		5 min.		10	
entre 5 y 10 km		5 y 10 min.		8	
entre 10 y 15 km		10 y 15 min.		6	
entre 15 y 25 km		15 y 25 min.		2	
más de 25 km		25 min.		0	
Accesibilidad de edificios					
Buena				5	
Media				3	
Mala				1	
Muy mala				0	
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD					
Peligro de activación (Fuentes de Ignición)					
Bajo				10	
Medio				5	
Alto				0	
Carga Térmica					
Bajo				10	
Medio				5	
Alto				0	
Inflamabilidad de los Combustibles					
Bajo				5	
Medio				3	
Alto				0	
Orden, Limpieza y Mantenimiento					
Alto				10	
Medio				5	
Bajo				0	
Almacenamiento en Altura					
menor de 2 m.				3	
entre 2 y 4 m.				2	
más de 6 m.				0	
FACTOR CONCENTRACIÓN DE VALORES					
Factor de concentración \$/m ²					
menor de 500				3	
entre 500 y 1500				2	
más de 1500				0	
Realizado por:			MAESTRANTES		
Revisado por:			TUTOR		
FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD					
Por calor					
Baja				10	
Media				5	
Alta				0	
Por humo					
Baja				10	
Media				5	
Alta				0	
Por corrosión					
Baja				10	
Media				5	
Alta				0	
Por Agua					
Baja				10	
Media				5	
Alta				0	
FACTORES DE PROPAGABILIDAD					
Vertical					
Baja				5	
Media				3	
Alta				0	
Horizontal					
Baja				5	
Media				3	
Alta				0	
SUBTOTAL (X)				0	
FACTORES DE PROTECCIÓN					
Instalaciones y Equipos de PCI					
		SVH		CVH	
Detección Automática		0		3	
Rociadores Automáticos		5		7	
Extintores Portátiles		1		2	
Bocas de Incendio Equipadas		2		4	
Hidrantes Exteriores		2		4	
Organización					
Equipos de Primera Intervención		2		2	
Equipos de Segunda Intervención		4		4	
Planes de Emergencia		2		4	
SUBTOTAL (Y)				0	
CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)					
VALOR DE RIESGO					
P= 5X/129 + 5Y/30					
X	COEFICIENTE EN "X"		0,00		
Y	COEFICIENTE EN "Y"		0,00		
P =		Coeficiente de Protección frente al incendio		0,00	
OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.					
TABLA DE RESULTADOS MESERI					
Valor del Riesgo		Calificación del Riesgo			
Inferior a 3		Muy malo			
Entre 3 y 5		Malo			
Entre 5 y 8		Bueno			
Superior a 8		Muy bueno			



Anexo 8

Ficha de Seguridad del Cloro Gas

AIR PRODUCTS	
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	
Versión 6.3	Numero de FDS 300000000026
Fecha de revisión 03.08.2016	Fecha 03.11.2018
Sustituye a la versión: 6.2	
SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa	
1.1. Identificador del producto	: Cloro
fórmula química	: Cl ₂
Número de registro en REACH:	01-2119486560-35
1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados	
Uso de la sustancia o mezcla	: Industrial en general
Restricciones de uso	: Sin datos disponibles.
1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad	: S.E. de Carburos Metálicos, S.A. Av. de la Fama, 1. 08940 Cornellà de Llobregat (Barcelona) www.carburos.com
Dirección de correo electrónico – Información técnica	: GASTECH@airproducts.com
Teléfono	: +34 (93)2902600
1.4. Teléfono de emergencia	: + 34 932 902 600 Servicio de Información Toxicológica (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses) +34 91 562 04 20
SECCIÓN 2: Identificación de los peligros	
2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla	
Gases oxidantes - Categoría 1 H270: Puede provocar o agravar un incendio; comburente.	
Gases a presión - Gas licuado. H280: Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.	
Toxicidad aguda - Inhalación Categoría 2 H330: Mortal en caso de inhalación.	
Irritación de la piel - Categoría 2 H315: Provoca irritación cutánea.	
Irritación de los ojos. - Categoría 2 H319: Provoca irritación ocular grave.	
Toxicidad específica de órganos diana - exposición única - Categoría 3 H335: Puede irritar las vías respiratorias.	
Toxicidad acuática aguda - Categoría 1 H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos.	
Toxicidad acuática crónica - Categoría 1 H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos	
1/2	
S.E. de Carburos Metálicos, SA	Cloro

Nota: Tomado de S.E. de Carburos Metálicos, SA



Anexo 9

Evaluación de riesgo de incendios en edificio administrativo

EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS - FORMATO DE CÁLCULO MESERI

Empresa: EMAPSE		Área: EDIFICIO ADMINISTRATIVO	
Evaluador:		Fecha: 22/7/2024	
		Coficiente	Puntos
FACTORES DE CONSTRUCCION			
Nº de pisos	Altura		3
1 o 2	menor de 6m	3	
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2	
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1	
10 o más	más de 28m	0	
Superficie del mayor sector incendios			5
de 0 a 500 m ²		5	
de 501 a 1500 m ²		4	
de 1501 a 2500 m ²		3	
de 2501 a 3500 m ²		2	
de 3501 a 4500 m ² más de 4500 m ²		1 0	
Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos			10
Resistente al fuego (hormigón)		10	
No combustibel (metálica)		5	
Combustible (madera)		0	
Falsos Techos			5
Sin falsos techos		5	
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
FACTORES DE SITUACIÓN			
Distancia de los Bomberos	Tiempo de llegada		2
menor de 5 km	5 min.	10	
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	
más de 25 km	25 min.	0	
Accesibilidad de edificios			5
Buena		5	
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
FACTORES DE PROCESO/S/ACTIVIDAD			
Peligro de activación (Fuentes de Ignición)			10
Bajo		10	
Medio		5	
Alto		0	
Carga Térmica			10
Bajo		10	
Medio		5	
Alto		0	
Inflamabilidad de los Combustibles			5
Bajo		5	
Medio		3	
Alto		0	
Orden, Limpieza y Mantenimiento			10
Alto		10	
Medio		5	
Bajo		0	
Almacenamiento en Altura			3
menor de 2 m.		3	
entre 2 y 4 m.		2	
más de 6 m.		0	
FACTOR CONCENTRACIÓN DE VALORES			
Factor de concentración \$/m²			3
menor de 500		3	
entre 500 y 1500		2	
más de 1500		0	
Realizado por: MAESTRANTES		Revisado por: TUTOR	

FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD			
Por calor			10
Baja		10	
Media		5	
Alta		0	
Por humo			10
Baja		10	
Media		5	
Alta		0	
Por corrosión			5
Baja		10	
Media		5	
Alta		0	
Por Agua			10
Baja		10	
Media		5	
Alta		0	
FACTORES DE PRO PAGABILIDAD			
Vertical			5
Baja		5	
Media		3	
Alta		0	
Horizontal			3
Baja		5	
Media		3	
Alta		0	
SUBTOTAL (X)			114
FACTORES DE PROTECCIÓN			
Instalaciones y Equipos de PCI	SVH	CVH	Puntos
Detección Automática	0	3	0
Rociadores Automáticos	5	7	0
Extintores Portátiles	1	2	2
Bocas de Incendio Equipadas	2	4	0
Hidrantes Exteriores	2	4	2
Organización			
Equipos de Primera Intervención	2	2	0
Equipos de Segunda Intervención	4	4	0
Planes de Emergencia	2	4	0
SUBTOTAL (Y)			4
CONCLUSIÓN (Coficiente de Protección frente al incendio)			
VALOR DE RIESGO			
P = 5X/129 + 5Y/30			
X	COEFICIENTE EN "X"	4,42	
Y	COEFICIENTE EN "Y"	0,67	
P = Coficiente de Protección frente al incendio		5,09	
OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.			

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



Anexo 10

Evaluación de riesgo de incendios en edificio cloración del agua

EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS - FORMATO DE CÁLCULO MESERI

Empresa: Autoridad Portuaria de Esmeraldas		Área: EDIFICIO CLORACIÓN DE AGUA	
Evaluador: Mario Campos Gonzalez		Fecha: 5/7/2022	
		Coefficiente	Puntos
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN			
Nº de pisos	Altura		
1 o 2	menor de 6m	3	3
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2	
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1	
10 o más	más de 28m	0	
Superficie del mayor sector incendios			
de 0 a 500 m ²		5	5
de 501 a 1500 m ²		4	
de 1501 a 2500 m ²		3	
de 2501 a 3500 m ²		2	
de 3501 a 4500 m ²		1	
más de 4500 m ²		0	
Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos			
Resistente al fuego (hormigón)		10	10
No combustibel (metálica)		5	
Combustible (madera)		0	
Falsos Techos			
Sin falsos techos		5	5
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
FACTORES DE SITUACIÓN			
Distancia de los Bomberos		Tiempo de llegada	
menor de 5 km	5 min.	10	2
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	
más de 25 km	25 min.	0	
Accesibilidad de edificios			
Buena		5	3
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
FACTORES DE PROCESO/S/ACTIVIDAD			
Peligro de activación (Fuentes de Ignición)			
Bajo		10	0
Medio		5	
Alto		0	
Carga Térmica			
Bajo		10	0
Medio		5	
Alto		0	
Inflamabilidad de los Combustibles			
Bajo		5	3
Medio		3	
Alto		0	
Orden, Limpieza y Mantenimiento			
Alto		10	5
Medio		5	
Bajo		0	
Almacenamiento en Altura			
menor de 2 m.		3	2
entre 2 y 4 m.		2	
más de 6 m.		0	
FACTOR CONCENTRACIÓN DE VALORES			
Factor de concentración \$/m²			
menor de 500		3	2
entre 500 y 1500		2	
más de 1500		0	
Realizado por: Ing. Mario Campos Gonzalez		Revisado por: Ing. Migdonio Gracia Valencia	

FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD			
Por calor			
Baja	10	5	
Media	5		
Alta	0		
Por humo			
Baja	10	5	
Media	5		
Alta	0		
Por corrosión			
Baja	10	5	
Media	5		
Alta	0		
Por Agua			
Baja	10	5	
Media	5		
Alta	0		
FACTORES DE PROPAGABILIDAD			
Vertical			
Baja	5	5	
Media	3		
Alta	0		
Horizontal			
Baja	5	5	
Media	3		
Alta	0		
SUBTOTAL (X)			70
FACTORES DE PROTECCIÓN			
Instalaciones y Equipos de PCI			
	SVH	CVH	Puntos
Detección Automática	0	3	0
Rociadores Automáticos	5	7	0
Extintores Portátiles	1	2	0
Bocas de Incendio Equipadas	2	4	0
Hidrantes Exteriores	2	4	0
Organización			
Equipos de Primera Intervención	2	2	0
Equipos de Segunda Intervención	4	4	0
Planes de Emergencia	2	4	0
SUBTOTAL (Y)			0
CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)			
VALOR DE RIESGO			
P = 5X/129 + 5Y/30			
X	COEFICIENTE EN "X"	2,71	
Y	COEFICIENTE EN "Y"	0,00	
P = Coeficiente de Protección frente al incendio		2,71	
OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.			

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



Anexo 11

Evaluación de riesgo de incendios en edificio bodega

EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS - FORMATO DE CÁLCULO MESERI

Empresa:		EMAPSE		Área:	BODEGA			
Evaluador:				Fecha:	22/7/2024			
		Coeficiente	Puntos			Coeficiente	Puntos	
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN				FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD				
Nº de pisos		Altura		Por calor				
1 o 2	menor de 6m	3	3	Baja	10	5		
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Media	5			
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0			
10 o más	más de 28m	0		Por humo				
Superficie del mayor sector incendios				Baja	10	5		
de 0 a 500 m ²		5	Media	5				
de 501 a 1500 m ²		4	Alta	0				
de 1501 a 2500 m ²		3	5	Por corrosión				
de 2501 a 3500 m ²		2		Baja	10	5		
de 3501 a 4500 m ²		1		Media	5			
más de 4500 m ²		0		Alta	0			
Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos				Por Agua				
Resistente al fuego (hormigón)		10	10	Baja	10	5		
No combustibel (metálica)		5		Media	5			
Combustible (madera)		0		Alta	0			
Falsos Techos				FACTORES DE PROPAGABILIDAD				
Sin falsos techos		5	5	Vertical				
Con falsos techos incombustibles		3		Baja	5	3		
Con falsos techos combustibles		0		Media	3			
			Alta	0				
FACTORES DE SITUACIÓN				Horizontal				
Distancia de los Bomberos		Tiempo de Llegad		Baja	5	3		
menor de 5 km	5 min.	10	2	Media	3			
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Alta	0			
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6		SUBTOTAL (X)		82		
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2		FACTORES DE PROTECCIÓN				
más de 25 km	25 min.	0		Instalaciones y Equipos de PCI		SVH	CVH	Puntos
Accesibilidad de edificios				Detección Automática	0	3	0	
Buena	5	5	Rociadores Automáticos		5	7	0	
Media	3		Extintores Portátiles		1	2	2	
Mala	1		Bocas de Incendio Equipadas		2	4	0	
Muy mala	0		Hidrantes Exteriores		2	4	0	
FACTORES DE PROCESO/S/ACTIVIDAD				Organización				
Peligro de activación (Fuentes de Ignición)				Equipos de Primera Intervención		2	2	0
Bajo	10	5	Equipos de Segunda Intervención		4	4	0	
Medio	5		Planes de Emergencia		2	4	0	
Alto	0		SUBTOTAL (Y)		2			
Carga Térmica				CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)				
Bajo	10	5	VALOR DE RIESGO					
Medio	5		P = 5X/129 + 5Y/30					
Alto	0		P = 5X/129 + 5Y/30					
Inflamabilidad de los Combustibles				X	COEFICIENTE EN "X"	3,18		
Bajo	5	5	<p>P = Coeficiente de Protección frente al incendio 3,51</p> <p>OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.</p>					
Medio	3							
Alto	0							
Orden, Limpieza y Mantenimiento				Y	COEFICIENTE EN "Y"	0,33		
Alto	10	5	<p>P = Coeficiente de Protección frente al incendio 3,51</p>					
Medio	5							
Bajo	0							
Almacenamiento en Altura				Revisado por:				
menor de 2 m.	3	3	TUTOR					
entre 2 y 4 m.	2							
más de 6 m.	0							
FACTOR CONCENTRACIÓN DE VALORES								
Factor de concentración \$/m²								
menor de 500	3	3						
entre 500 y 1500	2							
más de 1500	0							
Realizado por:		MAESTRANTES						

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



Anexo 12

Evaluación de riesgo de incendios en edificio mantenimiento/ talleres.

EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS - FORMATO DE CÁLCULO MESERI

Empresa: Autoridad Portuaria de Esmeraldas		Área: TALLERES/ MANTENIMIENTO	
Evaluador: Mario Campos Gonzalez		Fecha: 17/4/2017	
		Coficiente	Puntos
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN			
Nº de pisos	Altura		
1 o 2	menor de 6m	3	3
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2	
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1	
10 o más	más de 28m	0	
Superficie del mayor sector incendios			
de 0 a 500 m ²		5	5
de 501 a 1500 m ²		4	
de 1501 a 2500 m ²		3	
de 2501 a 3500 m ²		2	
de 3501 a 4500 m ²		1	
más de 4500 m ²		0	
Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos			
Resistente al fuego (hormigón)		10	10
No combustibel (metálica)		5	
Combustible (madera)		0	
Falsos Techos			
Sin falsos techos		5	5
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
FACTORES DE SITUACIÓN			
Distancia de los Bomberos	Tiempo de llegad		
menor de 5 km	5 min.	10	2
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	
más de 25 km	25 min.	0	
Accesibilidad de edificios			
Buena		5	5
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
FACTORES DE PROCESO/S/ACTIVIDAD			
Peligro de activación (Fuentes de Ignición)			
Bajo		10	10
Medio		5	
Alto		0	
Carga Térmica			
Bajo		10	10
Medio		5	
Alto		0	
Inflamabilidad de los Combustibles			
Bajo		5	5
Medio		3	
Alto		0	
Orden, Limpieza y Mantenimiento			
Alto		10	5
Medio		5	
Bajo		0	
Almacenamiento en Altura			
menor de 2 m.		3	3
entre 2 y 4 m.		2	
más de 6 m.		0	
FACTOR CONCENTRACIÓN DE VALORES			
Factor de concentración \$/m²			
menor de 500		3	3
entre 500 y 1500		2	
más de 1500		0	
Realizado por: Ing. Mario Campos Gonzalez		Revisado por: Ing. Migdonio Gracia Valencia	

FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD			
Por calor			
Baja		10	5
Media		5	
Alta		0	
Por humo			
Baja		10	5
Media		5	
Alta		0	
Por corrosión			
Baja		10	5
Media		5	
Alta		0	
Por Agua			
Baja		10	5
Media		5	
Alta		0	
FACTORES DE PROPAGABILIDAD			
Vertical			
Baja		5	5
Media		3	
Alta		0	
Horizontal			
Baja		5	3
Media		3	
Alta		0	
SUBTOTAL (X)			94
FACTORES DE PROTECCIÓN			
Instalaciones y Equipos de PCI		SVH	CVH
Detección Automática		0	3
Rociadores Automáticos		5	7
Extintores Portátiles		1	2
Bocas de Incendio Equipadas		2	4
Hidrantes Exteriores		2	4
Organización			
Equipos de Primera Intervención		2	2
Equipos de Segunda Intervención		4	4
Planes de Emergencia		2	4
SUBTOTAL (Y)			2
CONCLUSIÓN (Coficiente de Protección frente al incendio)			
VALOR DE RIESGO			
P= 5X/129 + 5Y/30			
X	COEFICIENTE EN "X"	3,64	
Y	COEFICIENTE EN "Y"	0,33	
P = Coeficiente de Protección frente al incendio		3,98	
OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.			

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
Entre 3 y 5	Malo
Entre 5 y 8	Bueno
Superior a 8	Muy bueno



Anexo 13

Propuesta y protocolo integral para la prevención de riesgos químicos por inhalación de gas cloro

**PROPUESTA INTEGRAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS
POR INHALACIÓN DE GAS CLORO**

Con base en el tercer objetivo específico, que es "Implementar las medidas de prevención de riesgos químicos para reducir los incidentes por exposición al gas cloro del personal operativo en la producción del agua potable y comunidades colindantes," se plantea la siguiente propuesta integral:

1. Instalación de un sistema de detección y alarma para gases tóxicos

Descripción: Se instalarán detectores automáticos de gas cloro en las áreas críticas, incluyendo las zonas de almacenamiento y manipulación de cilindros de cloro. Estos detectores estarán conectados a un sistema de alarmas visuales y auditivas que alertarán de inmediato ante la presencia de gases tóxicos.

Objetivo: Reducir el tiempo de respuesta ante una fuga de gas cloro y permitir la evacuación segura y oportuna del personal.

2. Programa de capacitación continua y simulacros

Descripción: Se desarrollará un programa de capacitación permanente para todos los trabajadores operativos y administrativos sobre el manejo seguro del gas cloro, uso correcto de EPI, y respuesta ante emergencias. Adicionalmente, se realizarán simulacros trimestrales de evacuación y respuesta a fugas de gas.

Objetivo: Aumentar el nivel de conocimiento y habilidades del personal para responder eficazmente ante emergencias y prevenir incidentes por exposición.

3. Implementación de un plan de emergencia y evacuación comunitaria

Descripción: Se elaborará un plan de emergencia que incluya no solo a la planta, sino también a las comunidades vecinas en un radio de hasta 10 km. Este plan establecerá rutas de evacuación y puntos de reunión, así como sistemas de comunicación para alertar a las comunidades en caso de una fuga de gas.

Objetivo: Minimizar el impacto de una fuga de gas cloro en las comunidades circundantes y garantizar la seguridad de los habitantes de la zona.

4. Monitoreo constante de los niveles de gas cloro y mejoras en infraestructura

Descripción: Se implementarán sistemas de monitoreo continuo de los niveles de gas cloro en las instalaciones de la planta, así como mejoras en la infraestructura para



optimizar la ventilación y asegurar la rápida dispersión del gas en caso de fuga. Se instalarán mangas de viento y sistemas de ventilación en las áreas de riesgo.

Objetivo: Controlar de manera proactiva la calidad del aire en la planta y reducir la acumulación de gases tóxicos en caso de fugas.

5. Creación de brigadas de emergencia y dotación de equipos de protección personal (EPI)

Descripción: Se conformarán brigadas de emergencia compuestas por trabajadores capacitados en primeros auxilios, extinción de incendios, y control de fugas de gas. A estas brigadas se les proporcionará el equipo necesario, incluyendo trajes especiales para la manipulación de cloro y equipos respiratorios autónomos.

Objetivo: Garantizar que el personal esté preparado para actuar rápidamente y de manera eficiente en caso de una emergencia, y que cuenten con los recursos adecuados para proteger su salud y seguridad.



PROTOCOLO DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE GAS CLORO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE EMAPSE

1. Objetivo:

Establecer las normas, procedimientos y medidas de seguridad necesarias para garantizar el manejo adecuado del gas cloro en la planta de producción de agua potable de San Mateo, EMAPSE. Este protocolo tiene como objetivo minimizar el riesgo de exposición al gas cloro, prevenir accidentes y proteger la salud y seguridad del personal operativo, así como de las comunidades circundantes.

2. Alcance:

Este protocolo es de aplicación obligatoria para todo el personal operativo, administrativo, y contratistas que manipulen, transporten o trabajen en áreas donde se maneje gas cloro en la planta de producción de agua potable de San Mateo. También aplica a los visitantes que puedan ingresar a estas áreas bajo condiciones controladas.

3. Definiciones:

Gas Cloro (Cl₂): Sustancia química utilizada en la desinfección del agua, altamente tóxica en caso de inhalación y corrosiva para los ojos y piel. Es un gas amarillo verdoso con olor fuerte e irritante.

Equipo de Protección Individual (EPI): Equipos y ropa de protección personal destinados a minimizar la exposición a riesgos laborales, como máscaras, guantes, trajes resistentes a productos químicos, etc.

Zona de Exclusión: Área en la planta donde el manejo de gas cloro está estrictamente controlado, y donde se deben usar EPI obligatoriamente.

Fuga de gas: Liberación no controlada de gas cloro en el ambiente, que puede provocar intoxicaciones y otros daños graves.

4. Responsabilidades:

Personal Operativo:

Usar el equipo de protección individual adecuado y seguir estrictamente los procedimientos operativos seguros.

Reportar inmediatamente cualquier incidente o fuga de gas al supervisor y activar los



protocolos de emergencia.

Participar en capacitaciones periódicas sobre el manejo seguro de gas cloro y la respuesta ante emergencias.

Supervisores:

Asegurar que todos los empleados bajo su responsabilidad cumplan con el protocolo y reciban la capacitación adecuada.

Monitorear el estado del equipo de protección y las instalaciones para detectar cualquier anomalía.

Coordinar las medidas de respuesta en caso de emergencia.

Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional:

Proporcionar y mantener los EPI necesarios y asegurarse de que se realicen las capacitaciones periódicas.

Llevar a cabo auditorías de seguridad y simulacros de emergencia.

Mantener los registros de incidentes y asegurar el cumplimiento de las normativas legales.

5. Procedimientos para el Manejo de Gas Cloro:

5.1. Recepción y Almacenamiento de Cilindros de Gas Cloro:

Inspección inicial: Todos los cilindros de gas cloro deben ser inspeccionados antes de su descarga para verificar la integridad del contenedor, las válvulas y la etiqueta de seguridad.

Almacenamiento: Los cilindros deben almacenarse en áreas ventiladas, separadas de otras sustancias químicas, en posición vertical y asegurados contra caídas. No se deben exponer a temperaturas extremas ni a la luz solar directa.

Monitoreo: Las áreas de almacenamiento deben estar equipadas con sistemas de detección de gases y ventilación activa.

5.2. Manipulación de Cilindros de Gas Cloro:

Equipo de Protección: Antes de manipular cilindros de gas cloro, el personal debe utilizar obligatoriamente los EPI siguientes: máscara con filtro para gases tóxicos (o equipo de respiración autónomo en caso de riesgo elevado), guantes resistentes a productos químicos, traje impermeable, gafas de seguridad y calzado antideslizante.



Transporte Interno: Los cilindros deben transportarse utilizando equipos especializados (carros con cadenas de seguridad o grúas con eslingas adecuadas) para evitar caídas o daños a las válvulas.

Conexión de Cilindros: El acople de los cilindros a los sistemas de cloración debe realizarse siguiendo estrictamente los procedimientos operativos. No deben utilizarse herramientas metálicas que puedan causar chispas, y es obligatorio realizar pruebas de detección de fugas con reactivos químicos seguros.

5.3. Operación y Mantenimiento de Equipos de Cloración:

Verificación diaria: Antes de iniciar las operaciones, se debe revisar el sistema de inyección de cloro y los cilindros para asegurarse de que no existan fugas o daños.

Mantenimiento preventivo: Los equipos deben ser inspeccionados y mantenidos regularmente según los intervalos recomendados por el fabricante. Las válvulas, tuberías y sistemas de ventilación deben estar en perfecto estado de funcionamiento.

Prueba de detección de fugas: Utilizar agua jabonosa u otros reactivos recomendados para verificar las conexiones. En caso de detectar una fuga, cerrar la válvula principal del cilindro inmediatamente y notificar al supervisor.

6. Equipos de Protección y Seguridad:

Equipos de Protección Individual (EPI): Todos los trabajadores deben usar el EPI completo antes de ingresar a las áreas de riesgo, especialmente durante la manipulación de cilindros y mantenimiento de los equipos de cloración.

Sistema de detección de gases: Las áreas donde se manipula gas cloro deben estar equipadas con detectores automáticos de gases que activen alarmas visuales y auditivas en caso de fugas.

Alarma y evacuación: En caso de que las alarmas de gas se activen, se debe proceder a evacuar el área de inmediato siguiendo las rutas de evacuación señalizadas.

7. Procedimientos en Caso de Emergencia:

7.1. Fuga de Gas Cloro:

Detección y Alarma: Si se detecta una fuga de gas cloro, los detectores automáticos activarán las alarmas. El personal debe evacuar la zona inmediatamente.

Procedimiento de Evacuación: El personal debe seguir las rutas de evacuación



establecidas hacia los puntos de reunión. Las mangas de viento instaladas deben ser observadas para dirigirse en dirección opuesta a la fuga.

Equipo de respuesta: El equipo de emergencia, provisto de equipos de respiración autónoma, debe proceder al control de la fuga siguiendo el protocolo establecido.

7.2. Incendio en las Áreas de Almacenamiento:

Activación de alarmas: En caso de incendio, se activará el sistema de alarma y se procederá con la evacuación del personal.

Primeros auxilios: Las brigadas de emergencia deberán utilizar los extintores y sistemas de protección contra incendios instalados (bocas de incendio, detectores automáticos, y sistemas de rociadores) hasta la llegada del personal de bomberos.

8. Capacitación y Simulacros:

Capacitación periódica: Todo el personal debe participar en cursos de formación y simulacros de emergencia que aborden temas relacionados con la manipulación segura de gas cloro, el uso de EPI, y la respuesta ante fugas e incendios.

Simulacros trimestrales: Se realizarán simulacros de emergencia trimestrales para garantizar que el personal esté familiarizado con los procedimientos de evacuación y manejo de incidentes.

9. Normativa Aplicable:

Este protocolo está alineado con las siguientes normativas nacionales e internacionales:

Normativa NTE INEN 2266: Transporte, etiquetado, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

ISO 45001: Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Código del Trabajo del Ecuador: Prevención de riesgos laborales y salud ocupacional.

Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN): Regulaciones para la prevención de riesgos laborales.

10. Registro de Incidentes:

Todos los incidentes relacionados con el manejo de gas cloro, incluyendo fugas y accidentes, deben ser reportados de inmediato y registrados en el sistema de gestión de incidentes de la planta. Se debe realizar una investigación de cada incidente para



determinar las causas y prevenir su recurrencia.

11. Revisión y Actualización del Protocolo:

Este protocolo será revisado anualmente o después de cualquier incidente relevante para asegurar su eficacia. Se realizarán ajustes según sea necesario para cumplir con los cambios en la normativa o las mejores prácticas de la industria.

12. Aprobación y Difusión:

Este protocolo debe ser aprobado por la Gerencia General de EMAPSE y difundido a todo el personal de la planta. Además, debe estar disponible en las áreas operativas y administrativas para su consulta.