



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN
INSTITUTO DE POSGRADO

TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER EN
SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE
RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL

TEMA:

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS QUÍMICOS
DENTRO DEL ÁREA DE DOSIFICACIÓN DE INSUMOS EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA DEL CANTÓN MORONA.

AUTOR:

Ing. Luis Carlos Hidalgo Viteri

AUTOR:

PhD. Darío Javier Baño Ayala

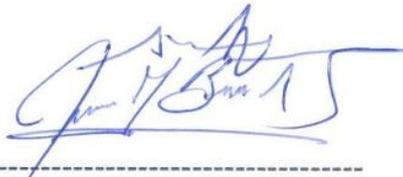
RIOBAMBA – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magíster en SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL con el tema: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS QUÍMICOS DENTRO DEL ÁREA DE DOSIFICACIÓN DE INSUMOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL CANTÓN MORONA”, ha sido elaborado por Luis Carlos Hidalgo Viteri, el mismo que ha sido elaborado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva. Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.
Riobamba,.....

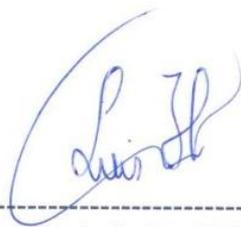
Tutor



PhD. Darío Javier Baño Ayala

AUTORÍA

Yo Luis Carlos Hidalgo Viteri, con cédula de identidad N° 0603942590 soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Luis Carlos Hidalgo Viteri
CI. 0603942590

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios, quien compone el camino por el cual mi vida se traslada, quien es fuente de mi fuerza espiritual para seguir adelante y representa el pilar fundamental en toda decisión que he tomado.

Agradezco a mis padres, Jessica y Luis, por ser quienes cimientan mi vivir, quienes facilitan que todo propósito se plasme con éxito, quienes formaron mi ser de manera tal que mi actuar sea el correcto y quienes han establecido la tenacidad y pujanza en mi naturaleza.

Agradezco a mis hermanos, Santiago y Javier por formar parte fundamental en mi día a día y sobre todo por depositar en mi la confianza para fungir como su principal imagen a seguir.

Agradezco a mi amiga y compañera, mi confidente y mi mejor consuelo, quien me hace cada día mejor y me ayuda a crecer, quien me inspira y me da fortaleza, para ti María Eugenia.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme seguir mi formación profesional, así como a mi tutor PhD. Darío Baño quien me brindo los conocimientos y experiencia necesarios para lograr finalizar el presente trabajo

Luis Carlos Hidalgo Viteri.

Agosto 2017

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres y hermanos, porque todo éxito logrado es una razón para ganar su orgullo. Dedico, además, todo el esfuerzo depositado en la presente investigación a la memoria de mis abuelitos, Luis Clemente Hidalgo, Carlos Heriberto Viteri y María Antonieta Limaico, quienes desde lo alto cuidan que de mí y como ángeles han guiado mi vida. Además, deseo que el presente trabajo sea de utilidad a la comunidad universitaria y profesional dentro de la ejecución de sus responsabilidades y los conocimientos establecidos en el presente trabajo sean aplicables en pro de mejora del desarrollo de nuestro país.

Luis Carlos Hidalgo Viteri

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
AUTORÍA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	IIIX
CAPÍTULO I.....	1
1.MARCO TEÓRICO	1
1.1.ANTECEDENTES	1
1.2.1.Situación problemática	2
1.2.2.Funciones de la planta de potabilización de agua en el cantón Macas	2
1.2.3.Localización de la planta de potabilización del agua	3
1.2.4.Fundamentación Filosófica.....	4
1.2.5.Fundamentación Epistemológica	5
1.2.6.Fundamentación Psicológica.	7
1.2.7.Fundamentación Legal.....	7
1.3.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	14
1.3.1.Seguridad de los procesos.....	14
1.3.2.Análisis de procesos.....	16
1.3.3.Procedimientos de operación	18
1.3.4.Capacitación.....	19
1.3.5.Salud y sustancias tóxicas.....	19
1.3.6.Exámenes base	20
1.3.7.Sustancias tóxicas	20
1.3.7.1.Irritantes	21
1.3.7.2.Asfixiantes	21
1.3.7.3.Contaminantes del aire.....	23
1.3.8.Definición de factor de riesgo químico.....	25

1.3.9.Criterios de peligrosidad de las sustancias químicas	25
1.3.9.1.Explosividad	25
1.3.9.2.Inflamabilidad	25
1.3.9.3.Toxicidad	26
1.3.9.4.Teratogenicidad	28
1.3.9.5.Carcinogenicidad	28
1.3.9.6.Mutagenicidad	28
1.3.9.7.Reactividad	28
1.3.9.8.Corrosividad.....	29
1.3.9.9.Lixiviabilidad.....	29
CAPÍTULO II.....	30
2.1.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.1.1.Estructura de la investigación	30
2.1.1.1.ETAPA 1. Diagnóstico inicial	30
2.1.1.2.ETAPA 2. Desarrollo del programa de prevención de riesgos.....	30
2.1.1.3.ETAPA 3. Recolección de los datos finales	30
2.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
2.3.MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	32
2.3.1.Método deductivo	32
2.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.	32
2.4.1.Método de la observación científica	32
2.4.2.La Entrevista.....	33
2.4.3.Análisis documental.....	34
2.5.POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
2.5.1.Población	34
2.5.2.Muestra	34
2.5.PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
2.5.1. Técnicas y procedimientos para el análisis de resultados.....	35
2.5.3.Análisis de los errores.....	35
2.5.4.T de Student	36
2.6.HIPÓTESIS	37
2.6.1.Hipótesis general.....	37
2.6.2.Hipótesis específicas.....	37

2.7. Operanilización de las variables	38
2.7.1. Identificación de las Variables generales.....	38
2.7.2. Operacionalización de las hipótesis	40
2.7.2.1. Operacionalización de la hipótesis general.....	40
2.7.2.2. Operacionalización de la hipótesis específica grado 1.	41
2.7.2.3. Operacionalización de la hipótesis específica grado 2.	42
2.7.2.4. Operacionalización de la hipótesis específica grado 3.	43
CAPÍTULO III.....	44
3. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS	44
3.1. TEMA	44
3.2. PRESENTACIÓN	44
3.3. OBJETIVOS	45
3.3.1. Objetivo General.....	45
3.3.2. Objetivos Específicos	45
3.4. FUNDAMENTACIÓN.....	46
3.4.1. Determinación de Cloro residual en el agua.....	46
3.4.1.1. Generalidades.....	46
3.4.1.2. Fundamento del método.....	47
3.4.2. Determinación de Calcio	48
3.4.2.1. Generalidades.....	48
3.4.2.2. Fundamento del método.....	48
3.4.3. Determinación del pH.....	49
3.4.3.1. Generalidades.....	49
3.4.3.2. Fundamento del método.....	50
3.4.4. Determinación de la toxicidad de las sustancias.....	50
3.4.5. Análisis de la Matriz de riesgos	51
CAPÍTULO IV.....	57
4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
4.1. Valoración del nivel de cloro libre	57
4.2. Sulfatos (del sulfato de aluminio).....	61
4.3. Coliformes fecales	64
4.4. Alcalinidad.....	67
4.5. Calcio (hidróxido de calcio)	70
4.6. pH.....	73

4.10.Comprobación de la hipótesis.....	86
4.10.1. Criterios de comprobación de la hipótesis general	86
CAPÍTULO V.....	89
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1.Conclusiones.....	89
5.2.Recomendaciones	90
6. BIBLIOGRAFIA.....	96
7. ANEXOS.....	97
Anexo 1. Proyecto de Investigación.....	94
Anexo 2. Metodología de evaluación de los riesgos químicos.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Nº Pág.
Cuadro 1.1	Detalle de investigaciones realizadas en el Ecuador que abordan temas de seguridad y salud en el trabajo con sustancias químicas.	1
Cuadro 3.1.	Matriz de riesgos del área de dosificación en la planta de potabilización de agua del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Macas (riesgos químicos).	57
Cuadro 3.2.	Parámetros para la evaluación de los riesgos.	58
Cuadro 3.3.	Matriz de riesgos del área de dosificación en la planta de potabilización de agua del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Macas (riesgos químicos).	59
Cuadro 4.1.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del nivel de cloro libre del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	61
Cuadro 4.2.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del nivel de sulfato de aluminio del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	66
Cuadro 4.3.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del contenido de coliformes fecales del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	70
Cuadro 4.4.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración de la alcalinidad del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	73
Cuadro 4.5.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del contenido de hidróxido de calcio del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	77
Cuadro 4.6.	Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del pH del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.	80

Cuadro 4.7	Evaluación del índice de gravedad en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.	83
Cuadro 4.8	Evaluación del índice de frecuencia en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.	86
Cuadro 4.9	Evaluación de la tasa de riesgo en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.	89
Cuadro 4.10.	Resultado de la prueba de T de Student aplicado a los índices de riesgo del área de dosificación de la planta de potabilización de la ciudad de Macas para la comprobación de las hipótesis de la investigación.	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico		Nº Pág.
Gráfico 1.1.	Localización geográfica del cantón Macas, cabecera cantonal de la provincia de Morona Santiago.	4
Gráfico 4.1.	Valoración del cloro libre dentro de las muestras de agua del área de dosificación.	61
Gráfico 4.2.	Valoración del sulfato de aluminio dentro de las muestras de agua del área de dosificación.	66
Gráfico 4.3.	Valoración del contenido de coliformes fecales dentro de las muestras de agua del área de dosificación	70
Gráfico 4.4.	Valoración del contenido de la alcalinidad dentro de las muestras de agua del área de dosificación.	73
Gráfico 4.5.	Valoración del contenido de la alcalinidad dentro de las muestras de agua del área de dosificación	77
Gráfico 4.6.	Valoración del valor de pH dentro de las muestras de agua del área de dosificación	80
Gráfico 4.7.	Resultados de la valoración del índice de la gravedad del área de dosificación de insumos químicos.	84
Gráfico 4.8.	Resultados de la valoración del índice de la frecuencia del área de dosificación de insumos químicos.	87
Gráfico 4.9.	Resultados de la valoración de la tasa de riesgo del área de dosificación de insumos química	90

RESUMEN

La presente investigación correspondió al desarrollo de una metodología que permitiera la identificación, evaluación y control de los riesgos de carácter químico dentro del área de dosificación de los insumos químicos en la planta de potabilización del Cantón Morona. Dentro de la gestión del riesgo (objeto de estudio) especificado dentro de la metodología propuesta se inicia con la identificación de los factores de riesgo, es decir, la caracterización bibliográfica de los insumos químicos utilizados dentro del área de dosificación, posteriormente se realizó, en base a las técnicas de laboratorio, la descripción de las técnicas empleadas en la investigación para determinar la concentración de cada uno de los parámetros de calidad del agua que representan el valor del riesgo al cual están expuestos los trabajadores en el área de interés. En base a los factores de riesgo identificados se estableció como parámetros de valoración del riesgo la medición del pH, alcalinidad, sulfatos (del sulfato de aluminio), calcio (del hidróxido de calcio) y coliformes fecales, en vista a que cada uno de los parámetros es función de la cantidad de insumos utilizados y la idoneidad del proceso de dosificación en el área de interés. Posteriormente se realizó la valoración de los parámetros establecidos con la aplicación de las técnicas analíticas especificadas dentro de la metodología propuesta, registrándose que en todos los parámetros se cumple la normativa nacional y normativas extranjeras de referencia, tanto de calidad de agua como de seguridad, no obstante, en la valoración de la variable coliformes fecales con medias iguales a 49.4118 UFC mismas que exceden el valor permisible, por lo cual se sugiere aplicar una desinfección previa al agua cruda antes del ingreso a la mezcla rápida.

PALABRAS CLAVES: riesgos químicos, dosificación planta de potabilización

Abstract

The following research belongs to the development of a methodology that allows the identification, evaluation and control of chemical risks within the area of dosage of the chemical inputs in the potabilization plant of Morona Canton Within the risk management (object of study) specified within the proposed methodology begins with the identification of risk factors, that is, the bibliographic characterization of the chemical inputs used within the area of dosage, was subsequently carried out, based on laboratory techniques, the description of the ones used in the research to determine the concentration of the water quality parameters that represent the value of the risk to which workers are exposed in the area of interest. Based on the identified risk factors were established as risk assessment parameters the measurement of pH, alkalinity, sulfates (of aluminum sulphate), calcium (of hydroxide of calcium) and fecal coliforms, given that each of the parameters is a function of the quantity of inputs used and the suitability of the dosing process in the area of interest. Subsequently, the assessment of the parameters established with the application of the analytical techniques specified within the proposed methodology, registering that all the parameters comply with the national regulations and regulations reference standards, both in terms of water quality and safety, however, in the valuation of the fecal coliform variable with means equal to 49.4118 CFU that exceed the allowable value, for which it is suggested to apply a previous disinfection raw water before entering the rapid mix.

Keywords: chemical risks, dosing water purification plant

DValle

Reviewed by: Valle, Doris

Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN

Dentro del presente trabajo explicativo se buscó la implementación de una metodología para poder reducir los riesgos por factores químicos, que se generan en la dosificación de los insumos químicos dentro la planta de tratamiento del agua del cantón Morona, provincia de Morona Santiago. El hecho fundamental de escoger esta investigación, radica en la necesidad de controlar los riesgos de carácter químico y toxicológicos que son producidos por la manipulación de agentes químicos de potabilización del agua, debido a que en la manipulación de sustancias químicas se encuentran involucradas situaciones y condiciones de alto riesgo, es por ello que normativas internacionales sugieren que cualquier planta que realice conversiones químicas o que realicen procesos que se vean involucradas sustancias químicas pueden generar un rango potencial y se debe implementar procedimientos para que la manipulación sea adecuada y documentos que indiquen la manera correcta de actuación en caso de contaminación por efecto de dispersión en el ambiente de las sustancias en manipulación, ya que el tratamiento de agua incluyen procesos netamente químicos, es importante que se realice un manual de procedimientos para determinar si existe o no riesgo en la salud del trabajador.

Dentro de la investigación, en el capítulo I, se estableció la fundamentación teórica que respalda la investigación, la cual sirvió como base de información de relevancia sobre los riesgos químicos, la determinación de la exposición del trabajador a los agentes en mención y como evitar que se produzcan accidentes o enfermedades que afecten a la salud del trabajador, para lo cual se ejecutó una exhaustiva investigación en fuentes bibliográficas.

Dentro del capítulo II, se desarrolló la metodología de investigación, la cual representa la herramienta fundamental para determinar los instrumentos y procedimientos que se utilizaron para la consecución de los objetivos planteados. Se aplicaron tres herramientas fundamentales para la consecución de la investigación, la primera consistió en una observación detallada de los fenómenos que se desarrollaban dentro del área de dosificación en la planta de tratamientos de agua, en segundo lugar se utilizó técnicas de recolección de datos, las cuales permitieron principalmente integrar a los trabajadores en el proceso investigativo y recopilar información pertinente del área de interés y por último

se utilizaron herramientas estadísticas para tabular los datos obtenidos dentro del proceso de observación.

En el capítulo III que fue el lineamiento alternativo, se incluyó datos adicionales que sirvieron para una interpretación total e los datos, en esta información adicional se detalló flujogramas de proceso y metodologías de prevención que se utilizaran en el diseño, además de hojas de seguridad normadas para determinar si la presencia de los agentes químicos afecta o no a la salud y seguridad del trabajador. Dentro del capítulo IV, se incluyó los resultados y discusión de los mismos, para lo cual se tabulo si la presencia de agentes químicos genera riesgos potenciales en la salud del trabajador, posteriormente se analizó el nivel de riesgo, y en caso de no cumplir con la norma se levantó procedimientos para evitar la presencia de los agentes químicos que no cumplen con la norma y con esto disminuir los riesgos potenciales.

En el capítulo V, se incluyeron las conclusiones y recomendaciones que constituyeron básicamente si los objetivos planteados en la presente investigación se lograron cumplir en su totalidad.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

En el marco que abarca la presente investigación, se recurrió a las herramientas computacionales para determinar el diseño de planes de seguridad para los trabajadores en el GAD municipal de Macas, específicamente en la planta de tratamiento de aguas de dicho establecimiento, no se registra ningún trabajo investigativo generado previo a la presente investigación, por lo cual el presente trabajo representa al primer trabajo experimental realizado dentro de dicha localidad, por lo que es fundamental que el presente estudio no se limite únicamente como una propuesta sino se pueda instaurar y sirva como base a la planta de tratamiento de aguas para mejorar sus técnicas. (Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, 2010)

Una vez verificada la no existencia de planes de seguridad en el GAD municipal de Macas, se buscó en plataformas de educación superior y de postgrado de las diferentes universidades del país, para determinar la existencia de investigaciones relacionadas a los riesgos ocasionados por el manejo de agentes químicos en cualquier proceso productivo o de transformación, se encontró un número muy limitado de investigaciones que abordan el presente tema, misma que se encuentran registradas en la tabla 1-1, y que sirvieron como base para la propuesta que se realizó en el presente trabajo investigativo.

Cuadro 1.1. Detalle de investigaciones realizadas en el Ecuador que abordan temas de seguridad y salud en el trabajo con sustancias químicas.

TEMA DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR/RES	AÑO DE PUBLICACIÓN
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL BASADO EN EL REGLAMENTO PARA EL SISTEMA DE AUDITORIA DE RIESGOS DEL TRABAJO SART. EN LA BODEGA DE LA DISTRIBUIDORA NACIONAL DE	Diana Karina Morocho Navas	2016

PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO DISNACPROM CIA. LTDA.		
“PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA EMPRESA EMBOLACHA S.A.”	Jenny Susana Venegas Venegas	2010
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA PARA SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL ORIENTADO A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL SEGÚN EL REGLAMENTO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA EMPRESA ANSI LTDA.”	Natalia Piedad Ricardo Rincon	2007
“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LA EMPRESA FERREMINASA S.A.”	Petit Miranda	2010

1.2.FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

1.2.1. Situación problemática

1.2.2. Funciones de la planta de potabilización de agua en el cantón Macas

Debido a las leyes ecuatorianas, establece que todos los cantones y ciudades a través del territorio nacional debe poseer una planta de tratamiento de aguas para potabilizarlas con lo cual se asegura la calidad de vida de los habitantes, la planta de potabilización de agua en el cantón macas constituye un área de 300 m², el cual recolecta agua del rio Upano, principal cuerpo de agua dulce de la provincia de Morona, el cual por políticas del GAD municipal de Macas, debe trabajar con responsabilidad, conciencia social, además de establecer políticas que se fundamentan en la inclusión de la sociedad y de las autoridades, que serán veedores de la producción normal y del normal funcionamiento de la planta. **(Grimaldi , 1996)**

Dentro de las actividades que se realizan en la planta de potabilización de agua constan las siguientes:

- Captación del agua a tratar mediante bombas en el Rio San Isidro
- Reposos del agua a tratar en tanque de sedimentación primaria
- Dosificación de sustancias químicas para la sedimentación secundaria
- Filtrado mediante tamices y eliminación de flóculos formados
- Dosificación de agentes químicos para la potabilización del agua
- Recolección de muestras para análisis de calidad del agua
- Vertido del agua tratada a la red de alcantarillado publica
- Caracterización de las muestras del agua y análisis químicos de las mismas
- Almacenamiento de las sustancias químicas
- Socialización con la comunidad las características del agua y formas como mejorar su consumo
- Inspecciones del área de trabajo y de las instalaciones para asegurar la calidad de los procesos llevados a cabo

1.2.3. Localización de la planta de potabilización del agua

La planta de tratamiento de agua se encuentra ubicada en la provincia de Morona Santiago en el cantón Macas, por el atraviesan la vía a la troncal Amazónica, la planta se encuentra ubicada en la zona sur del cantón municipal con coordenadas. (**MORONA, 2017**).

- Latitud: -2.3166667
- Longitud: -78.1
- UFI: -931018
- UNI: -1376400
- UTM: RT24
- JOG: SA17-12

El cantón Morona se encuentra ubicado en el centro de la provincia en la región Amazónica, en la provincia de Morona Santiago. Tiene una extensión de 4.606.9Km² y políticamente está dividida en 9 parroquias, se encuentra a una altura de 1070 m.s.n.m. y su temperatura anual oscila entre 18 y 24° C. Limita al norte con los cantones Huamboya

y Pablo Sexto, al sur con los Cantones Sucúa, Logroño y Tiwintza, al este con el Cantón Taisha y al oeste con la provincia de Chimborazo, su cabecera Cantonal Macas se encuentra asentada en el valle del Upano entre los ríos Upano y Jurumbaino, la ubicación geográfica del cantón Macas se detalla en el gráfico 1-1, y muestra le extensión del cantón. (MORONA, 2017).

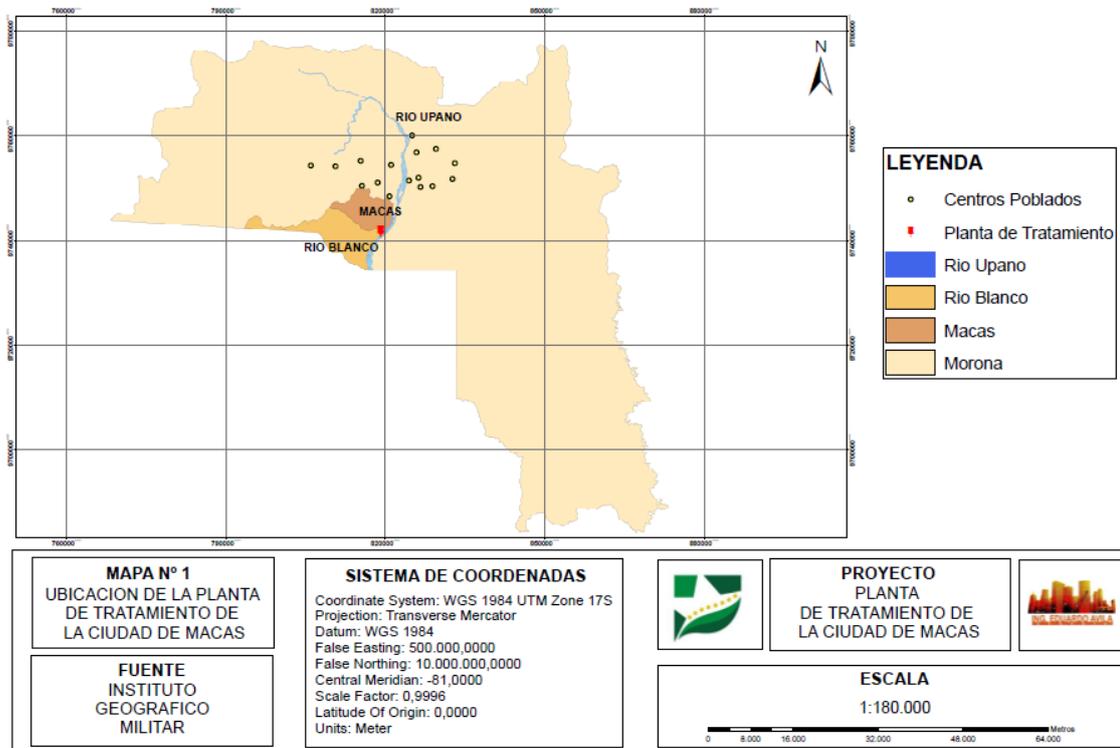


Gráfico 1.1. Localización geográfica del cantón Macas, cabecera cantonal de la provincia de Morona Santiago

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Morona, 2017).

1.2.4. Fundamentación Filosófica

La fundamentación filosófica de la presente investigación se profundiza en los temas relacionados a la psiquis del investigador y con lo cual se aplican los valores axiológicos, epistemológicos, metodológicos y otros. Dichos pilares de la investigación permiten a quien la ejecuta, relacionar su conocimiento interno con los valores sociales y la transformación de la sociedad a través de la aplicación de la indagación en un rango social. (Henao Robledo, 2008).

Los valores axiológicos le permiten al investigador relacionarse con las demás personas y tratar de explicar el porqué de la investigación y como utilizar esto en favor de la

consecución de la presente investigación, uno de los factores que aplican es lograr la interacción entre el conocimiento adquirido durante el curso del postgrado, con todas las técnicas investigativas, logrando mejorar las partes fundamentales de la sociedad, con lo cual se impulsará el desarrollo socio-económico basado en la aplicación teórica de los conocimientos. (Hena Robledo, 2008).

Mediante la implementación de un programa de seguridad y salud para disminuir los riesgos en la dosificación de la planta de potabilización e agua en el cantón Macas, permitirá al trabajador tener una mejor calidad de vida, ya que mediante la aplicación de técnicas recurrentes a los tipos de riesgos que implican la manipulación de agentes químicos, esto asegura una mayor satisfacción en el trabajo con lo cual aumenta el rendimiento del trabajador y se realizan de mejor manera la potabilización del agua, lo cual afecta a la población. (Hena Robledo, 2008).

Por lo cual, planteando la implementación de la metodología para el control de los riesgos, se mejora la calidad de vida de los trabajadores ya que se precautelaré que se busca, ante todo, la prevención de ocurrencia de algún tipo de daño o afectación a la salud y evitar los consecuentes problemas en el desempeño laboral por estrés o insatisfacción con el entorno laboral, factores adversos que generan la disminución de la calidad de los procesos que se llevan a cabo en la planta, los cuales son muy delicados, en vista que al suministrarle agua de baja calidad al consumidor final se podría generar problemas de salud de carácter público. (Hena Robledo, 2008).

1.2.5. Fundamentación Epistemológica

La fundamentación epistemológica, consiste en la creación de nuevos conocimientos referentes a un área de interés, a partir de conocimiento ya existente en la psiquis del individuo y la experimentación, por lo cual se requirió el desarrollo del conocimiento adquirido durante el curso de la maestría, un gran reto que se enfrentó, buscando plasmar la mayor cantidad de conocimiento para mejorar la calidad de vida de los trabajadores y controlar todo factor que pueda generar daños en su entorno. (Hena Robledo, 2008).

Los riesgos químicos, han tomado vital importancia dentro de la gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, en vista a que obviar los impases que genera la manipulación de

reactivos químicos dentro de la evaluación de los riesgos, genera accidentes de gran escala, que desembocan en la muerte de un número considerable de trabajadores a lo largo del mundo, en empresas dedicadas a la transformación química, o que realizan algún tipo de manipulación de agentes químicos o procesos de transformación química, por lo que es fundamental estudiar los productos químicos que representan un peligro en el entorno laboral, con la finalidad de controlar los riesgos derivados. (Hena Robledo, 2008).

La potabilización del agua es una transformación físico-química del agua de cuerpos naturales, con la finalidad de garantizar su consumo por el ser humano. En dicho proceso se involucran un gran espectro de transformaciones y operaciones que utilizan productos químicos, en vista a que se tiene que modificar la naturaleza del agua, para que cumpla con las características finales que establecen las normativas nacionales (NTE INEN 1108), estas transformaciones se llevan a cabo con la adición de sustancias químicas que modifican la naturaleza del agua, para ello se ven obligados, dentro de las plantas de depuración, a la manipulación de sustancias químicas, de diferente naturaleza, que al ser utilizadas de una manera inadecuada, se presenta un gran riesgo de la incidencia de problemas en la salud del trabajador, es por ello que se debe crear un manual técnico, que represente como manipular las sustancias, además de lograr establecer los lineamientos adecuados para su almacenamiento, y que manifieste que equipos de protección personal se debe usar, cuál es el tiempo máximo de exposición permisible, la toxicidad de los productos y además que acciones tomar en caso de fugas, derrames, exposiciones prolongadas o en niveles peligrosos. (Hena Robledo, 2008).

Con el conocimiento de las condiciones de trabajo con que se labora dentro de la planta de tratamiento se logra generar una guía completa para el aseguramiento de la calidad de vida de los trabajadores y de las comunidades alrededor de la planta de potabilización y de la calidad de vida de los usuarios de este servicio básico, logrando de esta manera mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Macas cumpliendo con los propósitos del aseguramiento de la calidad de los procesos, generando así nuevos conocimientos y basándose en los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. (Hena Robledo, 2008).

1.2.6. Fundamentación Psicológica.

Una vez resueltos los parámetros físicos, ambientales y sociales que se encuentran involucrados en la metodología propuesta referente a la gestión de la seguridad y salud en la manipulación de los reactivos químicos, se buscó una satisfacción psicológica del trabajador lo cual aumenta la eficiencia del en sus tareas, en vista a que, indirectamente, se genera una disminución notable de estrés causados por la incertidumbre del trabajador ante las condiciones de seguridad del entorno. Las características psicológicas de los trabajadores representan un factor fundamental que permiten precautelar las condiciones de vida del mismo, ya que un trabajador que no se sienta seguro en su lugar de trabajo, genera que este expuesto diariamente a un daño psicológico, que no puede ser reconocido de manera sencilla y que se requiere análisis psicológicos complejos, esto generar un costo adicional además de que se tenga la presencia de enfermedades, o en el peor de los casos accidentes generados por el alto estrés del trabajador.

Con el presente trabajo se buscó que el trabajador adquiriera una conciencia de los riesgos a los que está expuesto en la manipulación de los reactivos químicos, y también, dotarles de bases informativas detalladas de las responsabilidades que el GAD Municipal pretende ante el cuidado de la seguridad y la salud los trabajadores. Se buscó, además, reducir el nivel de los riesgos hasta los aceptables, esto genera un ambiente de confianza en la planta, debido a que los trabajadores se sentirán protegidos y además satisfechos con el empleador, ya que podrán verificar que el personal de administración se preocupa por brindar las mejores condiciones de trabajo, lo cual promueve que el personal trabaje al máximo y con las precauciones debidas aumentando de manera exponencial la satisfacción psicológica del trabajador y disminuyendo los riesgos en el trabajo.

1.2.7. Fundamentación Legal

Dentro de la legislación nacional que rige la Seguridad y Salud Ocupacional se dispone de artículos constitucionales que establecen derechos irrenunciables que gozan los trabajadores en cada centro laboral, decretos ejecutivos que establecen los parámetros y normas a implementar dentro de los centros laborales para mantener y mejorar el ambiente laboral y directrices establecidas para el sistema de Seguro del Trabajo que todos los empleados tienen derecho, es por ello que a continuación se establece un

compendio de dichos reglamentos referentes al seguimiento de la salud en los centros laborales. (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008)

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO II. Capítulo Segundo. Artículo 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado. (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008)

TÍTULO VI. Capítulo Sexto. Artículo 326. Numeral 5.- Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008)

CÓDIGO DE TRABAJO

TÍTULO I. Capítulo III. Artículo 38.- Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (MINISTERIO DEL TRABAJO, 2005)

TÍTULO IV. Capítulo V. Artículo 410.- 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. (MINISTERIO DEL TRABAJO, 2005)

Artículo 432.- En las empresas sujetas al régimen del seguro de riesgos del trabajo, además de las reglas sobre prevención de riesgos establecidas en este capítulo, deberán

observarse también las disposiciones o normas que dictare el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (MINISTERIO DEL TRABAJO, 2005)

DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Artículo 11.- Obligaciones de los empleadores. Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

- Cumplir las disposiciones de este Reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
- Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
- Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
- Organizar y facilitar los Servicios Médicos, Comités y Departamentos de Seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes.
- Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.
- Efectuar reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas; y, especialmente, cuando sufran dolencias o defectos físicos o se encuentren en estados o situaciones que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.
- Cuando un trabajador, como consecuencia del trabajo, sufre lesiones o puede contraer enfermedad profesional, dentro de la práctica de su actividad laboral ordinaria, según dictamen de la Comisión de Evaluaciones de Incapacidad del IESS o del facultativo del Ministerio de Trabajo, para no afiliados, el patrono deberá ubicarlo en otra sección de la empresa, previo consentimiento del trabajador y sin mengua a su remuneración. La renuncia para la reubicación se considerará como omisión a acatar las medidas de prevención y seguridad de riesgos.

- Especificar en el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene, las facultades y deberes del personal directivo, técnicos y mandos medios, en orden a la prevención de los riesgos de trabajo.
- Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa.
- Dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos.
- Adoptar las medidas necesarias para el cumplimiento de las recomendaciones dadas por el Comité de Seguridad e Higiene, Servicios Médicos o Servicios de Seguridad.
- Proveer a los representantes de los trabajadores de un ejemplar del presente Reglamento y de cuantas normas relativas a prevención de riesgos sean de aplicación en el ámbito de la empresa. Así mismo, entregar a cada trabajador un ejemplar del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la empresa, dejando constancia de dicha entrega.
- Facilitar durante las horas de trabajo la realización de inspecciones, en esta materia, tanto a cargo de las autoridades administrativas como de los órganos internos de la empresa.
- Dar aviso inmediato a las autoridades de trabajo y al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, de los accidentes y enfermedades profesionales ocurridas en sus centros de trabajo y entregar una copia al Comité de Seguridad e Higiene Industrial.
- Comunicar al Comité de Seguridad e Higiene, todos los informes que reciban respecto a la prevención de riesgos.

Además de las que se señalen en los respectivos Reglamentos Internos de Seguridad e Higiene de cada empresa, son obligaciones generales del personal directivo de la empresa las siguientes:

- Instruir al personal a su cargo sobre los riesgos específicos de los distintos puestos de trabajo y las medidas de prevención a adoptar.
- Prohibir o paralizar los trabajos en los que se adviertan riesgos inminentes de accidentes, cuando no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos. Tomada tal iniciativa, la comunicarán de inmediato a su superior jerárquico, quien

asumirá la responsabilidad de la decisión que en definitiva se adopte.
(PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 1986)

Artículo 12.- Obligaciones de los intermediarios. Las obligaciones y prohibiciones que se señalan en el presente Reglamento para los empleadores, son también aplicables a los subcontratistas, enganchadores, intermediarios y en general a todas las personas que den o encarguen trabajos para otra persona natural o jurídica, con respecto a sus trabajadores.
(PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 1986)

Artículo 13. Obligaciones de los trabajadores. Los trabajadores están obligados a cumplir los siguientes lineamientos.

- Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumpliendo las normas vigentes.
- Asistir a los cursos sobre control de desastres, prevención de riesgos, salvamento y socorrismo programados por la empresa u organismos especializados del sector público.
- Usar correctamente los medios de protección personal y colectiva proporcionados por la empresa y cuidar de su conservación.
- Informar al empleador de las averías y riesgos que puedan ocasionar accidentes de trabajo. Si éste no adoptase las medidas pertinentes, comunicar a la Autoridad Laboral competente a fin de que adopte las medidas adecuadas y oportunas.
- Cuidar de su higiene personal, para prevenir al contagio de enfermedades y someterse a los reconocimientos médicos periódicos programados por la empresa.
- No introducir bebidas alcohólicas ni otras sustancias tóxicas a los centros de trabajo, ni presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o bajo los efectos de dichas sustancias.
- Colaborar en la investigación de los accidentes que hayan presenciado o de los que tengan conocimiento.
- Acatar en concordancia con el Art. 11, numeral siete del presente Reglamento las indicaciones contenidas en los dictámenes emitidos por la Comisión de Evaluación de las Incapacidades del IESS, sobre cambio temporal o definitivo en las tareas o

actividades que pueden agravar las lesiones o enfermedades adquiridas dentro de la propia empresa, o anteriormente.

Artículo 14.- De los comités de seguridad e higiene del trabajo. Para la conformación de los comités de seguridad e higiene en el trabajo se debe cumplir los siguientes lineamientos.

- En todo centro de trabajo en que laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo integrado en forma paritaria por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores, quienes de entre sus miembros designarán un Presidente y Secretario que durarán un año en sus funciones pudiendo ser reelegidos indefinidamente. Si el Presidente representa al empleador, el Secretario representará a los trabajadores y viceversa. Cada representante tendrá un suplente elegido de la misma forma que el titular y que será principalizado en caso de falta o impedimento de éste. Concluido el período para el que fueron elegidos deberá designarse al Presidente y Secretario.
- Las empresas que dispongan de más de un centro de trabajo, conformarán subcomités de Seguridad e Higiene a más del Comité, en cada uno de los centros que superen la cifra de diez trabajadores, sin perjuicio de nominar un comité central o coordinador.
- Para ser miembro del Comité se requiere trabajar en la empresa, ser mayor de edad, saber leer y escribir y tener conocimientos básicos de seguridad e higiene industrial.
- Los representantes de los trabajadores serán elegidos por el Comité de Empresa, donde lo hubiere; o, por las organizaciones laborales legalmente reconocidas, existentes en la empresa, en proporción al número de afiliados. Cuando no exista organización laboral en la empresa, la elección se realizará por mayoría simple de los trabajadores, con presencia del Inspector del Trabajo.
- Los titulares del Servicio Médico de Empresa y del Departamento de Seguridad, serán componentes del Comité, actuando con voz y sin voto.
- Todos los acuerdos del Comité se adoptarán por mayoría simple y en caso de igualdad de las votaciones, se repetirá la misma hasta por dos veces más, en un plazo no mayor de ocho días. De subsistir el empate se recurrirá a la dirigencia de los Jefes de Riesgos del Trabajo de las jurisdicciones respectivas del IESS.

- Las actas de constitución del Comité serán comunicadas por escrito al Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos y al IESS, así como al empleador y a los representantes de los trabajadores. Igualmente se remitirá durante el mes de enero, un informe anual sobre los principales asuntos tratados en las sesiones del año anterior.
- El Comité sesionará ordinariamente cada mes y extraordinariamente cuando ocurriere algún accidente grave o al criterio del Presidente o a petición de la mayoría de sus miembros. Las sesiones deberán efectuarse en horas laborables. Cuando existan Subcomités en los distintos centros de trabajo, éstos sesionarán mensualmente y el Comité Central o Coordinador bimensualmente.
- Los miembros del Comité durarán en sus funciones un año, pudiendo ser reelegidos indefinidamente.
- Son funciones del Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo de cada Empresa, las siguientes: a) Promover la observancia de las disposiciones sobre prevención de riesgos profesionales. b) Analizar y opinar sobre el Reglamento de Seguridad e Higiene de la empresa, a tramitarse en el Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos. Así mismo, tendrá facultad para, de oficio o a petición de parte, sugerir o proponer reformas al Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la Empresa. c) Realizar la inspección general de edificios, instalaciones y equipos de los centros de trabajo, recomendando la adopción de las medidas preventivas necesarias. d) Conocer los resultados de las investigaciones que realicen organismos especializados, sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que se produzcan en la empresa. e) Realizar sesiones mensuales en el caso de no existir subcomités en los distintos centros de trabajo y bimensualmente en caso de tenerlos. f) Cooperar y realizar campañas de prevención de riesgos y procurar que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en dicha materia. g) Analizar las condiciones de trabajo en la empresa y solicitar a sus directivos la adopción de medidas de Higiene y Seguridad en el Trabajo. h) Vigilar el cumplimiento del presente Reglamento y del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo.

Artículo 15.- De la unidad de seguridad e higiene del trabajo. La unidad de seguridad y salud en el trabajo debe cumplir los siguientes lineamientos.

- En las empresas permanentes que cuenten con cien o más trabajadores estables, se deberá contar con una Unidad de Seguridad e Higiene, dirigida por un técnico en la materia que reportará a la más alta autoridad de la empresa o entidad. En las empresas o Centros de Trabajo calificados de alto riesgo por el Comité Interinstitucional, que tengan un número inferior a cien trabajadores, pero mayor de cincuenta, se deberá contar con un técnico en seguridad e higiene del trabajo. De acuerdo al grado de peligrosidad de la empresa, el Comité podrá exigir la conformación de un Departamento de Seguridad e Higiene.
- Son funciones de la Unidad de Seguridad e Higiene, entre otras las siguientes: a) Reconocimiento y evaluación de riesgos; b) Control de Riesgos profesionales; c) Promoción y adiestramiento de los trabajadores; d) Registro de la accidentalidad, ausentismo y evaluación estadística de los resultados. e) Asesoramiento técnico, en materias de control de incendios, almacenamientos adecuados, protección de maquinaria, instalaciones eléctricas, primeros auxilios, control y educación sanitarios, ventilación, protección personal y demás materias contenidas en el presente Reglamento. f) Será obligación de la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo colaborar en la prevención de riesgos; que efectúen los organismos del sector público y comunicar los accidentes y enfermedades profesionales que se produzcan, al Comité Interinstitucional y al Comité de Seguridad e Higiene Industrial.

1.3.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.3.1.Seguridad de los procesos

La promulgación de la norma de la OSHA para la Administración de la Seguridad de los Procesos de Químicos Muy Peligrosos tuvo un gran impacto en el campo de la administración de la seguridad y la higiene. La década de los ochenta fue testigo de grandes accidentes por explosiones y liberaciones catastróficas de productos químicos peligrosos que produjeron numerosos decesos tanto de empleados como de terceros. (Cortes Díaz , 2007).

Estas tragedias tuvieron tal importancia que llamaron la atención de todo el mundo. La tragedia más notable fue el desastre de Bhopal, India, en el cual murieron 2,500 civiles

en un accidente de una empresa de productos químicos. No hay duda de que esta catástrofe influyó en las políticas de los Estados Unidos y en la institución de la norma de seguridad de procesos. Otra tragedia importante fue la de Phillips Petrochemical Plant en octubre de 1989, en la cual una explosión e incendio en una planta cerca de Houston, Texas, mató a 24 trabajadores y lesionó a otros 128. Como era de esperarse, después del incidente la OSHA realizó una inspección completa de Phillips y le impuso una multa elevada. Pero este desastre también impulsó a la OSHA a buscar algo más que un enfoque de inspecciones y multas después de los hechos. El resultado fue una nueva norma que pretendía evitar tales catástrofes. La norma de seguridad de procesos entró en vigor en 1992. Llegados a este punto, algunos lectores se sentirán inclinados a saltarse el capítulo, pensando que no es aplicable a sus funciones. La "seguridad de los procesos" parecería aplicable sólo a plantas químicas y refinerías de petróleo, pero advirtamos que en los primeros años de imposición de la norma la OSHA ha adoptado una definición agresiva de la palabra "proceso". Por ejemplo, una planta procesadora de aves se considera sujeta a la norma de seguridad de procesos, porque, digamos. Emplea cloro para refrigeración, un producto químico peligroso. Incluso una planta de artículos sueltos puede utilizar ácidos peligrosos en sus operaciones de acabado, por tanto, se encuentra sujeta a la norma de seguridad de procesos, en tanto que procesa o almacena un producto químico peligroso en cantidades mayores al umbral. (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, 2001).

Antes de que inicie cualquier análisis de procesos, la OSHA requiere que el patrono reúna información sobre los productos químicos peligrosos que usa o produce, el equipo que se maneja y la tecnología del proceso en sí. Está claro que la intención de la OSHA es que esta información esté al alcance del sindicato o de cualquier otro representante de los empleados de la planta. El gerente de seguridad e higiene o quien sea el designado para ocuparse de los riesgos y normas de seguridad de procesos debe empezar por enfrentar el problema de dónde encontrar información sobre los productos químicos utilizados en el proceso. (Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, 2008).

El principal documento de información concerniente a los productos químicos que se emplean en las plantas industriales:

- La hoja de datos de seguridad de materiales (MSnS), proporciona toda la información que se precisa para cumplir con las necesidades de seguridad de los procesos (en caso contrario, conviene recurrir a los libros de consulta sobre las propiedades de los productos químicos peligrosos). El gerente de seguridad e higiene se ganará la confianza de las comisiones o los equipos de ingenieros, trabajadores y representantes designados para analizar un proceso peligroso, si conoce estos libros de consulta y se apoya en ellos cuando le piden asesoría. (Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, 2010).

Aparte de las propiedades de los productos químicos utilizados en el proceso, la OSHA quiere que los patronos documenten la tecnología del proceso, incluyendo por lo menos un diagrama de flujo de bloque. Además, se deben dar los datos químicos del proceso, máximo inventario esperado y límites superiores e inferiores seguros para temperaturas, presiones, flujos o composiciones. Cualquier desviación de la norma que pueda afectar la seguridad y la salud de los trabajadores deben evaluarse para ponderar las consecuencias. Tal vez ya se cuente con estos datos, pero de no ser así, es posible generarlos en el análisis de riesgos del proceso. (Cortes Díaz , 2007).

El equipo del proceso también debe ser documentado y descrito con detalles tales como los materiales de construcción y las tuberías y diagramas de instrumentos. Se pone particular interés en las características de seguridad, como el diseño del sistema de alivio, la ventilación, los códigos y las normas de diseño, los equilibrios de material y energéticos y los sistemas de seguridad (enclavamientos, sistemas de detección y supresión). Las normas federales exigen que el equipo del proceso siga las "prácticas sanas, reconocidas y aceptadas de la ingeniería". Sobre todo, en relación con equipo adquirido antes de la norma de seguridad de procesos. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.2. Análisis de procesos

La fuerza principal de las normas está en el análisis de los datos, cuya intención es superar el estudio del equipo, los productos químicos y de cómo funciona el proceso, para investigar qué es lo que puede salir mal y cómo enfrentar estos riesgos. Los requisitos de análisis de la norma de seguridad de procesos recuerdan los métodos, incluido el análisis de árbol de fallas y el análisis de modos y efectos de las fallas. (Cortes Díaz , 2007).

Algunos se refieren a "análisis de qué pasa si" y "listas de verificación de qué pasa si", que plantean preguntas sobre las relaciones del proceso y los acontecimientos exteriores, además de los modos de falla del proceso en sí. También hay que incluir los análisis de incidentes pasados, que pudieron haber tenido consecuencias catastróficas. Debe tomarse en cuenta el valor de los sistemas de control de ingeniería, que detectan y advierten a Otiempo de sucesos catastróficos inminentes, y que muchas veces están constituidos por un sistema computarizado de supervisión del proceso con instrumentos y alarmas. Por supuesto, la computadora que vigila el proceso puede fallar, y también deben tomarse en cuenta las consecuencias de esta posibilidad. Incluso la ubicación de las instalaciones entra en el análisis; por ejemplo, si se encuentran sobre una falla geológica, hay que considerar la posibilidad de terremotos. Además, no debe ignorarse el elemento humano. Si las fallas humanas pueden contribuir a la posibilidad de una catástrofe, el análisis debe considerarlas y estudiar cómo mitigar las consecuencias de errores humanos. (Cortes Díaz , 2007).

Los factores humanos entran también en las decisiones de diseño relacionadas con el proceso. Es evidente que el análisis de seguridad de procesos es un tema importante, y el gerente de seguridad e higiene debe estar alerta para recomendar a la dirección que asuma estas responsabilidades con seriedad. Los analistas profesionales más reconocidos, asignados al equipo de análisis del proceso, pueden hacer mucho para establecer la buena fe del patrono en esta tarea. Por otro lado, las opiniones de operadores y personal de mantenimiento, que están tan familiarizados con el proceso, suelen ser incluso más valiosas para el análisis. Al documentar el análisis de riesgos del proceso, se debe tener cuidado de no dejar problemas sin resolver; por ejemplo, sin una estrategia documentada de solución. Si el proceso presenta un riesgo grave, documentarlo constituye un "reconocimiento" del mismo. Sobre todo, en el caso de un accidente o incidente mayor, es de esperar que el inspector de la OSHA busque pruebas de que la empresa "reconoció" el riesgo que causó "daños económicos serios" a uno o más empleados. (Cortes Díaz , 2007).

Dada la responsabilidad general que tienen los patronos de realizar análisis de riesgos de los procesos, se especificó un procedimiento por fases a lo largo de cinco años después de la fecha de los datos de la norma. Entonces, cada cinco años hay que actualizar y

evaluar los análisis para verificar que sean congruentes con el proceso actual. Por supuesto, estas acciones deberán documentarse, y conservar los registros durante toda la vida del proceso. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.3.Procedimientos de operación

Después de que se haya reunido y analizado la información sobre el proceso, las conclusiones deben transformarse en procedimientos de operación que aseguren el control de los riesgos previstos. Los procedimientos dependen de la fase de operación a la que se refieran. Es buena práctica de seguridad e higiene reconocer una diferencia entre operaciones temporales y normales. A veces, durante las operaciones temporales o iniciales es preciso ignorar ciertos sistemas automáticos de protección, pero aun así es necesario enfrentar de alguna otra manera los riesgos que quedan al descubierto. Durante una emergencia, algunos procesos deben continuar sus funciones en un modo de operación de emergencia. (Cortes Díaz , 2007).

Es de particular interés la necesidad de saber en qué condiciones es imprescindible un cierre de emergencia y, llegado el caso, qué deberá hacerse. Una característica clave en la operación segura del proceso es la capacidad de reconocer cuándo algo ha salido mal. Para esto, hay que imponer en el proceso límites para las variables que se controlan; por ejemplo, una bomba centrífuga en una tubería opera normalmente con una presión de succión mínima y una presión de descarga máxima previamente especificadas. Cada vez que en el lado de entrada de la bomba la presión baje más del mínimo prescrito, para proteger la bomba se efectúa un cierre automático. Una presión de descarga superior a los límites establecidos puede exceder los límites de diseño de la tubería. Cualquiera de estas condiciones dispara una acción de emergencia a fin de evitar una situación más seria, especialmente cuando se trata con productos químicos peligrosos. El plan de operación debe indicar a los trabajadores cuáles son las consecuencias de rebasar los límites de control, así como qué hacer para recuperar el control del proceso. Las pantallas de despliegue de ayuda de respuesta rápida son un recurso para obtener tal información a tiempo a fin aprovecharla en las emergencias. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.4. Capacitación

Es bien sabido que muchas veces los procedimientos de operación están contenidos en alguna carpeta de anillas que nadie lee o a la que no hacen caso. Sin embargo, cuando hay la posibilidad de una liberación catastrófica de productos químicos peligrosos, los "planes de papel" para la seguridad de los procesos no son suficientes. Debe capacitarse al personal necesario para la ejecución del plan. Un buen plan de capacitación tiene cuatro ingredientes (Cortes Díaz , 2007):

- Capacitación inicial de nuevos operadores o en los nuevos procesos.
- Capacitación de actualización a intervalos prescritos y, en cualquier caso, por lo menos cada tres años.
- Verificación o examen para comprobar que los empleados comprenden el proceso y los procedimientos de seguridad y que están actualizados.
- Documentación para confirmar que la capacitación y las pruebas se han llevado a cabo. Un método de documentación consiste en mantener tarjetas de los trabajadores que verifiquen su actualización en el proceso. El problema de esta estrategia es que los trabajadores pueden perder u olvidar las tarjetas. Las normas federales no dicen que ellos deban portar la documentación; así, es más conveniente que el patrono conserve los registros que comprueben la capacitación de los empleados que se ocupan del proceso.

1.3.5. Salud y sustancias tóxicas

Los riesgos a la salud tienen gran impacto porque son grandes las posibilidades de lesiones entre los empleados expuestos y el costo de corregir un solo riesgo puede ascender a millones de dólares. Durante muchos años, los higienistas industriales han afirmado que los riesgos a la salud merecen mayor atención. En respuesta a estas presiones, casi desde que la institución de la OSHA inició se ha manifestado un cambio en las actividades de seguridad por las de la salud. Al principio, la OSHA no tenía un

equipo suficiente de profesionales de la salud para evaluar estos riesgos, y su interés se centraba en la seguridad. Pero desde principios de los años setenta la proporción de especialistas de la salud con los que cuenta la OSHA ha aumentado mucho. Por las mismas definiciones de salud y seguridad, siempre será más difícil detectar los riesgos para la salud que los riesgos de seguridad. La salud se ocupa de los efectos crónicos a largo plazo por exposición, en tanto que la seguridad trata de los efectos agudos, más obvios, que causan daños de inmediato. (OHSAS Project Group, 2008).

1.3.6.Exámenes base

Prácticamente todo el mundo ha pasado un examen físico antes de ser aceptado en un puesto, pero pocos comprenden su importancia en relación con el programa general de seguridad e higiene. En este examen se establece el estado general de salud del candidato, información crucial para colocarlo en el puesto correcto y detectar cualquier deterioro causado por exposición en el trabajo. Estas exposiciones son la razón de más peso para los exámenes físicos previos a la contratación, debido a la naturaleza crónica de los riesgos a la salud. Si un empleado ya sufre de enfisema o cualquier otro trastorno pulmonar, es esencial que este hecho quede establecido al momento de la contratación. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.7.Sustancias tóxicas

La exposición a sustancias tóxicas es el "problema de salud" por excelencia, así que nos valdremos de su estudio como modelo de todo el tema del control ambiental y de la salud. Aquí, la elección de los términos puede ser de importancia. Por ejemplo, a veces decimos materiales peligrosos para referimos a sustancias tóxicas, pero el adjetivo peligroso es mucho más general e incluiría riesgos a la seguridad, como los que presentan los explosivos y los líquidos inflamables y combustibles. Este libro sigue la regla convencional popular que tiende a asociar el término materiales con riesgos a la seguridad y el término sustancias con riesgos a la salud. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.7.1. Irritantes

Los irritantes inflaman las superficies del cuerpo por su acción corrosiva. Algunos afectan la piel, pero una cantidad mayor lastima las superficies más húmedas, especialmente los pulmones. La víctima de un irritante débil del tracto respiratorio superior puede detectarlo con facilidad, pero los irritantes del tracto respiratorio inferior a veces pasan inadvertidos. Cuando el irritante es algún polvo, la enfermedad pulmonar que origina se llama *pneumoconiosis*. Éste es un término general que incluye lo mismo una reacción a polvos molestos como la fibrosis, una reacción más seria que produce tejido cicatricial fibroso que perjudica la capacidad pulmonar. (Cortez Díaz , 2008).

Ejemplos de *pneumoconiosis* son la siderosis (causada por polvo de óxido de hierro), la estañosis (por polvo de estaño), la bisinosis (por polvo de algodón) y el aluminosis (por polvo de aluminio). Las fibrosis más peligrosas son la asbestosis (por fibra de asbesto) y la silicosis (por la sílice). Todos estamos familiarizados con el fuerte olor del amoníaco. Este gas y la humedad de las membranas mucosas del cuerpo se combinan para formar hidróxido de amonio, un agente muy tóxico. Es fácil comprender que irrite y lesione los delicados tejidos de nariz, tráquea, pulmones y otras partes con las que entre en contacto. Con la misma lógica, cualquiera de los gases que se combinen con el agua para formar ácidos serán irritantes, igual que las partículas suspendidas en el aire de los propios ácidos. Las operaciones de electrodeposición lanzan neblinas ácidas al aire, ya que los tanques a menudo salpican, están calientes y contienen ácido. La neblina de ácido crómico es particularmente dañina y causa un mal de nombre ominoso, agujeros de cromo. El ácido crómico también destruye el tabique nasal, que separa las dos fosas nasales. (Cortez Díaz , 2008).

1.3.7.2. Asfixiantes

Los asfixiantes evitan que el oxígeno llegue a las células del cuerpo; en general, cualquier gas puede ser un asfixiante, si se encuentra en concentraciones suficientes para desplazar la proporción esencial de oxígeno del aire. Mucha gente ha cometido suicidio respirando gas natural, que básicamente es metano. Este gas es un simple asfixiante, ya que sólo desplaza la proporción de oxígeno del aire inhalado. El metano puede estar presente en entornos industriales, puesto que se trata de un producto de la fermentación. Otros

asfixiantes simples frecuentes son los gases inertes, como el argón, el helio y el nitrógeno utilizados en soldadura. (Hena Robledo, 2008).

Puede parecer incorrecto clasificar al nitrógeno como contaminante del aire y asfixiante, cuando es el principal constituyente (78%) del aire normal. Pero demasiado nitrógeno reducirá la proporción normal de oxígeno (21%) del aire. Cualquier proporción de oxígeno menor al 19.5% es considerada deficiente. La deficiencia de oxígeno es muy peligrosa, una situación más seria de lo que la mayoría de la gente piensa. La causa de esta muerte fue la falta de oxígeno, y la ironía es que el trabajador estaba respirando nitrógeno casi puro, el constituyente principal del aire. La falta de oxígeno es un serio riesgo que hay que considerar cuando deben entrar trabajadores a un depósito, recipiente o espacio confinado. Ocurren muchas muertes al año por esta causa. En los años noventa, la OSHA se ha concentrado en la entrada a espacios confinados. El bióxido de carbono es uno de los asfixiantes simples más importantes, aunque en cantidades normales es un constituyente inofensivo del aire. El fuego es la fuente principal de concentraciones industriales peligrosas de este gas. (OHSAS Project Group, 2008).

El bióxido de carbono es más pesado que el aire, lo que hace que se acumule en espacios bajos y confinados, lo que aumenta sus riesgos. Los espacios confinados son los más peligrosos, no sólo en cuanto atañe al bióxido de carbono, sino con todos los contaminantes del aire. Los asfixiantes que hemos visto hasta ahora son *asfixiantes simples*, sustancias no tóxicas que remplazan el contenido de oxígeno del aire; pero hay otra clase, la de los asfixiantes químicos, que interfieren con la oxigenación de la sangre en los Pulmones o bien con la oxigenación de los tejidos. El asfixiante químico más notorio es el monóxido de carbono, una sustancia por la que la hemoglobina de la sangre tiene mayor afinidad que por el oxígeno (una afinidad más de 200 veces mayor). (OHSAS Project Group, 2008).

El compuesto resultante, la carboxihemoglobina, es una sustancia muy estable, que impide el intercambio vital de oxígeno y de bióxido de carbono por medio de su vehículo, la hemoglobina. Otro asfixiante químico bien conocido es el cianuro de hidrógeno, un insecticida industrial, mejor conocido por su aplicación en las cámaras de gas de las prisiones. El gas se produce dejando caer píldoras de cianuro de sodio en un pequeño contenedor de ácido. Algunos lugares de trabajo corren el riesgo de convertirse en

cámaras de gas. En una inspección de trabajo en California, se encontró un laboratorio en el cual se almacenaban ácidos fuertes en botellas de vidrio sobre repisas justo encima de sales de cianuro de sodio. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.7.3. Contaminantes del aire

Lo que más preocupa respecto a las sustancias tóxicas es la contaminación del aire, y así es como debe ser. Los contaminantes del aire adquieren muchas formas físicas, y en el lenguaje diario la mayoría de la gente las confunde. El gerente de seguridad e higiene debe saber cuál es la diferencia, por ejemplo, entre vapores y humos. Aunque el aire está formado esencialmente por gases, su contaminación consiste en cualquiera de los tres estados de la materia: sólidos, líquidos o gases. (Cortes Díaz , 2007).

- Los *gases* contaminan fácilmente el aire porque está constituido precisamente por gases, que se mezclan con más facilidad. El gas tóxico más familiar es el monóxido de carbono. También son peligrosos en el entorno industrial el sulfuro de hidrógeno y el cloro. Incluso gases "inofensivos" como el bióxido de carbono y el nitrógeno inerte se vuelven peligrosos si se dejan acumular en grandes cantidades, pues se convierten en asfixiantes al desplazar el oxígeno.
- Los *vapores* son también gases, pero son líquidos o quizás hasta sólidos que liberan pequeñas cantidades de gases al aire circundante. Algunos de nuestros líquidos industriales más útiles, como la gasolina y los solventes, tienen una fuerte tendencia a liberar estos vapores.
- Los *vahos* se componen de diminutas gotas de líquido, tan pequeñas que quedan suspendidas en el aire durante largos periodos, como en las nubes. Ya que los líquidos son más pesados que el aire, al cabo caen o se condensan en gotas más grandes, que se precipitan en forma de lluvia. Sin embargo, mucho antes de que esto pase pueden ser inhalados por el trabajador. Cuando los vapores se condensan en nubes se generan vahos finos. Los vahos gruesos se producen en operaciones de salpicado o atomizado, como en los aceites de corte para máquinas herramientas o en el electrodeposito. En general, el rocío pesticida también es un vaho.

- Los *polvos* se reconocen como partículas sólidas. Técnicamente hablando, las partículas de polvo tienen diámetros de 0.1 a 25 micrómetros, relativamente inofensivos. Los polvos peligrosos incluyen los de asbesto, plomo, carbón, algodón y los radiactivos. El polvo de sílice en operaciones de rectificado también se reconoce como un riesgo, aunque el polvo de tierra ordinario es sobre todo sílice. Las partículas de polvo de asbesto tienen forma de fibras en vez de ser redondas, y esto contribuye a su peligrosidad.
- Los *humos* son también partículas sólidas, pero son demasiado finas para llamárselas polvos. Ahora bien, el tamaño de las partículas de humo y de polvo se superpone. En tanto que las partículas de polvo se dividen por medios mecánicos, los humos se forman por re-solidificación de vapores de procesos muy calientes, como la soldadura. Las reacciones químicas también pueden producir humos, pero los gases y vapores que se generan en los procesos químicos no deben ser confundidos con humos. Los humos metálicos son los más peligrosos, especialmente los de los metales pesados.
- Las *partículas* son una clasificación general que incluye todas las formas de contaminantes del aire, tanto sólidas como líquidas (es decir, polvos, humos y vahos). Por lo tanto, su tamaño varía en gran medida; algunas son visibles a simple vista, pero la mayoría no. Algunos ejemplos de tamaños de partículas, de las visibles diminutas, a las grandes moléculas sub microscópicas. En este momento será evidente que la industria y tecnología no eliminan el riesgo de exposición a las sustancias tóxicas, sino que sólo la controlan para mantenerla dentro de límites aceptables. Es a la vez ingenuo e innecesario que el gerente de seguridad e higiene adopte la estrategia de eliminar totalmente la exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas. No hay ningún veneno conocido al cual el ser humano no pueda ser expuesto sin sufrir daño de consideración, siempre que la exposición sea lo bastante pequeña y esté distribuida en un tiempo lo bastante prolongado para que el organismo lo asimile o lo elimine. Por otro lado, hasta el más débil de los venenos puede ser mortal si el trabajador está expuesto constantemente a dosis masivas. Y tales dosis se encuentran en exposiciones industriales más que en cualquier otro entorno. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.8. Definición de factor de riesgo químico

Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

1.3.9. Criterios de peligrosidad de las sustancias químicas

Los criterios para establecer la peligrosidad de una sustancia química dependen de muchos factores. Dichos criterios son muy variados, pero se pueden considerar los siguientes (Cortes Díaz , 2007):

1.3.9.1. Explosividad

Es la capacidad de una sustancia de expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva. Ejemplo: acetileno y sus derivados, peróxidos orgánicos, compuestos nitrosos, etc. Una sustancia o residuo tiene esta característica cuando (Cortez Díaz , 2008):

- Es capaz de detonar o reaccionar explosivamente si es sometido a una acción iniciadora fuerte o si es calentado en condición confinada, es decir en condición de volumen constante.
- Presenta facilidad de detonar, de descomponerse o de reaccionar explosivamente en condiciones normales de temperatura y presión.
- Es explosivo, entendiéndose por tal, si es susceptible de producir en forma súbita una reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases.

1.3.9.2. Inflamabilidad

Es la capacidad de una sustancia para producir combustión de sí misma con desprendimiento de calor. Con esta característica se identifican a aquellas sustancias o residuos que presenten riesgo de ignición, siendo inflamable bajo las condiciones normales de almacenamiento, transporte, manipulación y disposición, o bien sean capaces

de agravar severamente una combustión una vez iniciada, o sean capaces de originar tóxicos y crear corrientes convectivas que pueden transportar tóxicos a áreas circundantes. Una sustancia o residuo exhibe la característica de inflamabilidad, si una muestra representativa del mismo, cumple alguna de las siguientes condiciones (Ramírez Cavassa, 2008):

- Es un líquido inflamable
- Es un sólido inflamable.
- Es un material que presenta inflamabilidad espontánea y un sólido que en contacto con agua o humedad desprende gases inflamables.
- Es un gas inflamable.

1.3.9.3. Toxicidad

Es la capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que están en contacto con ella. Esta característica identifica a aquellas sustancias o residuos o sus productos metabólicos que poseen la capacidad de a determinadas dosis, y luego de haber estado en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía, provocar por acción química o químico-físico un daño en la salud, funcional u orgánica, reversible o irreversible. (Cortez Díaz , 2008).

Se debe diferenciar entre:

- Toxicidad aguda: el efecto se manifiesta luego de una única administración.
- Toxicidad subaguda o subcrónica: el efecto se manifiesta luego de la administración o contacto con el material durante un período limitado (ejemplo 1 a 3 meses).
- Toxicidad crónica: El efecto tóxico se manifiesta luego de una administración o contacto durante períodos mucho más prolongados.

Las determinaciones de toxicidad se pueden subdividir en dos grandes categorías:

- **Toxicidad Humana:**
 - Toxicidad oral.
 - Toxicidad por inhalación.
 - Toxicidad por penetración dérmica.
 - Toxicidad por irritación dérmica.

- **Ecotoxicidad**
 - Ambiente acuático.
 - Ambiente terrestre.

Con el fin de cuantificar resultados de toxicidad, se emplea el índice DL 50 (Dosis letal 50 o dosis letal media). En experimentos con animales, la DL 50 indica la dosis para la cual el 50% de la población de animales bajo experimento, mueren por efecto de la sustancia administrada. CL 50: indica concentración letal media, es decir la concentración en el ambiente que mata al 50% de los animales en experimentación, en un tiempo definido. Una sustancia o residuo presenta esta característica si:

- Se ha determinado que es letal para el ser humano en bajas dosis, o bien en ausencia de datos sobre toxicidad humana en estudio con animales se ha determinado que presenta:
 - DL 50 (absorción oral en ratas) < 50 mg/ kg de peso del cuerpo.
 - DL 50 (penetración dérmica en ratas o conejos) < 200 mg/Kg de peso del cuerpo.
 - CL 50 (absorbido por inhalación en ratas) < 2 mg/l de aire del ambiente.

- Si es capaz de otra manera de causar o contribuir significativamente a un aumento de enfermedades graves irreversibles o enfermedades discapacitantes reversibles.

1.3.9.4. Teratogenicidad

Esta característica identifica a aquellas sustancias o residuos que por su composición producen efectos sobre el feto, pudiendo provocar la muerte del embrión, u ocasionar deformaciones, o conducir a una disminución del desarrollo intelectual o corporal. (Cortes Díaz , 2007).

1.3.9.5. Carcinogenicidad

Con esta característica se identifica: a aquellas sustancias o residuos capaces de originar cáncer. (Comisión de las Comunidades Europeas., 2008).

1.3.9.6. Mutagenicidad

Esta característica de riesgo, identifica a aquellas sustancias o residuos que por su composición provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas o de las células germinales. Las mutaciones en las células corporales pueden ser causantes de cáncer mientras que las mutaciones en las células germinales (embrionarias y esperma) se pueden transmitir hereditariamente. (Cortez Díaz , 2008).

1.3.9.7. Reactividad

Capacidad de una sustancia para combinarse con otra y producir un compuesto de alto riesgo, ya sea inflamable, explosivo, tóxico o corrosivo. Esta característica identifica sustancias que debido a su extrema inestabilidad y tendencia a reaccionar violentamente o explotar, y plantean un problema para todas las etapas de su manejo. (Cortes Díaz , 2007).

Se considera que una sustancia o residuo presenta características reactivas si cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es normalmente inestable y sufre cambios fácilmente sin detonación.
- Reacciona violentamente con el agua.
- Forma mezclas potencialmente explosivas con agua.

- Cuando se mezcla con agua genera gases tóxicos, vapores o humos en cantidad suficiente como para presentar un peligro para la salud o el ambiente.
- Es un portador de cianuros o sulfuros y puede generar gases, vapores o emanaciones tóxicas en cantidad suficiente como para representar un peligro para la salud o el ambiente.

1.3.9.8. Corrosividad

Sustancias con propiedades ácidas o alcalinas. Por ejemplo, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, etc. Con base en esta característica se identifica a aquellas sustancias o residuos que presentan un riesgo para la salud y el medio ambiente debido a:

- En caso de ser depositados directamente en un relleno de seguridad y al entrar en contacto con otros residuos, pueden movilizar metales tóxicos. Requieren un equipamiento especial (recipientes, contenedores, dispositivos de conducción) para su manejo, almacenamiento y transporte, lo cual exige el empleo de materiales resistentes seleccionados. Pueden destruir tejido vivo en caso de contacto inadvertido.
- Se considera entonces, que un material o un residuo presentan la característica de corrosividad, si cumple con alguna de las siguientes condiciones: Es un residuo acuoso y tiene $\text{pH} < 2$ o $\text{pH} > 12.5$ Es un líquido y corroe el acero SAE 1020 en una proporción superior a 35 mm por año a una temperatura de 55 o C, de acuerdo al método identificado en NACE (National Association Engineers).

1.3.9.9. Lixiviabilidad

Un residuo exhibe la característica de lixiviabilidad si posee la capacidad de movilizar sustancias tóxicas al medio. Esta característica se mide por un procedimiento de extracción o ensayo de lixiviabilidad. Si el extracto de una muestra representativa del residuo contiene alguno de los contaminantes de las tablas que siguen a continuación, en concentraciones superiores a las indicadas, posee tal característica. Este método también puede ser usado para simular el proceso de lixiviación que puede sufrir un residuo el depositarse en un relleno sanitario. (Cortes Díaz , 2007).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1.Estructura de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se escogió trabajar con una metodología dividida en 3 etapas, para lograr los objetivos planteados en el trabajo experimental.

2.1.1.1. ETAPA 1. Diagnóstico inicial

- Evaluación inicial de los riesgos
- Comparación de los parametros permisibles
- Evaluación inicial del cumplimiento de los parámetros

2.1.1.2. ETAPA 2. Desarrollo del programa de prevención de riesgos

- Elaboracion de procedimientos en caso de emergencias.
- Dtermination del cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma.

2.1.1.3. ETAPA 3. Recolección de los datos finales

- Evaluación final de la presencia de agentes quimicos en el ambiente.
- Ejecucion de las técnicas sugeridas en el plan investigativo.

2.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo semi-experimental, ya que se basó en la recolección de datos y el tratamiento de los mismos de acuerdo a los parámetros que se obtuvo de registros y además con estos datos se estableció técnicas químicas y analíticas que logren determinar los parámetros más importantes en la investigación, así como también, se

buscó generar conocimiento a partir de la investigación. A continuación, se detalla la tipología de la investigación aplicada:

- **Según el lugar:** De acuerdo al lugar la investigación fue de Campo, ya que se recurrió directamente a la fuente de la investigación, que para el presente trabajo experimental constituyó la planta de potabilización de agua del gobierno descentralizado de la provincia de Morona Santiago cantón Macas.
- **Según el objetivo:** De acuerdo a este parámetro la investigación fue de tipo explicativa ya que consistió en describir, en primer lugar, las características que se registraban en la zona de dosificación y tratamiento del agua y como la metodología de control ante los riesgos derivados de la manipulación de productos químicos.
- **Según el problema y la disciplina:** en base a los parámetros mencionados la investigación fue de carácter Semi-experimental. En vista a que los tratamientos, técnicas y procedimientos se basaron en las condiciones que en las cuales se encontraba la planta de potabilización de agua del gobierno descentralizado de Morona Santiago en el cantón de Macas.
- **Según el tiempo:** la presente investigación fue de carácter sincronizada, debido a que se establecieron los periodos de tiempo para cada actividad de acuerdo a cronogramas establecidos en el anteproyecto, por lo que el inicio y la subsecuente obtención de resultados se consolidaron en un lapso relativamente corto de tiempo.
- **Según la naturaleza de la información:** De acuerdo al presente parámetro investigativo el presente trabajo se constituyó con un carácter cuantitativo, ya que se determinaron los principales parámetros del agua en proceso de manera numérica, estableciéndose así el nivel de los riesgos laborales y los resultados obtenidos en la valoración de los mismos.

2.3.MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

2.3.1.Método deductivo

El método general que se aplicó para la presente investigación fue de carácter deductivo, ya que se basó en conocimientos que generaron los fundamentos de análisis químico presentes en la bibliografía de calidad del agua y gestión de los riesgos, diseñados para determinar los daños que pueden sufrir los trabajadores. El método inductivo constituyó una herramienta de análisis de gran relevancia, ya que cuando se realizó el diagnóstico de los riesgos a razón de la manipulación de los agentes químicos, se debió partir de diferentes teorías presentes en la revisión bibliográfica, para lograr determinar los resultados de la evaluación.

El campo de la gestión de los riesgos químicos es un campo complejo, por lo que se debió revisar una gran cantidad de conocimiento bibliográfico acerca del comportamiento de las sustancias químicas empleadas en la transformación del agua cruda a agua potable, específicamente el mecanismo de acción de los agentes químicos al interactuar con las condiciones ambientales y laborales, en las cuales es importante considerar la intervención del pH, humedad, sustancias disueltas en el ambiente y temperatura ambiental, por sobre todo la influencia que dichas condiciones ejercen sobre el comportamiento de los agentes químicos, los cuales pueden sufrir una conversión no deseada que puedan afectar en mayor medida a las condiciones de seguridad.

2.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.

2.4.1. Método de la observación científica

La observación científica como método consiste en la percepción directa del objeto de investigación. La observación investigativa es el instrumento universal del científico. La observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos. La observación, como procedimiento, puede utilizarse en distintos momentos de una investigación más compleja: en su etapa inicial se usa en el diagnóstico del problema a investigar y es de gran utilidad en el diseño de la investigación.

En el transcurso de la investigación puede convertirse en un procedimiento propio del método utilizado en la comprobación de la hipótesis. Al finalizar la investigación la observación puede llegar a predecir las tendencias y desarrollo de los fenómenos, de un orden mayor de generalización.

La observación científica presenta las siguientes cualidades, que la diferencian de la observación espontánea y casual. Se trata de una técnica de recolección de datos que tiene como propósito explorar y describir ambientes. Implica adentrarse en profundidad, en situaciones sociales y mantener un rol activo, pendiente de los detalles, situaciones, sucesos, eventos e interacciones.

Dentro de la ejecución de la observación fue necesario tener en cuenta dos aspectos importantes que pudieron influir en el resultado obtenido tras la ejecución de la misma, el ocultamiento y la intervención. En el ocultamiento el individuo observado pudo percatarse de la presencia del observador y distorsionar la conducta. La intervención denota el grado en que el investigador, a diferencia de un observador pasivo, estructura el ámbito de observación en respuesta a las necesidades del estudio.

2.4.2. La Entrevista

Se aplicó la entrevista como un encuentro en el cual el entrevistador intento obtener información, opiniones o creencias de una o varias personas involucradas dentro del objeto de estudio. Para la validez de la entrevista se buscó ejecutar una triangulación interna o crítica de identidad, para ello pretendió conocer bien a los entrevistados en sus componentes afectivos, personales, sociológicos, así como influenciar que la información brindada sea original y no testimonio referido de otros.

La entrevista represento una situación de interrelación o diálogo entre dos principales actores, el entrevistador y el entrevistado, por lo que, para el caso práctico, la entrevista la realizo el investigador, quien, ante todo, busco generar confianza con los trabajadores, ya que se encontraba formando parte del personal de la planta y con lo cual los datos obtenidos fueron fidedignos.

2.4.3. Análisis documental

Constituyo el punto de entrada a la investigación, en vista a que fue el origen del tema o problema de investigación. Los documentos fuente se agruparon en tres categorías de naturaleza diversa: personales, institucionales o grupales, formales o informales.

Para la presente investigación se recurrió a material bibliográfico de normativa nacional e internacional para desarrollar la comparación con el estado inicial y final de la planta de potabilización, en cuanto al nivel de riesgo debido a la manipulación de los productos químicos, para lo cual se seleccionó un método investigativo, el cual consistió en recurrir directamente a la información obtenida de bibliografía en diferentes fuentes de consulta y comparar mediante métodos inductivos si el conocimiento generado en la consulta es el necesario para poderlo utilizar en la investigación con lo cual se hizo una selección detallada del material bibliográfico que se utilizó para el desarrollo.

2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.5.1. Población

La población determinada para la siguiente investigación estará conformada por todos los trabajadores del área de la planta de potabilización del cantón Morona, es decir un total de 16 trabajadores (excluyendo el personal que trabaja en el área administrativa)

2.5.2. Muestra

La muestra determinada para la siguiente investigación estará conformada por todos los trabajadores del área de dosificación de insumos químicos dentro de la planta de potabilización de la ciudad de Macas, decir que la muestra es igual al total de la población.

2.5. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.5.1. Técnicas y procedimientos para el análisis de resultados

En la presente investigación se analizó el riesgo que representa al trabajador el estar en contacto con el agua en proceso de potabilización, por lo cual se empleó un procedimiento en el cual se utilizaron diferentes fases para la determinación de los diferentes parámetros. El avance de cada fase dependió de la recolección de muestras de agua en proceso para su posterior análisis químico, con la finalidad de determinar los niveles de coliformes fecales, cloro gas libre, sulfatos, calcio, pH y alcalinidad. Una vez determinados dichos parámetros en las muestras de agua, se procedió a establecer procedimientos para la determinación de la probabilidad de ocurrencia de incidentes con lesión y la gravedad de los mismos, al generarse el contacto entre los trabajadores y el agua en proceso, por medio de la comparación de los valores establecidos en las hojas de seguridad, y los valores determinados mediante el monitoreo de las condiciones de seguridad del área de interés.

2.5.3. Análisis de los errores

En base a los objetivos planteados para obtener los resultados requeridos, se debió recurrir al uso de un análisis estadístico de las muestras que se seleccionó mediante las técnicas escogidas de muestreo, una vez obtenidos los resultados se debe realizar un tratamiento de los datos mediante técnicas que permitan validar las mediciones efectuadas.

En los análisis químicos se consideró una gran cantidad de variables que afectan a los resultados, por lo que busco conocer los términos de errores aleatorios y errores sistemáticos que afectan a la medición, para lo cual se determinó el índice de varianza, el coeficiente de variación, la sensibilidad y el imite de detección que presentan las muestras, todos estos datos permitieron validar las medias obtenidas y con lo cual se contrarresta las desviaciones y el sesgo de la medición.

Para determinar el error aleatorio, se realizó, en base a la desviación estándar absoluta, la relación existente entre las medias y los valores obtenidos con la ejecución de cada ensayo. El error aleatorio represento a los factores que no pudieron ser controlados en la

medición, ya que hacen referencia a las condiciones ambientales que están fuera del control del analista. Para el cálculo de la desviación estándar se requirió:

- La muestra inicial (parámetro de medición inicial para cada muestra).
- La media de los tratamientos (que incluyo el total de las muestras y el promedio que se obtuvo en las mediciones)
- El número de muestras totales que constituyeron los análisis de laboratorio en la zona de dosificación

Después se procedió a determinar los errores sistemáticos mediante el uso del coeficiente de variación (CV), para lo cual se determinó la desviación estándar de la muestra y la media de las muestras, esto nos permitió calcular el error mediante la campana de Gauss. Con los dos parámetros citados anteriormente se logró determinar la exactitud y precisión del análisis, obteniéndose así resultados correctos en la determinación del análisis de los riesgos químicos, esto asegura que la máxima calidad de los análisis, además que el tratamiento estadístico permitió asegurar las condiciones experimentales.

2.5.4. T de Student

El T de Student representa un tratamiento estadístico en donde se evalúa la varianza que existe entre dos tratamientos para muestras con un número de medias menores o igual a 30 repeticiones, herramienta que logra cumplir satisfactoriamente las condiciones experimentales para la presente investigación. Esta prueba se utilizó para determinar la varianza entre los valores obtenidos de la calidad de agua en la dosificación y el riesgo químico que generara el uso de los agentes químicos, ya que las medias son independientes y permiten la comparación. Para ello en la primera etapa se realizó la comprobación de la distribución normal de los dos tratamientos (dosificación y calidad de agua en la planta de tratamiento de potabilización de agua), verificando así que las medias cumplen con la distribución normal alcanzo una varianza ($P\text{-valor} \geq 0.05$ para ambos casos), requerimiento para la aplicación de la prueba de T-Student.

2.6.HIPÓTESIS

2.6.1. Hipótesis general

- **Hg:** La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017

2.6.2.Hipótesis específicas

- **He':** La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de la dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017
- **He'':** La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de gastroenteritis bacteriana en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017.

2.7. Operanilización de las variables

2.7.1. Identificación de las Variables generales

VARIABLE	DEFINICIONES CONCEPTUALES	CATEGORÍAS	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Coliformes Fecales	Prueba microbiológica para la determinación de la presencia de aerobios mesófilos que generaran deficiencia en la calidad del agua y representan presencia de riesgo infeccioso.	Parámetro microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> • UFC (Unidades Formadoras de colonias por 100 ml) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se emplea el conteo de unidades formada durante el cultivo bacteriano en tubos de ensayo (Numero más probable).
Cloro Residual	Parámetro que permite la determinación de la cantidad de cloro residual que existe en el agua después de su potabilización, ya que no se consume el total del cloro para la desinfección del agua.	Parámetro Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Miligramos de cloro presentes en un litro de agua (ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotometría
Sulfatos	Mide la concentración de iones sulfatos presentes en el agua, el cual hace evidencia de la calidad que presenta el tratamiento del	Factor Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Se mide en miligramos de iones sulfato 	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotómetro Ultravioleta visible • Solución patrón de sulfato

	agua y la dosificación de sulfato de aluminio.		presentes en un litro de agua (ppm)	
Calcio	Mide la concentración de calcio disuelta en el agua, este ion afecta principalmente a la distribución normal del agua ya que se deposita en más tuberías generando daños en la misma, además permite conocer la cantidad de hidróxido de calcio utilizado	Factor Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Se mide en miligramos de iones de calcio presentes en un litro de agua (ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido etilendiamino-tetraacético (EDTA) • Determinación total de la dureza del agua.
pH	El pH se mide para determinar las condiciones normales del agua y que reacciones pueden ocurrir con las diferentes sustancias utilizadas en la potabilización. Permite conocer la concentración de bases y ácidos presentes.	Factor Físico-Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de iones (H^+) disueltas en el agua 	<ul style="list-style-type: none"> • pHmetro digital

2.7.2. Operacionalización de las hipótesis

2.7.2.1. Operacionalización de la hipótesis general.

HIPÓTESIS	VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	TÉCNICA INSTRUMENTO
La implementación de una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos permitirá controlar los riesgos derivados de la dosificación de los insumos químicos dentro de la planta de potabilización de la ciudad de Macas.	DEPENDIENTE: Riesgos Químicos	Percepción de la afectación a la salud de los trabajadores	Factores Químicos	Normas	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas de satisfacción laboral mediante la normativa NTP 212 • ANOVA • Observación directa
	INDEPENDIENTE: Dosificación del agua	Cantidad de sustancias químicas dosificadas en la potabilización de agua	Gestión de la salud ocupacional	Número de procedimientos contemplados dentro del programa	

2.7.2.2.Operacionalización de la hipótesis específica grado 1.

<p>He': Con el establecimiento e instauración de los de procedimientos y protocolos para la gestión de los riesgos se logrará la identificación, valoración, análisis y control de los riesgos químicos derivados de la dosificación de los insumos químicos dentro de la planta de potabilización de agua del cantón Macas.</p>	<p>DEPENDIENTE: Procedimientos Operativos en la dosificación de agua</p>	<p>Cantidad de procedimientos utilizados para la potabilización de agua</p>	<p>Gestión en riesgos Químicos</p>	<p>Cantidad de sustancias químicas por tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la toxicidad • Procedimientos para la reducción del riesgo
	<p>INDEPENDIENTE: Gestión en la reducción de agentes químicos</p>	<p>Comparación de normas y riesgos ocasionados por los agentes químicos</p>	<p>Gestión de la salud y seguridad ocupacional</p>	<p>Comparación de la toxicidad y los límites permisibles</p>	

2.7.2.3.Operacionalización de la hipótesis específica grado 2.

<p>He'': La implementación de pausas activas dentro del área administrativa disminuye los casos de insatisfacción laboral y estrés laboral derivado de los factores de riesgo psicosociales.</p>	<p>DEPENDIENTE: Insatisfacción laboral</p>	<p>Descontento de los trabajadores con las condiciones laborales del entorno</p>	<p>Factores psicosociales</p>	<p>Índice de satisfacción laboral</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observación y determinación mediante a encuestas • Análisis de errores • T de Student
	<p>INDEPENDIENTE: Tipo y cantidad de Pausas activas ejecutadas</p>	<p>Ejercicios laborales implementados dentro de los grupos de análisis</p>	<p>Gestión de la salud ocupacional</p>	<p>Número de procedimientos implementados dentro del programa de salud</p>	

2.7.2.4.Operacionalización de la hipótesis específica grado 3.

<p>He''': Con la implementación de una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos se minimizará la incidencia de los accidentes y enfermedades dentro del área de dosificación de insumos químicos de la planta de potabilización del agua del cantón Macas.</p>	<p>DEPENDIENTE: Valoración, identificación y control de los riesgos químicos</p>	<p>Conjunto de calificación y parámetros que indican la toxicidad y los riesgos generados por las sustancias químicas</p>	<p>Calidad de la salud del trabajador</p>	<p>Índice de Eficiencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas de satisfacción laboral mediante la normativa NTP 212 • Análisis mediante la comparación
	<p>INDEPENDIENTE: Dosificación de insumos químicos</p>	<p>Cantidad de sustancias químicas utilizadas en la transformación del agua cruda</p>	<p>Gestión de la dosificación de las sustancias químicas</p>	<p>Porcentaje de Implementacion</p>	

CAPÍTULO III

3. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS

3.1.TEMA

- Desarrollo e implementación una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos dentro del área de dosificación de insumos en la planta de tratamiento de agua del cantón Morona

3.2.PRESENTACIÓN

En la actualidad la implementación de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, son fundamentales en el normal desarrollo de la empresa y del trabajador, por lo que la ley del Ecuador exige que las industrias y plantas industriales presenten sistemas de gestión de riesgos laborales, para el aseguramiento de la calidad de vida del individuo que labora en ella, un sistema de gestión constituye todos los parámetros que se presenta en el normal funcionamiento de la planta, en este se evalúa los riesgos que se puede tener, se determina el porcentaje de afectación que los trabajadores van a tener por efecto de los riesgos, y se logra corregir estos riesgos, además de prevenir los mismos para evitar que del riesgo se produzca un incidente o un accidente, lo cual generara perdidas notables para la fábrica, además de la baja en la eficiencia en el lugar de trabajo, por efecto del estrés laboral por estar expuesto a un riesgo laboral.

Uno de los problemas más notorios que se enfrentan en la actualidad y que se buscan disminuir son los riesgos químicos, ya que dicha condición desfavorable, según las leyes de la seguridad industrial, es imposible eliminar en su totalidad los riesgos. Es prudente espera que se produzcan riesgos en la manipulación de agentes químicos para la transformación de sustancias, ya que los agentes químicos, por sus características y por su composición, son reactivas de acuerdo a las condiciones ambientales, por lo que se debe evaluar minuciosamente cada parámetro al cual estén expuesto los trabajadores, para lograr mitigar el riesgo y evitar que se produzcan accidentes que se tengan.

Con el fin de cumplir los objetivos de la presente investigación, se debió recurrir a la consulta de las hojas de seguridad de productos químicos y además de la generación de procedimientos y técnicas de evaluación de los agentes químicos, que se citaron en las

secciones anteriores, con todo ello se logró levantar procedimientos e implementarlos en la planta de potabilización de agua, asegurando la calidad de vida de los trabajadores de la planta en mención.

El conocimiento del ámbito químico laboral es extenso, por lo cual se debió analizar un amplio conocimiento teórico en química, además de la estructuración del método inductivo. Para la consecución de los objetivos planteados en la presente investigación se utilizó el método científico, el cual permitió agrupar las muestras en tratamientos (sustancias químicas utilizadas en la zona de dosificación) y cuantificar además los resultados obtenidos en la parte experimental.

Con la aplicación de dicho método se buscó también lograr la comparación de los resultados obtenidos con las normas que los regulan la seguridad y salud ocupacional, para lo cual se utilizó como principal fuente de consulta la norma INEN-NTE 1108, la cual representa la norma ecuatoriana establecida para la correcta dosificación de agua potable y establece los parámetros de calidad que debe cumplir, y las sustancias que serán adicionadas al agua para su transformación, para no representar un riesgo al contacto.

3.3.OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo General

- Formular e implementar una metodología para identificar, valoración y control de los riesgos químicos dentro de la planta de potabilización del Cantón Morona.

3.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer los correctos procedimientos y protocolos para la valoración y formulación de medidas de control frente a los riesgos químicos implícitos dentro del área de dosificación de los insumos químicos en la planta de potabilización del Cantón Morona.

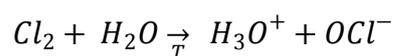
- Minimizar los accidentes y enfermedades profesionales registradas dentro del área de dosificación de los insumos químicos producto de los riesgos químicos dentro de la planta de potabilización del cantón Morona.

3.4.FUNDAMENTACIÓN

3.4.1. Determinación de Cloro residual en el agua

3.4.1.1. Generalidades

El análisis del cloro residual en una planta de tratamiento de agua para el consumo humano es fundamental, ya que el cloro se emplea ya sea en forma de cloro gas, hipoclorito de sodio o sosa caustica y es el que asegura la calidad microbiológica del agua, ya que es el que se encarga de la oxidación de las bacterias patógenas que se encuentran en el agua y que generan enfermedades si no se eliminan como problemas diarreicos, y que en general solo se eliminan con la presencia de un desinfectante, por eso el uso de cloro es obligatorio, el problema que existe con el cloro es la reactividad alta que presenta este por su alta electronegatividad y su afinidad química, ya que cuando se adiciona en el agua en cualquiera de las formas antes citadas, reacciona con los remanentes que se encuentran disueltos en el agua, en especial como el mercurio, hierro, calcio y sulfatos, a esto se lo conoce como cloro total, y que no puede ser evaluado por la alta complejidad de su estructura, después de este proceso el cloro que se encuentra remanente forma compuesto con los nitritos y nitratos presentes, que es normal su presencia en aguas subterráneas o en ríos, a este cloro se lo conoce como cloro disuelto, el remanente de este es el que se encuentra disponible para la desinfección del agua, a que este se le conoce como cloro residual, este generara la oxidación de las bacterias, y químicamente en el agua se obtiene de acuerdo a la reacción:



La determinación del cloro libre, es importante en la dosificación de la planta de tratamiento de agua potable por los siguientes factores:

- Cumplir con la normativa nacional (Norma INEN-NTE 1108-2016), que establece los parámetros para la cantidad de cloro residual que debe estar presente en el agua.
- Determinar la eficacia de los procesos que se cumplen en la planta, ya que se evalúa si el filtrado y el sedimentado previo están cumpliendo sus objetivos, además de determinar los métodos de adición de agentes químicos
- Determinar la calidad microbiológica del agua además determinar el tiempo de almacenamiento del agua y las condiciones de bombeo y distribución ya que es fundamental determinar la cantidad de químicos en el agua para estos procesos

3.4.1.2. Fundamento del método

Para la determinación de la cantidad de cloro residual empleado en la potabilización de agua se debe realizar el análisis del mismo en la parte final del tratamiento de potabilización antes de la distribución a la red de distribución, para determinar la cantidad de cloro residual que se encuentra el método aceptado en la normativa nacional, es mediante el uso de indicador DPD (dietil-para-fenil-diámina) mediante el uso de un kit de comparación.

El método se fundamenta en el procedimiento químico de titulación y viraje de acuerdo a diferentes concentraciones de compuestos, ya que el kit de comparación tiene el compuesto CT-203 (OTO), que es reactivo con el cloro y se determina la concentración mediante la comparación del color obtenido, cuando se produce el viraje a cierta concentración de cloro, el compuesto cambia de color generalmente tiene distintas tonalidades de rojo, para realizar la prueba se procede de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se coloca una gota de muestra de agua en la placa del kit y se coloca el indicador
- Se deja reaccionar por alrededor de 3 minutos, hasta que se dé la interacción.

- Se compara el color de viraje con la tabla que se presenta en el kit, este tiene un intervalo de concentración de 0,1-15 ppm de cloro, después de la comparación del color se reportan los datos para el análisis.

3.4.2. Determinación de Calcio

3.4.2.1. Generalidades

El calcio es el principal factor que determina la dureza del agua, y es importante la determinación cualitativa del mismo que se encuentra en el agua potable, para determinar en cuanto se cumple con la normativa, el principal problema que tienen los cuerpos de agua dulce, que es de donde se recolecta el agua para el tratamiento en el cantón de Macas, es el exceso de la carga contaminante que tienen, en especial de sólidos orgánicos y de sales minerales, en especial de sulfatos, carbonatos y óxidos de calcio, dado el ciclo antropogénico de esta sustancia química, por lo que en los principales tratamientos se busca eliminar estas impurezas, pero debido al comportamiento de las sales de calcio es difícil eliminar mediante técnicas físicas, por lo que hay que realizar la transformación del calcio para encontrarlo de manera insoluble, y logrando con esto filtrar el agua y eliminar el calcio, el principal problema que se enfrenta si la concentración de calcio es elevada es que genera una dureza excesiva, que afecta cuando se da el consumo en daños al riñón y el hígado ya que el exceso puede generar cálculos, ya que el calcio se deposita, también presentan dificultades en los equipos de limpieza y de transporte de agua, debido a que se genera incrustaciones, además de que disminuyen el grado de solubilidad de los detergentes con lo que las actividades diarias de higiene se ven complicadas si se utiliza aguas con una dureza considerable.

3.4.2.2. Fundamento del método

Para la determinación del calcio en el agua de uso doméstica, se utiliza el método estandarizado que indica en la normativa ecuatoriana (Norma INEN-NTE 1108-2016), determinado mediante el análisis gravimétrico con el uso de EDTA, para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

- Se vierte una cantidad determinada de agua potabilizada en un Erlenmeyer, para lo cual se puede utilizar pipetas.
- Se debe prepara la solución titulante, para lo cual se añade en otro Erlenmeyer, 1 ml de solución búfer (NH_4/NH_3) que evitara un viraje excesivo teniendo errores en la medición, además de esto se adicionara EDTA (ácido etilidíaminotetrácetico), que es el que indicara el cambio de viraje, esta solución se depositara en la bureta para la titulación.
- Posterior a testo se procede a titular, lo que quiere decir verter la solución en la muestra, hasta cambio de color azul que es el que indica que la reacción se ha completado.
- Se determinó el volumen consumido de solución titulante, se anotó y se realizó los cálculos correspondientes, para determinar cuántos gramos de calcio están presentes por litro de muestra.

3.4.3.Determinación del pH

3.4.3.1. Generalidades

Operativamente se define al PH como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidronio el cual se determina por la concentración del mismo en la solución, y es de vital importancia en el análisis de la calidad del agua ya que de esto dependerá el comportamiento de las sustancias químicas en disolución que se encuentran en el agua, para que el agua no afecte el fauna normal es recomendable que la medición de pH tenga un valor entre 6,5-7,5 que es un agua poco acida y poco básica, ubicándose en la neutralidad que ocasiona que en el seno de la reacción no exista problemas por el distinto comportamiento de las sustancias, al tener una agua muy acida, pude darse la disociación de sustancias que generaren peligrosidad y que sean toxicas en el consumo humano, al igual que si el agua se encuentre en estado de basicidad elevado, el valor de pH del agua dependerá del cuerpo dulce de donde se recoge el agua cruda así como también la calidad de los procesos utilizados en el tratamiento del agua, por lo general en cuerpos de agua dulce el exceso de minerales presentes por los ciclos antropogénicos, otorgan una característico al acido ya que se encuentran disociados metales con lo que permitirán la reacción con bases y se tendrá condiciones adversas en el tratamiento del agua, que

afectaran a la vida útil del equipo, así como también aumentarían la complejidad en la potabilización del agua, otro problema que se ocasiona es el deficiente tratamiento en las distintas operaciones unitarias de transformación, por lo que es fundamental que al final de la medición el agua cumpla con los requisitos que se establecen en la normativa.

3.4.3.2. Fundamento del método

El método de análisis del agua cruda es un procedimiento sencillo, en el cual si se dispone de un pH metro es relativamente rápido y de gran precisión, pero se tienen que aumentar la precisión del método, para la determinación se sigue el siguiente procedimiento:

- Se extrae 20 ml de muestra (agua potabilizada) en un Erlenmeyer
- Se lava el cátodo del pH metro con agua destilado, con el uso de una piseta.
- Se introduce el cátodo lavado en la muestra de agua y se deja hasta que la medición se estabilice en la pantalla
- Se anota el resultado.

3.4.4. Determinación de la toxicidad de las sustancias

Una vez conocida las sustancias que se utilizan en la potabilización del agua y como estas afectan a la calidad del agua potable, se debe determinar la toxicidad de cada uno de los parámetros citados anteriormente y como estos afectan a la seguridad y salud de los operarios que realizan la clasificación para la transformación del agua, para esto se utilizan las hojas de seguridad de los procesos MSDS (Material Safety Data Sheet), es un documento hecho por especialistas que permitirá conocer las distintas características que incluyen todo al respecto sobre un agente químico, en estas características se incluyen la composición normal y su pureza, la toxicidad de la misma, su punto de presión crítica, condiciones de almacenamiento, temperatura de ebullición, temperatura de inflamación condiciones de almacenamiento, entre otras características inherentes a las sustancias químicas y así como también incluyen el límite máximo permisible de las sustancias químicas y que hacer en caso de contaminación por efecto de derramamiento o dispersión de las sustancias químicas.

Estos datos serán recopilados por el técnico, para poder ele borrar matrices, que ayudan a la planta a saber que se debe hacer en caso de toxicidad así como también permitirán una evaluación inicial de las condiciones en las que se opera la planta, para posteriormente elaborar guías con todos los pasos a seguir para evitar que el uso indebido de las sustancias químicas generen una exposición que puede generar accidentes laborales, y al ser sustancias químicas se tiene el peligro de que estos generen daños en la salud del trabajador, hasta se corre el riesgo de muerte del individuo, por lo que esta herramienta constituirá la base del análisis de la peligrosidad de los procedimientos y las condiciones que se está laborando en la planta.

3.4.5. Análisis de la Matriz de riesgos

Dentro de la normativa nacional que establece la secretaria del agua, que es el estamento de a cargo de regular las plantas de tratamiento de aguas y potabilización dentro del territorio nacional, establece que las plantas de potabilización deben tener una forma de distribución de responsabilidades determinadas es así que se plantea que la gerencia y talento humano se encargue de la administración de la planta y todo lo que esto involucre, un departamento de producción y control de calidad, que es el que asegurara la calidad de los proceso así como también la calidad de la materia fundamental y que con esto se cumpla los parámetros establecidos por las normativas INEN de calidad de agua y por último se debe tener un departamento de seguridad y ambiente, que es el encargado de asegurar la calidad de vida de los trabajadores y del ambiente, y que este analice los riesgos biológicos, físicos, psicosociales y químicos, a los cuales están expuestos los trabajadores y con este análisis puede sugerir acciones tomadas en post de cumplir con sus actividades, al momento este departamento no cuenta con la suficiente disponibilidad de conocimientos y técnicas que aseguren la seguridad de los trabajadores y el ambiente, por lo que hay que generar técnicas que mejoren esta condición.

El riesgo químico está presente en todas las plantas que realicen la transformaciones de las materias primas o que en si involucren procesos que tengan la manipulación de agentes químicos que es el caso de la presente investigación, por lo cual es debe estudiar todos los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, ya que si los químicos exceden el umbral permitido generarán daños directos en la salud del individuo, esto debido a que son de fácil dispersión en el aire y en el agua generando un ambiente tóxico y en el cual

será fácil entrar en contacto por parte de los trabajadores, además hay que evaluar los riesgos generados por estrés ya que los trabajadores no se sienten seguros al realizar los procedimientos lo cual hace que se tenga una carga psicológica excesiva y que tienen repercusiones en la salud del trabajador como pueden ser síntomas de estrés por trabajo.

Para la evaluación de los riesgos químicos, se debió utilizar una normativa que establezca como realizar el tratamiento de los datos y de las condiciones que se tiene, por lo cual se escogió la normativa del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la cual determina los daños o riesgos potenciales producidos por los riesgos químicos en el apartado denominado Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en el lugar del trabajo y con lo cual se pudo hacer una extracción de los principales riesgos a los que se encuentra sometido el trabajador, para el aseguramiento del levantamiento de las matrices y de las tomas de muestra, según bibliografía los principales factores que afectan a la aparición de riesgos químicos son:

- Existe exposición a un agente químico tóxico.
- Es posible, accidentalmente, la exposición a un agente químico tóxico.
- Condiciones del lugar de trabajo.
- Manipulación de agentes químicos tóxicos o no
- Posibilidad de transformación del agente químico por efecto del contacto con otra sustancia
- Condiciones externas a la planta (humedad, temperatura, pH)
- Condiciones normales de operación de las sustancias químicas (humedad, temperatura, pH)
- Descontrol de procesos químicos
- Errores de trabajo en circunstancias normales como los de manipulación, accidentes y similares.
- Condiciones de almacenamiento de las sustancias químicas
- Etiquetado de las sustancias químicas
- Parámetros mínimos de la exposición a sustancias químicas de diferente naturaleza
- Utilización de equipos de protección personal

Después de escogidos los parámetros que pueden afectar a la salud de los trabajadores de acuerdo al índice de ocurrencia de los fenómenos, se estableció los parámetros para clasificar la afectación y la cuantificación de los mismos de acuerdo a la escala de calificación siguiente:

- **Baja (B):** la situación de riesgo tiene que cumplir características especiales para su cumplimiento, altamente improbable que se dé.
- **Media (M):** Si no se controla las condiciones de exposición es probable que se dé, no obstante, no es frecuente su aparición.
- **Alta (A):** se espera que un corto lapso de tiempo la situación de riesgo se materialice.

Una vez determinados los riesgos y sus características, se debe establecer una calificación para determinar qué factores adversos generara la exposición a los riesgos, de acuerdo con esto la calificación es la siguiente:

- **Ligeramente dañino (LD):** La exposición al riesgo no generara daños en a la salud del trabajador.
- **Dañino (D):** La exposición a los riesgos generara daños en la salud del trabajador que generara lesiones parciales.
- **Extremadamente dañino (ED):** La exposición a los riesgos generara daños considerables en la salud del trabajador y podría causar hasta la muerte del individuo.

La discusión e interpretación de la exposición de riesgos generados en la zona de dosificación de productos químicos en la potabilización del agua se evalúan en la matriz de riesgo que se ilustra en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Matriz de riesgos del área de dosificación en la planta de potabilización de agua del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Macas (riesgos químicos).

N.º		DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	ANÁLISIS	
					PROBABILIDAD	IMPACTO
1		RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (AGUA CRUDA)	EXCESO CAUDAL DE AGUA	EXCESO DE LLUVIA EN LA ZONA	B	LD
2		DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO	RIESGO EN LA INTEGRIDAD DEL PERSONAL	ESCASA SEÑALIZACIÓN	M	LD
3		SELECCIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	RIESGO EN LA RESPIRACIÓN DEL OPERADOR	DISPERSIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	A	ED
4		DESEMPAQUE DE LOS AGENTES QUÍMICOS	DIFUSIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS EN EL AIRE	CONTACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS CON EL AIRE	A	ED
5		MANIPULACIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	PROBLEMAS EN LA EPIDERMIS DEL OPERARIO	CONTACTO CON LA PIEL Y LOS AGENTES QUÍMICOS	A	ED
6		PESAJE DE LOS AGENTES QUÍMICOS	PROBLEMAS EN LA SALUD DEL OPERARIO	INADECUADO TRATAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	M	D
7		ALMACENAR LOS AGENTES QUÍMICOS SOBRANTES	DISTRIBUCIÓN ERRÓNEA DE LOS AGENTES QUÍMICOS	POCO CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SUSTANCIAS	M	D
8		DOSIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS	EXCESO DE LA DOSIS PERMITIDA SEGÚN LAS NORMAS	ERRÓNEO PESAJE DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS Y ERRORES EN EL PROCESO	M	D
9		CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABILIZADA	RIESGO DE TOXICIDAD HACIA EL ANALISTA	CONTACTO DE LAS SUSTANCIAS TOXICAS CON EL OPERARIO	A	ED

Autor: Ing. Luis Hidalgo

Fuente: Área de dosificación del GAD Municipal del cantón Macas

De acuerdo con los parámetros establecidos en el cuadro anterior, se establece los criterios de calificación que se muestran en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Parámetros para la evaluación de los riesgos.

NIVELES DE RIESGO		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
PROBABILIDAD	Baja B	1	4	7
	Media M	2	5	8
	Alta A	3	6	9

Fuente: INSHT, 2013

De acuerdo con los parámetros establecidos por la normativa internacional para la evaluación de los riesgos en el trabajo, en el cuadro 3.3, se muestra la calificación que se obtuvo a los distintos riesgos generados en la zona de dosificación y con lo cual se podrá establecer el resultado derivado del análisis y evaluación, además que se podrán establecer directrices con el fin de lograr disminuir el riesgo generado, para lograr con esto asegurar la calidad de vida de los trabajadores, así como también asegurar el medio ambiente, para generará así mejor rendimiento por la satisfacción total de los entes que intervienen en la planta de potabilización.

De acuerdo con los valores obtenidos en la evaluación de los riesgos en la zona de dosificación para el tratamiento del agua cruda, se estableció que los riesgos que mayor impacto generaran sobre la seguridad del personal, están representados por los riesgos químicos, y como se indicó en la sección anterior, al manipular las sustancias químicas los riesgos son elevados, ya que pueden sufrir transformaciones por las condiciones ambientales y de trabajo, lo cual genera daños en la salud del personal, incertidumbre en la valoración de los riesgos, por lo que dentro del desarrollo de la sección siguiente se describen las técnicas para lograr disminuir los impactos generados y así lograr asegurar la vida del trabajador, las cuales constituyen la base de la investigación y la consecución de las mismas generarán las metas planteadas en los objetivos.

Cuadro 3.3. Matriz de riesgos del área de dosificación en la planta de potabilización de agua del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Macas (riesgos químicos).

		MATRIZ DE RIESGOS LABORALES GENERADOS EN LA ZONA DE DOSIFICACIÓN DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN EL CANTÓN MACAS			
N°	Proceso	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	VALORACIÓN
1	DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS	RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (AGUA CRUDA)	EXCESO CAUDAL DE AGUA	EXCESO DE LLUVIA EN LA ZONA	1
2		DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO	RIESGO EN LA INTEGRIDAD DEL PERSONAL	ESCASA SEÑALIZACIÓN	2
3		SELECCIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	RIESGO EN LA RESPIRACIÓN DEL OPERADOR	DISPERSIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	9
4		DESEMPAQUE DE LOS AGENTES QUÍMICOS	DIFUSIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS EN EL AIRE	CONTACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS CON EL AIRE	9
5		MANIPULACIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS	PROBLEMAS EN LA EPIDERMIS DEL OPERARIO	CONTACTO CON LA PIEL Y LOS AGENTES QUÍMICOS	9
6		PESAJE DE LOS AGENTES QUÍMICOS	PROBLEMAS EN LA SALUD DEL OPERARIO	INADECUADO TRATAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	5
7		ALMACENAR LOS AGENTES QUÍMICOS SOBANTES	DISTRIBUCIÓN ERRÓNEA DE LOS AGENTES QUÍMICOS	POCO CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SUSTANCIAS	5
8		DOSIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS	EXCESO DE LA DOSIS PERMITIDA SEGÚN LAS NORMAS	ERRÓNEO PESAJE DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS Y ERRORES EN EL PROCESO	5
9		CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABILIZADA	RIESGO DE TOXICIDAD HACIA EL ANALISTA	CONTACTO DE LAS SUSTANCIAS TOXICAS CON EL OPERARIO	9

Autor: Ing. Luis Hidalgo

Fuente: Área de dosificación del GAD Municipal del cantón Macas

CAPÍTULO IV

4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Valoración del nivel de cloro libre

En los capítulos anteriores, se abordó temas referentes a la contaminación del entorno laboral y los riesgos de carácter químico que genera la aplicación de las sustancias químicas en el tratamiento del agua, dado ello ahora es fundamental analizar, en base a los resultados obtenidos, si existe o no presencia de sustancias químicas en el agua y si las mismas se encuentran en niveles que permiten cumplir con las normativas, tanto de calidad del agua así como también calidad de materiales, todo ello para entender a qué riesgos están expuestos los trabajadores y los consumidores del agua.

Posterior del muestreo aleatorio y los correspondientes procedimientos evaluados en el epígrafe 3, se determinó que la presencia de cloro residual alcanzó, dentro de las muestras, de agua medias iguales a 0,1488 ppm con un error estándar de $\pm 0,042$; como se muestra en el cuadro y gráfico 4.1; lo cual indica que el método obtuvo una desviación de acuerdo al parámetro de ajuste, tal que para la validación del método se escogió un error muestral igual a 0,05 (α), valor que, según fundamentos estadísticos, es el adecuado para muestras de tamaño reducido.

Los valores descritos indican que los resultados pueden ser replicados en plantas de tratamientos en otros sectores de la provincia en donde se presente las mismas condiciones experimentales, contrastando estos valores con los que reporta la norma que mide la calidad técnica del agua (NTE INEN 1108) que ha sido recolectada de cuerpos de agua dulce y que ha sido sometida a tratamientos de potabilización, proceso aplicado dentro de la planta de interés.

La norma manifiesta que el agua debe alcanzar resultados máximos de cloro residual de 0,3 a 1,5 ppm, valores que son inferiores a los reportados en la presente investigación y que aseguran la calidad del tratamiento del agua, así como también asegura la calidad de vida de los consumidores y personas que se encuentren en contacto con el agua potable

Cuadro 4.1. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del nivel de cloro libre del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Parámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
COLORO	17	0.61	0.00	0.61	2.53	0.1488	0.04892	0.20171	0.041
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

COLORO GAS LIBRE

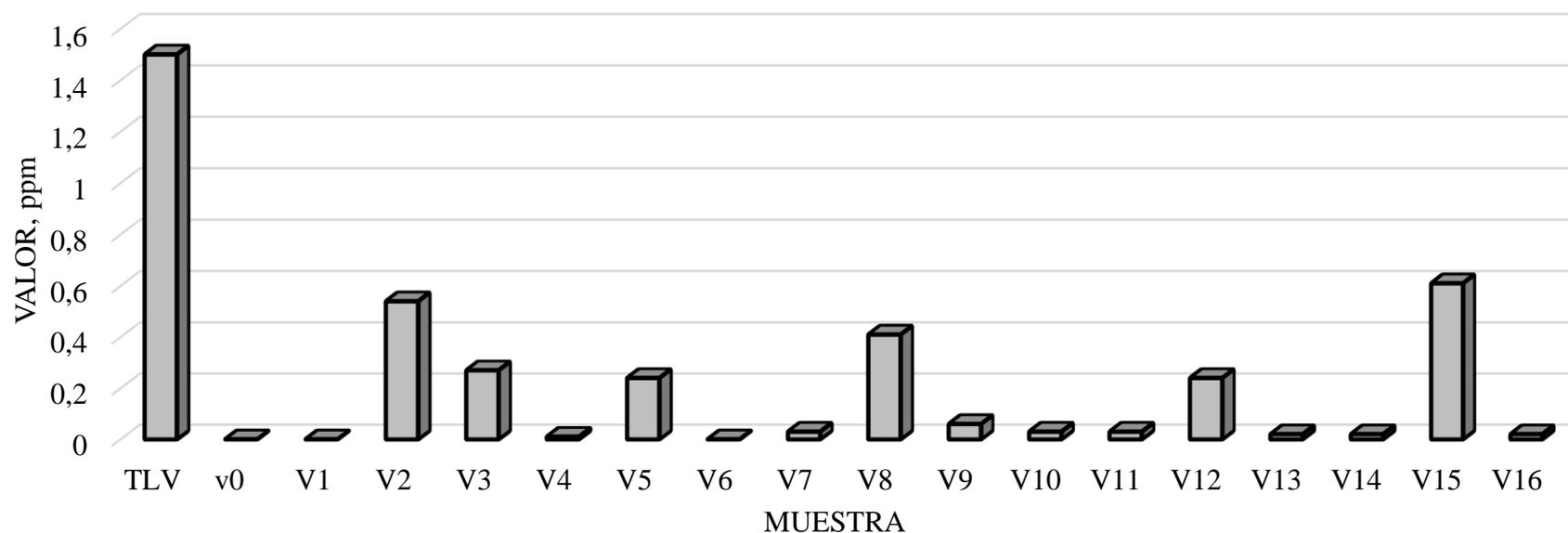


Gráfico 4.1. Valoración del cloro libre dentro de las muestras de agua del área de dosificación.

Después del tratamiento, como es el caso de los trabajadores de la planta objeto de estudio. Por lo cual se puede inferir que el total de las muestras se ubicaron dentro de los valores permisibles. Es importante la no presencia de cloro residual dentro del transporte del fluido en el alcantarillado público y en el sistema de bombeo, ya que los cálculos de ingeniería se trabajan para el diseño con los límites máximos permitidos por la norma y un exceso de cloro residual genera problemas en el almacenamiento y transporte del líquido.

El principal problema que se enfrenta el personal en el tratamiento de agua es el comportamiento del cloro, ya que dicho insumo es un gas incoloro cuyo valor de electronegatividad es elevado, lo cual le otorga características de ser químicamente reactivo. Existe gran cantidad de reacciones en la cual interviene el cloro. En el agua, después del tratamiento con hipoclorito de sodio, dicho desinfectante reacciona con los metales y con las bacterias, logrando la esterilización del agua, no obstante, el cloro que ha sido clorado en exceso en la dosificación genera que el color que no ha reaccionado se deposite en estado de ion cloro dentro del agua, el cual presenta la característica de reaccionar con los metales y con los compuestos orgánicos generando así compuestos órgano clorados y sales de cloro, que representan los principales riesgos para la salud de los trabajadores y afectaciones al proceso:

- Corrosión de las bombas y de las tuberías, dado que la naturaleza del compuesto químico al enlazarse con el sodio y el potasio generan sales con elevada reactividad por su diferencia marcada de electronegatividad, lo cual hace que el desinfectante sea afín con metales como el cromo y el hierro, ocasionando que se genere degradación de la capa de los materiales, ya que se forma una pila de intercambio iónico en donde se encuentra reaccionado el cloro, tanto con el sodio y con el hierro y presenta corrosión el materia, por lo general aparece depósitos de color blanco por las características del cloro, esta corrosión también afecta a las bombas neumáticas o mecánicas, generando problemas en pérdidas de grosor de material en las aspas lo cual genera problemas de sobreesfuerzo en la bomba, en donde si no se realiza el tratamiento y el mantenimiento adecuado genera problemas de cavitación de las máquinas y posteriormente las bombas dejan de funcionar. Los productos de corrosión son tóxicos para la salud del consumidor y del trabajador.

- El segundo inconveniente que guarda relación con la presencia del cloro residual es la formación de sustancias órgano cloradas, el cual representa el mayor riesgo en la manipulación del insumo en mención o el contacto con el agua en proceso de potabilización, debido a que es inevitable que el agua de los cuerpos dulces contenga una carga orgánica, ya que la actividad y el ciclo geodésico del agua como tal genera la presencia de carga orgánica en la composición normal del agua cruda, e incluso con el tratamiento del agua no se logra dicha por completo, lo cual permite que existan compuestos que en su estructura se encuentre carbono, el cual por su naturaleza anfótera es reactivo con el cloro y se genera así la reacción formando órgano clorados, compuestos que están comprobados químicamente que en proporciones mayores generan problemas de salud en especial el riesgo de generar cáncer entre las personas que se encuentren en contacto con estos compuesto, por lo cual es recomendable que la presencia de cloro residual se encuentre bajo la norma establecida, lo cual hará que en bajas concentraciones de cloro en el agua sea poco reactivo, y no logre reaccionar con los metales ni con la sustancia orgánica, asegurando así la calidad de vida de los usuarios del agua.

Según la hoja de seguridad detallada en la norma INSTH 2011, para que el contacto con el cloro no genere riesgos en la salud y seguridad del trabajador el límite de dicho elemento debe estar entre 0,05-1,5 ppm; valores que están siendo cumplidos en el total de las muestras que se evaluaron en la presente investigación, por lo cual se puede firmar que para la prueba de cloro residual la concentración de cloro en el agua no genera un peligro que pueda afectar a la salud de los trabajadores, ni de la maquinaria que podría desencadenar en riesgos en la parte laboral, pero es recomendable que dentro de la planta de tratamientos que dicha prueba se la realice periódicamente bajo las técnicas que se mostraron en el epígrafe 3 y que son las que establece la normativa ecuatoriana. Además, para cumplir los objetivos planteados en la presente investigación en el anexo 3, se muestra una guía detallada de procedimientos en caso de exceso en la presencia de cloro residual, así como también se explica cuáles son las condiciones de almacenamiento y de reactividad de este compuesto químico para entender a mayor profundidad como se dan las reacciones del cloro, las condiciones y el comportamiento del mismo en solución

4.2.Sulfatos (del sulfato de aluminio)

Otro de los químicos importantes que se adiciona al agua para el tratamiento y la conversión en agua potable es el sulfato de aluminio, por lo cual resulta importante considerar este agente químico para mantener la seguridad dentro de la planta de dosificación y la seguridad y calidad de vida de los trabajadores, en el análisis de las muestras que se tomaron de acuerdo a las técnicas que se explicaron en la sección anterior, se calculó que la media fue igual a 1,00 mg/l con un error experimental de 0.36380 mg/l y con una desviación estándar igual a 1.50; como se muestra dentro del cuadro y gráfico 4.2.

Los datos obtenidos reportan una alta variación en las muestras, ya que existe una cantidad considerable de muestras que fueron evaluadas en diferentes tiempos y condiciones ambientales, por lo cual las condiciones del agua cruda resultaron muy variadas, debido a que la precipitación, colapsos de taludes, entre otros factores intervienen en que la dosificación del agua a diario sea distinta, además que ocasionan que la cantidad de floculante sea distinto en cada tratamiento, estos datos ser contrastados con las normas para determinar calidad del proceso y preservación de la seguridad del trabajador arrojan que se asegura la calidad de vida de los trabajadores, de acuerdo con la norma nacional que evalúa la calidad de agua (norma INEN-NTE 18001) indica que el valor máximo permitido para los sulfatos en el agua des de 200 ppm, con lo cual no altera las características del agua para consumo y no afectan a la salud del usuario, mientras que según la hoja de seguridad INSTH 2011, indica que el valor máximo al que se puede estar expuesto sin que genere daños en la salud del trabajador es de 240 ppm, de acuerdo con estos dos datos las medias cumplen con los parámetros de calidad y para la presente prueba se está teniendo una calidad considerable en el tratamiento del agua y no se corre riesgo de que los trabajadores sufran daños en su salud por excesivo contacto con el químico.

Cuadro 4.2. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del nivel de sulfato de aluminio del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Parámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
SULFATOS	17	6.00	0.00	6.00	17.00	1.0000	0.36380	1.50000	2.250
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

SULFATOS
(DE SULFATOS DE ALUMINIO)

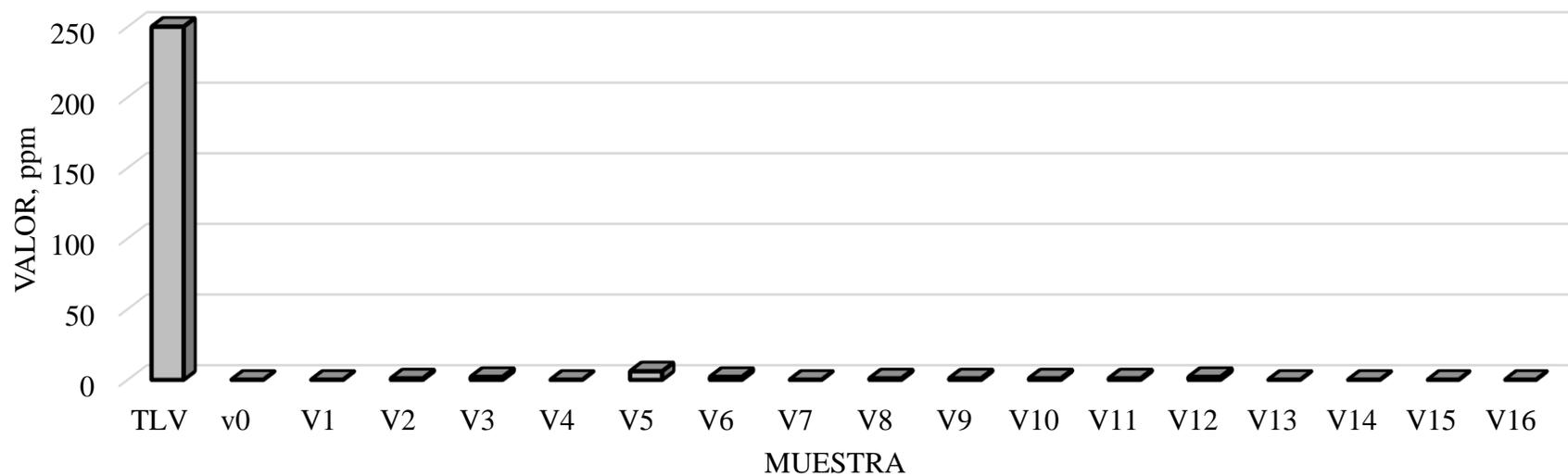


Gráfico 4.2. Valoración del sulfato de aluminio dentro de las muestras de agua del área de dosificación.

El sulfato de aluminio es el compuesto químico que actúa como agente coagulante en el tratamiento, esto debido a su composición y a sus características químicas, la principal función que este cumple es el lograr atrapar a los coloides con interacciones químicas, permitiendo formar partículas que por tener todos sus electrones enlazados no son solubles en el proceso de sedimentación y filtración, todo ello ocurre por diferentes formas de reacción, en donde interviene la capa activa del agente químico (sulfato de aluminio) y la capa de los coloides formando partículas de considerable tamaño que pueden ser vistas y analizadas de manera macroscópica.

Para comprender los fenómenos que se dan en la interacción química con el sulfato de aluminio se analiza, mediante un test de jarras, donde se pone en contacto una dosificación indicada de sulfato de aluminio y se analiza a que concentración se da la máxima floculación y además cual debe ser el tiempo de contacto entre el agua cruda y el sulfato de aluminio, para asegurar la calidad del tratamiento.

Este es un proceso complejo, ya que se deben realizar gran cantidad de muestras, además varios tratamientos para mejorar el proceso de potabilización, pero de acuerdo con los datos obtenidos en la calidad del agua se puede afirmar que todos estos procesos estuvieron correctamente ejecutados, y se obtuvo las mejores condiciones de operación, lo que hay que asegurarse que en el proceso de estudio de la dosificación no se tenga exposición que esté por encima de los límites que se mostraron en la hoja de seguridad, y que no exista el riesgo de generar peligros al contactó con el agente químico, para asegurar todo ello se debe seguir la hoja de procedimientos que se indica en el anexo II, en donde contiene una guía detallada para la manipulación, almacenamiento y demás factores en los que se utiliza el sulfato de aluminio.

Además, como punto final, se indica que la calidad del agua obtenida para la presente prueba es óptima, y con esto se asegura que no se corre riesgos al consumir el agua potable en el cantón Macas para la presente prueba, esto da una idea global de que dentro de la planta se están tomando en cuenta todos los procesos que se están llevando a cabo dentro del tratamiento total de transformación del agua cruda en agua potable, se están siguiendo las técnicas adecuadas y con ello se está asegurando la calidad del producto final, asegurando esto se da confianza a los trabajadores de que no corren riesgos potenciales dentro de la planta en su labor diaria, además de que se asegura que los consumidores no

presentaran enfermedades en el consumo del agua para sus distintas actividades, y que los casos que se presente de enfermedades serán aislados y no tendrán que ver directamente con el agua.

4.3. Coliformes fecales

Dentro del análisis de la calidad del agua otro de los parámetros que se hace importante considerar está representado por la valoración de la calidad microbiológica del agua, para ello es importante determinar la población de coliformes que se encuentran en el agua, con esto se analiza si en el tratamiento con la adición de químicos desinfectantes se han logrado eliminar en su totalidad o permanecen presentes en el agua, esto asegura que el consumo de la misma sea segura y no genere daños en la salud del consumidor o de los trabajadores que pueden entrar en contacto, ya que la familia microbiana referente a los coliformes está dividida en coliformes no fecales y coliformes fecales, las cuales son de carácter patógeno y son propias de aguas contaminadas con heces fecales.

Es importante considerar de donde se obtiene el agua cruda para el tratamiento e investigar que nos recomienda bibliografía con respecto a ello, en el caso de la presente investigación el agua cruda se obtiene de un cuerpo de agua dulce específicamente, del río San Isidro en el cantón Macas, por lo que en bibliografía indica que el parámetro de mayor importancia está representado por el análisis microbiológico, específicamente el conteo de colonias de coliformes fecales, ya que en la totalidad del cauce del río puede generarse contaminación por efecto de los desechos animales.

En el análisis de la presente investigación se consideraron 16 muestras a lo largo de dos meses de producción de agua potable, esto hace que las medias sean variables debido a la actividad diaria del cuerpo de agua dulce y el efecto cambiante de los diferentes parámetros, en el análisis se reportó medias iguales a 49,41 UFC (unidades formadoras de colonias), como se muestra dentro del cuadro y gráfico 4.3; con una varianza de 4304,63 y una desviación estándar igual a 65,60 UFC; lo cual indica que las medias presentaron una varianza significativa y que no están dentro de la campana de Gauss con un error tolerable de 0,05, que fue escogido para el presente tratamiento, esto debido a que, aunque se repitieron las técnicas de laboratorio empleadas para los 16 y tratamientos

desde la recolección de la muestra, hasta la incubación y el conteo, las condiciones fueron distintas en los diferentes días de incubación y en la toma de la muestra.

Unos días de tratamiento presentaron picos altos de coliformes, mientras que en distintos días se presentó picos bajos del parámetro, todo esto se da debido a la autodepuración de los ríos, además, en las orillas del río que actúa como fuente de agua para el proceso de tratamiento existen presencia de animales, por poblados que disponen de ganado en mínima cantidad, existe la probabilidad de que heces de los animales lleguen a formar parte de los ríos, es por ello que la varianza en las muestras van a ser considerables, pero se pueden estandarizar, tomando tiempos más largos las muestras y determinando por meses la producción de contaminación y la presencia de contaminación microbiológica, además de que dicho índice de variación afecta considerablemente a la formulación y dosificación de insumos químicos, ya que en picos altos de contaminación se debe realizar mayor dosificación de cloro que es el agente, mientras que en días de picos bajos, se debe dosificar en menor cantidad el cloro ya que al no existir carga contaminante se tendrá exceso de cloro residual, que sus consecuencias se revisan en el epígrafe 4.1.

Resultado importante la valoración del cloro residual en vista a que dicho insumo al estar en concentraciones elevadas (fuera de las establecidas por las normativas de seguridad implica un riesgo elevado a la salud de los trabajadores, debido que en combinación con materia orgánica se genera la producción indeseada de trihalometanos los cuales son compuestos altamente cancerígenos al ingresar al organismo por ingesta accidental o deseada del agua.

Después de una breve interpretación de las medias y el tratamiento estadístico, se contrastan los datos con la normativa de calidad de agua y hojas de seguridad, para el primer parámetro según los catálogos el límite máximo permitido es de 2000 UFC, aguas sobre este parámetro presentaron contaminación y no existe información detallada para este parámetro en hojas de seguridad ni en la norma INSTH 2001, por lo cual se analizará toda la seguridad de los trabajadores en cuanto a la prueba de calidad de agua, ya que para la examinación de los coliformes fecales en el laboratorio no se corre peligro ya que los microorganismos en esta prueba no son resistentes a condiciones en ausencia de agua.

Cuadro 4.3. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del contenido de coliformes fecales del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Parámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
COLIFORMES	17	240.00	0.00	240.00	840.00	49.4118	15.91269	65.60970	4304.632
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

COLIFORMES FECALES

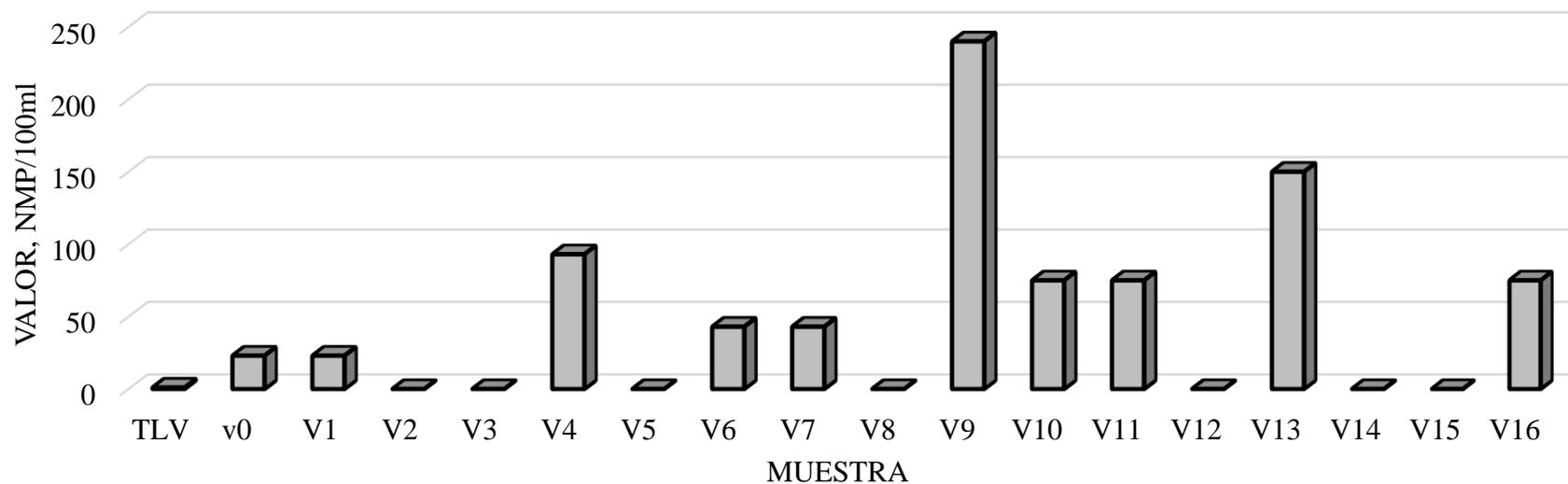


Gráfico 4.3. Valoración del contenido de coliformes fecales dentro de las muestras de agua del área de dosificación.

La importancia de la prueba radica en que si se consume agua contaminada por presencia microbiana se genera enfermedades que van desde el espectro de dolores de estómago, hasta diarrea severa que provoca deshidratación en el individuo y posteriormente la muerte, esto se debe considerar para evitar que en la dosificación del agua no se considere los parámetros y se deje pasar por alto agua con excesiva carga de contaminación de agua, por lo general las condiciones en las que no existe presencia de las bacterias debido al escaso alimento y a condiciones adversas, es cuando se da la presencia de cloro o algún agente antiséptico cuya función es eliminar la membrana celular de las bacterias para que no se pueda eliminar y generen la muerte de los microorganismos, por lo que hay que tener en cuenta las condiciones de reacción de cloro que es el antiséptico más usado y como se explicó el cloro es muy reactivo por lo cual pretratamientos de las aguas es fundamental que se controle la presencia de metales disueltos y materia orgánica en exceso para que exista cloro libre que elimine la carga microbiana, también se debe tener en consideración que si no se cumple con los parámetros mínimos de calidad, el agua no puede ser enviada al alcantarillado público por el amplio espectro de contaminación que generarían la presencia de estas bacterias en el agua.

4.4. Alcalinidad

Dentro de los parámetros físico químicos que caracterizan el comportamiento del agua se debe valorar el pH y la alcalinidad que interactúan entre sí y que deben ser considerados para la evaluación de los riesgos, ya que la mayoría de fenómenos químicos y de proceso y seguridad se ven influenciados por dichos parámetros. La alcalinidad del agua mide la presencia de bases en especial carbonatadas en el agua, las cuales se encuentran en disolución y permiten el efecto corrosivo y tamponante del agua, la alcalinidad del agua se debe tomar en consideración en la seguridad de la planta y en la salud de los trabajadores, ya que aguas que no cumplan con los parámetros de alcalinidad indicados en las normas de referencia, representan un riesgo, dado que no se podrán controlar las condiciones de reacción y de almacenamiento del agua.

Dentro de la presente investigación, en el análisis de las 16 muestras de agua tomadas a lo largo del trabajo experimental, cuyos resultados se muestran en el gráfico y cuadro 4.4; se ve que el valor de media que alcanzo el total de las mediciones para la presente.

Cuadro 4.4. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración de la alcalinidad del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

Estadísticos descriptivos

Parámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
ALCALINIDAD	17	152.00	10.00	162.00	912.00	5,36471	1,184146	4,882359	2,383743
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

ALCALINIDAD

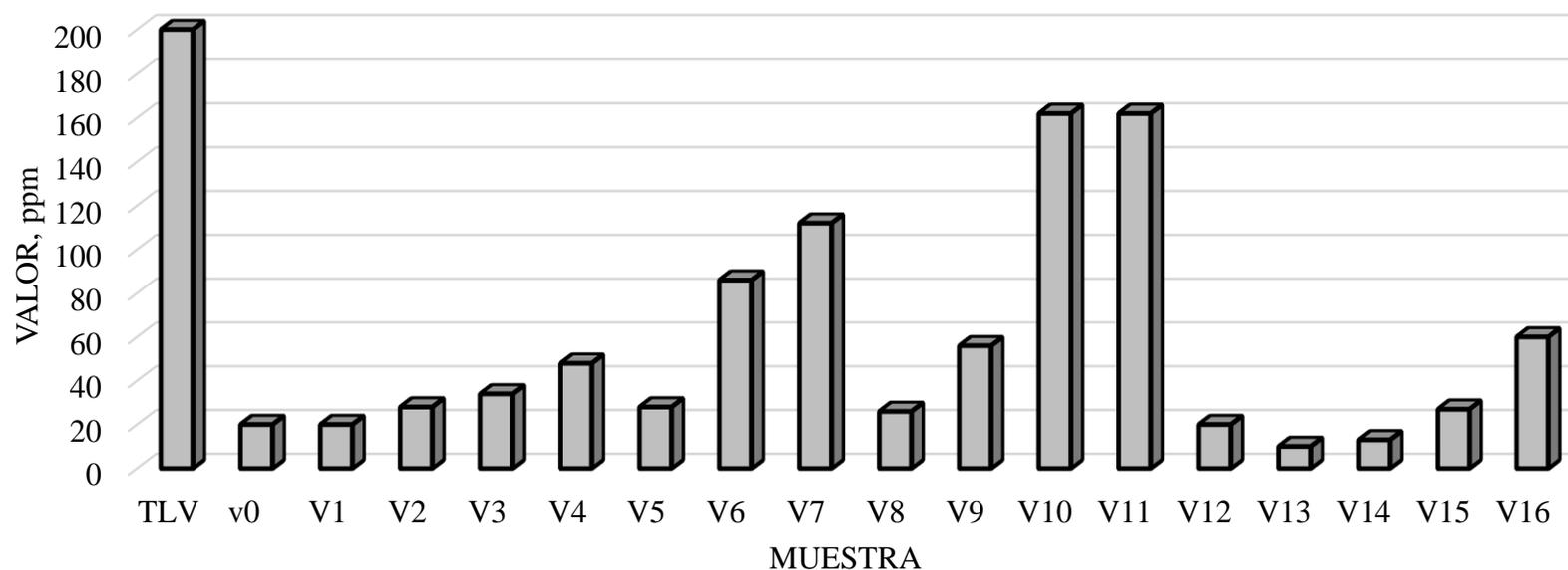


Gráfico 4.4. Valoración del contenido de la alcalinidad dentro de las muestras de agua del área de dosificación.

prueba fue igual a 5,36 mg/L con un valor de desviación igual a 4,88 y varianza igual a 2,38, estos datos expresan la distribución normal de los datos alrededor de la campana de gauss, y demuestran que no existió datos que estén fuera de la misma, con lo cual se aseguró la exactitud y precisión de la medición, pese a que las condiciones del agua cruda son variables, después del tratamiento tienen que estar estandarizados y lograr tener valores que se puedan replicar en diferentes partes pero cumpliendo con las condiciones que se establecen en la investigación y que se mostraron en la sección 3.

Además de comparar las medias entre sí para establecer si los análisis cumplían con los parámetros de replicación para determinar su exactitud y precisión, se debió comparar con las normas nacionales que establecen los parámetros de calidad de agua, cabe indicar además que la presente prueba al ser un parámetro de medición que no implica la generación directa de un riesgo en la salud del trabajador y en la seguridad de las instalaciones no la encontramos en normativas de seguridad, pero al determinar su presencia se puede explicar cómo este índice puede generar riesgos indirectos de acuerdo a su valor, en la normativa de calidad de agua (INEN 1108) se indica que un valor óptimo de alcalinidad está por encima de los 5,3 mg/L, valores que están siendo cumplidos por las muestras en la presente investigación y que es sinónimo de la calidad de tratamiento de agua, lo cual se traduce en mejores condiciones de seguridad

Mayormente los problemas que se tiene con la alcalinidad que no cumpla parámetros después de la dosificación de sustancias químicas como floculantes, clarificantes, representan condiciones que generaran afectaciones en distintas formas, lo cual ocasionará que al estar expuestos los trabajadores a dicha agua dentro del proceso o en el consumo de la misma se puede tener problemas en la salud del personal, los problemas que se tienen al presentarse una agua que no cumpla con la alcalinidad pueden incluir:

- Daños en los sistemas de transporte y bombeo en las instalaciones de la planta y del alcantarillado público, posterior al consumo. Dicha afectación es generada debido a que la alta alcalinidad produce que el agua presente iones en solución, en especial iones de calcio, sodio y potasio, estos generan incrustaciones en las instalaciones antes mencionadas, lo cual, en el peor de las circunstancias origina que la presión dentro de las tuberías aumenta, disminuyendo la capacidad de las bombas, lo que haría que se fallen los equipos de presión, además de que se pueda

colapsar las instalaciones. En el caso que se produzca la afectación en mención se tendría un alto riesgo clasificado como potencial y que derivara en un accidente o incidente mayor por lo cual no da la seguridad a los trabajadores.

- Al consumir, o al estar en contacto dentro del proceso con agua con exceso de carbonatos y de sulfatos de sodio y potasio, se puede derivar en problemas a la salud de los consumidores y de los trabajadores que se encuentren en contacto con dicha agua, generando disentería, a corto plazo, o con tiempos de consumo más prolongados, en cálculos renales y hepáticos que degeneran la salud de los consumidores y de los trabajadores, mientras que si se encuentran una cantidad excesiva de iones disueltos, que se podrán evidenciar con una alta alcalinidad, se presentara alergias a los insumos químicos empleados en el tratamiento del agua, además de que se puede generar daños en la dermis de los trabajadores ya que se presentan quemaduras leves.

No obstante, como se puede evidenciar en los resultados obtenidos, en base a las medias reportadas, no se incurre en malas prácticas dentro de la planta, lo cual permite aseverar que se está cumpliendo con la normativa, subsecuentemente se asegura que los procesos seguidos en la potabilización no incurren en técnicas que generen riesgos o alteraciones en la actividad normal evitando que esto genere riesgos en el trabajador y en las instalaciones de la planta de tratamiento de agua.

4.5. Calcio (hidróxido de calcio)

Otra de las sales que es de fundamental importancia en la potabilización del agua es el hidróxido de calcio, debido a su naturaleza química y a su función para formar precipitados por la baja solubilidad del ion calcio, es por eso que es ampliamente utilizado para la eliminación en especial de sulfatos, de ion cloro en exceso y de ion flúor que causan problemas de corrosión y de daños en la salud de la persona que consume el agua o a quienes se encuentran en contacto con el agua en tratamiento, al ser ampliamente utilizado es importante que se tenga una guía adecuada de cómo mantenerlo para que no se generen riesgos que puedan convertirse en daños potenciales al personal, incidentes o accidentes y que dañen la salud del trabajador y del consumidor, por lo cual en la presente investigación se realizó una guía detallada de cómo realizar el análisis, tratamiento, el uso

y el almacenamiento de este compuesto químico, ya que es el insumo de mayor consumo aplicado en el tratamiento, como se reporta en el anexo 4.

En el análisis aplicado a las muestras de agua, para lograr determinar si la exposición de los trabajadores o la calidad del agua afectan generando riesgos, en este análisis primero se realizó un muestreo, en base a lo especificado en las epígrafes 2 y 3, después de ello se realizó el tratamiento estadístico de los datos obtenidos, como se muestra en el gráfico y cuadro 4.5, realizando el análisis de los datos en donde se determinó que la media fue igual a 24.92 ppm de hidróxido de calcio, con una desviación igual a 28.23 ppm y una varianza igual a 797.38 ppm, con lo cual los datos no se ajustan a la desviación escogida para la presente investigación, ya que se formuló trabajar con una desviación que sea inferior al 5%, en base a lo analizado en la bibliografía, para minimizar los errores experimentales en muestras mayores a 12 muestras, según la prueba de T-student, estos datos arrojaron que la técnica utilizada para la presente prueba no se ajustó a las condiciones experimentales que se buscaban cumplir, y los errores aleatorios y experimentales fueron elevados llevando a no poder replicar el método experimental ya que la exactitud y la precisión presentaron falencias.

Ahora que se ha determinado la exactitud y precisión del método y se analizó si puede ser replicado en diferentes condiciones, se debe establecer los parámetros de calidad y de seguridad para determinar si la planta no está incumpliendo con los mismos y en el tratamiento del agua se está incurriendo en afectaciones a la salud de los trabajadores y de los consumidores, en cuanto a la norma nacional para la calidad del agua no se establece claramente un parámetro que sea presencia de hidróxido de calcio debido a que no se encuentra este como tal, ya que la cal al estar en contacto con grandes cantidades de agua logra disolverse y se transforma en otros compuestos químicos, pero si es importante la presencia de carbonatos que no son deseados ya que generan problemas graves si se consumen debido a su alta estabilidad en el agua, según la norma INEN-NTE 1108 indica que el parámetro de carbonatos y bicarbonatos (son dos compuestos químicos diferentes pero se establece una sola prueba debido a su comportamiento químico similar) indica que el límite máximo permitido es igual a 350 ppm y además la norma,

Cuadro 4.5. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del contenido de hidróxido de calcio del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

Estadísticos descriptivos

Parámetro	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
CALCIO	17	95.99	0.01	96.00	423.71	24.9241	6.84848	28.23700	797.328
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

CALCIO (DE HIDROXIDO DE CALCIO)

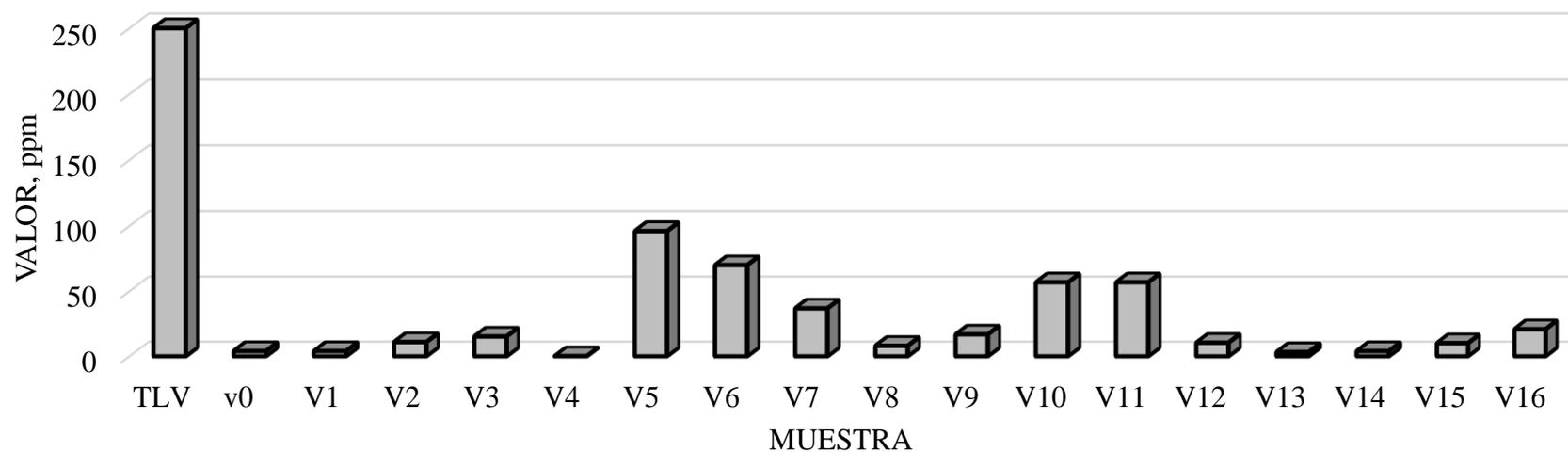


Gráfico 4.5. Valoración del contenido de hidróxido de calcio dentro de las muestras de agua del área de dosificación

internacional en las hojas de seguridad indica que el valor máximo de exposición es de 3 mg/m^3 que ajustándolos a las condiciones de medición para el presente trabajo experimental es igual a 3000 ppm, estos parámetros están siendo cumplidos en la presente investigación, lo cual es indicativo de que no se generan riesgos en la salud de los trabajadores ni de consumidores dentro y fuera de la planta de tratamientos de agua.

El principal problema que se enfrenta en la dosificación en la dosificación del hidróxido de calcio, es el excesivo uso que se le da ya que para la tecnología presente en la planta, es necesario el tratamiento con cantidades excesivas de calcio para que se dé la precipitación, ya que el proceso de precipitación es un proceso químicos complejo en donde se da por etapas, que es la formación de los cristales, la maduración de los cristales y la recristalización y el crecimiento, todo esto se genera mediante la interacción química de los iones presentes, ya que el ion calcio combinado con otros iones es insoluble, esta característica, además de su efecto quelante lo hace optimo al hidróxido de calcio para lograr coagular metales y iones no metálicos que por la naturaleza del agua se encuentran presentes en el seno de la reacción el principal problema con los proceso químicos anteriormente mencionados es el pH ya que se deben alcanzar diferentes etapas con diferente concentración de iones hidrogeno, en especial se debe alcanzar la sobresaturación o equilibrio de precipitación en el cual se forman y crecen los cristales en precipitación, por lo que la prueba de hidróxido de calcio y su presencia en el agua tiene una estrecha relación con el pH en el tratamiento de agua, lo que sí es fundamental es que se realice la formulación adecuada así como también se deje el tiempo debido con la concentración para que la reacción sea completa y no se tenga residuos en forma de carbonatos y bicarbonatos que generan contaminación en el agua así como también puedan afectar a las instalaciones por la formación de incrustaciones o en la seguridad en el trabajar por la presencia de índices que estén fuera de los parámetros establecidos en la normativa.

4.6.pH

El último parámetro que se analizó en la presente investigación fue el pH final obtenido luego del total de los procesos realizados en la potabilización del agua. El pH es un parámetro muy útil para entender la naturaleza del agua en tratamiento o potabilizada, así como también para entender sus condiciones de transporte y de almacenamiento, ya que

el principal factor del que dependen las reacciones químicas en su totalidad es el pH, debido que aquí se transforman las sustancias dosificadas en iones solubles, en el tratamiento, por la presencia de cationes y con esto se da la interacción química, proceso que en ocasiones no es recomendable y que se debe evitar que se dé dado que se forman sustancias tóxicas y que son nocivas para la salud de las personas, conociendo esto se realizó la prueba después del tratamiento y dosificación de los productos químicos, para evitar que haya fallos en las mediciones, además de que para este caso solo se tomaran los parámetros de calidad del agua y no de hojas de seguridad, ya que no se puede determinar el riesgo que implique el agua en tal o cual parámetro por lo que no involucraría riesgos el pH del agua, ya que los parámetros que pueden interaccionar para que se generen riesgos se detallaron en los epígrafes anteriores y se abordó durante todo el capítulo 3.

Producto del análisis, después de la toma de muestras (revisar epígrafe 3), se reportó que el total de las 16 valoraciones presentaron diferencias estadísticas entre las medias, ya que existieron picos altos y picos bajos de pH, esto se detalla más a profundidad en el gráfico 4.6 y cuadro 4.6.

Con los resultados obtenidos se procedió al tratamiento estadístico de los datos y la interpretación de los mismos, reportándose que las medias iguales obtuvieron valores iguales a 10.4618 con una desviación estándar igual a 3.34912 con lo cual no representan errores significativos en el método experimental utilizado, condición que evidencia la posibilidad de replicación de los resultados y la reproducibilidad de la técnica bajo las mismas condiciones de experimentación, además de que la exactitud y la precisión del método utilizado es aceptable, lo cual representa que los datos son confiables tomando como base las 16 repeticiones utilizadas dada que la variación está dentro de los parámetros de la campana de Gauss.

Una vez indicados todos los parámetros que se consideraron para determinar la calidad del agua con finalidades de prevención, la calidad del agua se ve estrechamente relacionadas con la alcalinidad y la medida del pH ya que no se han dado reacciones laterales, que pudieran haber generados sustancias químicas no deseadas y que además de eso generaran sustancias toxicas las cuales pudieran haber generado daños en la salud

Cuadro 4.6. Estadística descriptiva de los resultados de la valoración del pH del agua que está en contacto con los trabajadores en el área de dosificación.

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
pH	17	57.88	6.12	64.00	177.85	10.4618	3.34912	13.80878	190.682
N válido (por lista)	17	-	-	-	-	-	-	-	-

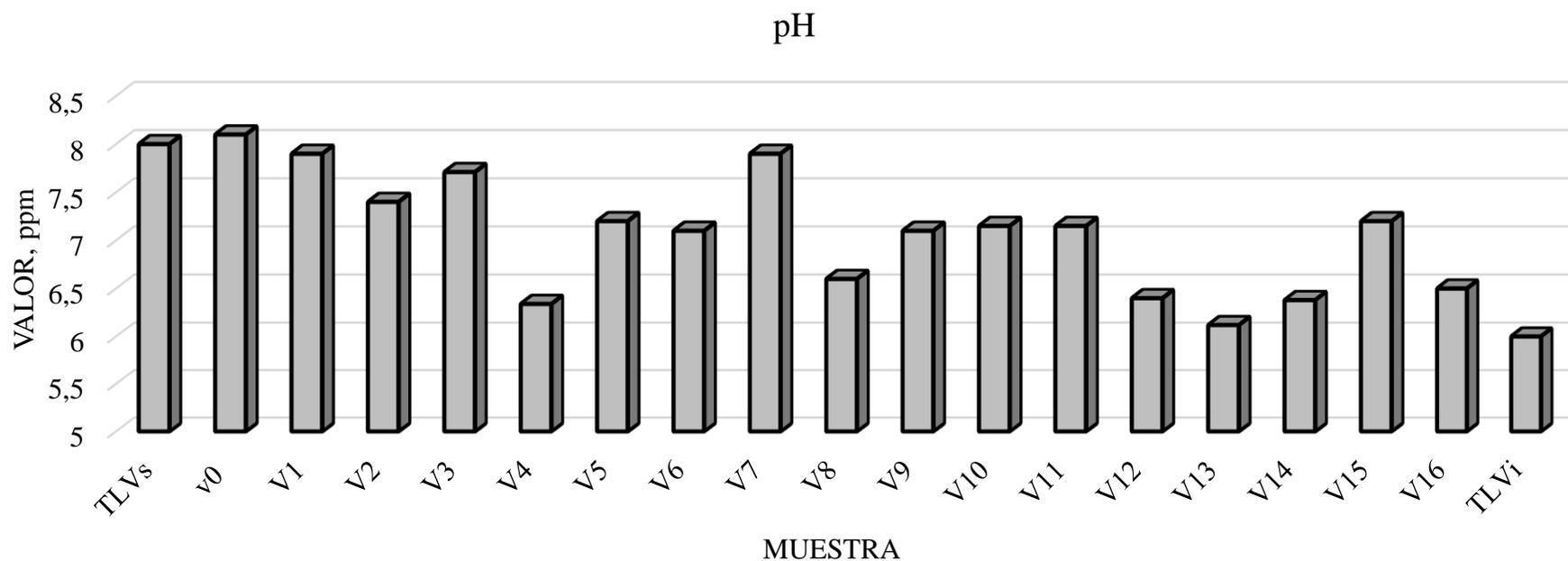


Gráfico 4.6. Valoración del valor de pH dentro de las muestras de agua del área de dosificación

de las personas, así como también pudieran tener complicaciones para las instalaciones ya que existe un espectro elevado de daño de los materiales por efecto de sustancias químicas que no son consideradas, además luego del análisis de la norma de calidad de agua (INEN NTE 1108) establece que el pH debe estar entre 6 a 10 siendo óptimo acercándose a 7 valor en el cual se puede considerar agua neutra, pero dado que en el caso de potabilización del agua se encuentra la presencia de carbonatos y de cloro residual por efecto de los tratamientos de sedimentación y de desinfección del agua estos son bases débiles, lo cual hace que el pH del agua tenga característica básica, pero no se generan peligros notorios ya que los datos obtenidos en las demás pruebas demuestran que la calidad del agua es elevada, lo cual también es indicativo de que todos los procesos de tratamiento dentro de la línea de flujo de conversión se realizaron de acuerdo a las técnicas establecidas y con lo cual no se generó riesgo en la salud de los trabajadores y se aseguró la calidad del producto final.

Una vez indicados todos los parámetros que se consideraron para determinar la calidad del agua con finalidades de prevención, la calidad del agua se ve estrechamente relacionada con la alcalinidad y la medida del pH ya que no se han dado reacciones laterales, que pudieran haber generados sustancias químicas no deseadas y que además de eso generaran sustancias tóxicas las cuales pudieran haber generado daños en la salud de las personas, así como también pudieran tener complicaciones para las instalaciones ya que existe un espectro elevado de daño de los materiales por efecto de sustancias químicas que no son consideradas.

Además, luego del análisis de la norma de calidad de agua (INEN NTE 1108) establece que el pH debe estar entre 6 a 10 siendo óptimo acercándose a 7 valor en el cual se puede considerar agua neutra, pero dado que en el caso de potabilización del agua se encuentra la presencia de carbonatos y de cloro residual por efecto de los tratamientos de sedimentación y de desinfección del agua estos son bases débiles, lo cual hace que el pH del agua tenga característica básica, pero no se generan peligros notorios ya que los datos obtenidos en las demás pruebas demuestran que la calidad del agua es elevada, lo cual también es indicativo de que todos los procesos de tratamiento dentro de la línea de flujo de conversión se realizaron de acuerdo a las técnicas establecidas y con lo cual no se generó riesgo en la salud de los trabajadores y se aseguró la calidad del producto final.

4.7. Análisis del índice de gravedad

El índice de gravedad, es un parámetro que permite conocer el grado de severidad de accidentes que se producen en un trabajo y como estas afectan a la salud y a la seguridad del trabajador en las plantas industriales, ya que hace referencia a la cantidad de días que el trabajador ha dejado de laboral por sufrir afectaciones a la salud al ser elevado quiere decir que los trabajadores no pudieron trabajar normalmente y se considera uno de los parámetros más importantes para determinar el tiempo de incapacidad de poder trabajar sin importar la gravedad de la enfermedad o el accidente, evaluando esto en la planta de potabilización de agua del cantón Morona antes y después de la implementación de una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos en el área de dosificación se obtuvieron los siguientes resultados, que antes de la implementación fue igual a 1307.69 horas evidenciándose mayor números de horas sin trabajar en el mes de junio y después de la implementación se obtuvo un índice de gravedad igual a 51.28 evidenciándose un mayor número de horas sin trabajar el mes de noviembre como se reporta en el cuadro 4.7 y en el grafico 4.7, con esto se puede concluir que el índice de gravedad disminuyo notoriamente después del proceso de implementación para asegurar la seguridad.

Con estos resultados se puede interpretar que después de la implementación de la investigación, los resultados fueron satisfactorios, ya que se pudo evitar los accidentes con la afectación a la salud que se producía en la planta, esto dado a que se realizó una capacitación al personal acerca de las condiciones de trabajo y con lo cual estos permite al trabajador conocer acerca de cómo mejorar sus condiciones de trabajo, evitando así afectaciones a la salud, además de que se indica que el índice de gravedad después de la implementación es bajo, pero no es nulo y esto se debe a que en todas las actividades que se realiza transformación de materias primas se incurre en riesgos por efecto del ambiente de trabajo y además por efecto de las condiciones experimentales que no pueden ser controladas en su totalidad, esto se ve evidenciado en el alto índice de toxicidad y de reactividad de las sustancias químicas empleadas en el tratamiento del agua, pero con esta investigación se logra asegurar la calidad de vida de los trabajadores, y los pocos incidentes que han producido se dan por condiciones aleatorias que no pueden ser controladas en su totalidad, o por malas prácticas del trabajador.

Cuadro 4.7. Evaluación del índice de gravedad en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.

ÁREA/FRENTE DE TRABAJO	Dosificación
CIUDAD	Macas MORONA SANTIAGO
INDICADOR	ÍNDICE DE FRECUENCIA
PLANTA	PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

PERIODO ANALIZADO	MAYO-JUNIO 2017 (etapa previa)
--------------------------	--------------------------------

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# días perdidos Accidentes	ÍNDICE DE GRAVEDAD
MAYO	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	7	1435.90
	3	65	15	975	24	4923.08
	4	65	15	975	4	820.51
JUNIO	1	65	15	975	2	410.26
	2	65	15	975	6	1230.77
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	8	1641.03
ÍNDICE DE GRAVEDAD PROMEDIO				7800	51	1307.69

PERIODO ANALIZADO	JULIO-AGOSTO 2017 (etapa previa)
--------------------------	----------------------------------

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# días perdidos Accidentes	ÍNDICE DE GRAVEDAD
AGOSTO	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	5	1025.64
SEPTIEMBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	0	0.00
ÍNDICE DE GRAVEDAD PROMEDIO						128.21

PERIODO ANALIZADO	SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2017 (etapa posterior)
--------------------------	---

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# días perdidos Accidentes	ÍNDICE DE GRAVEDAD
OCTUBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	0	0.00
NOVIEMBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	2	410.26
	4	65	15	975	0	0.00
ÍNDICE DE GRAVEDAD PROMEDIO						51.28

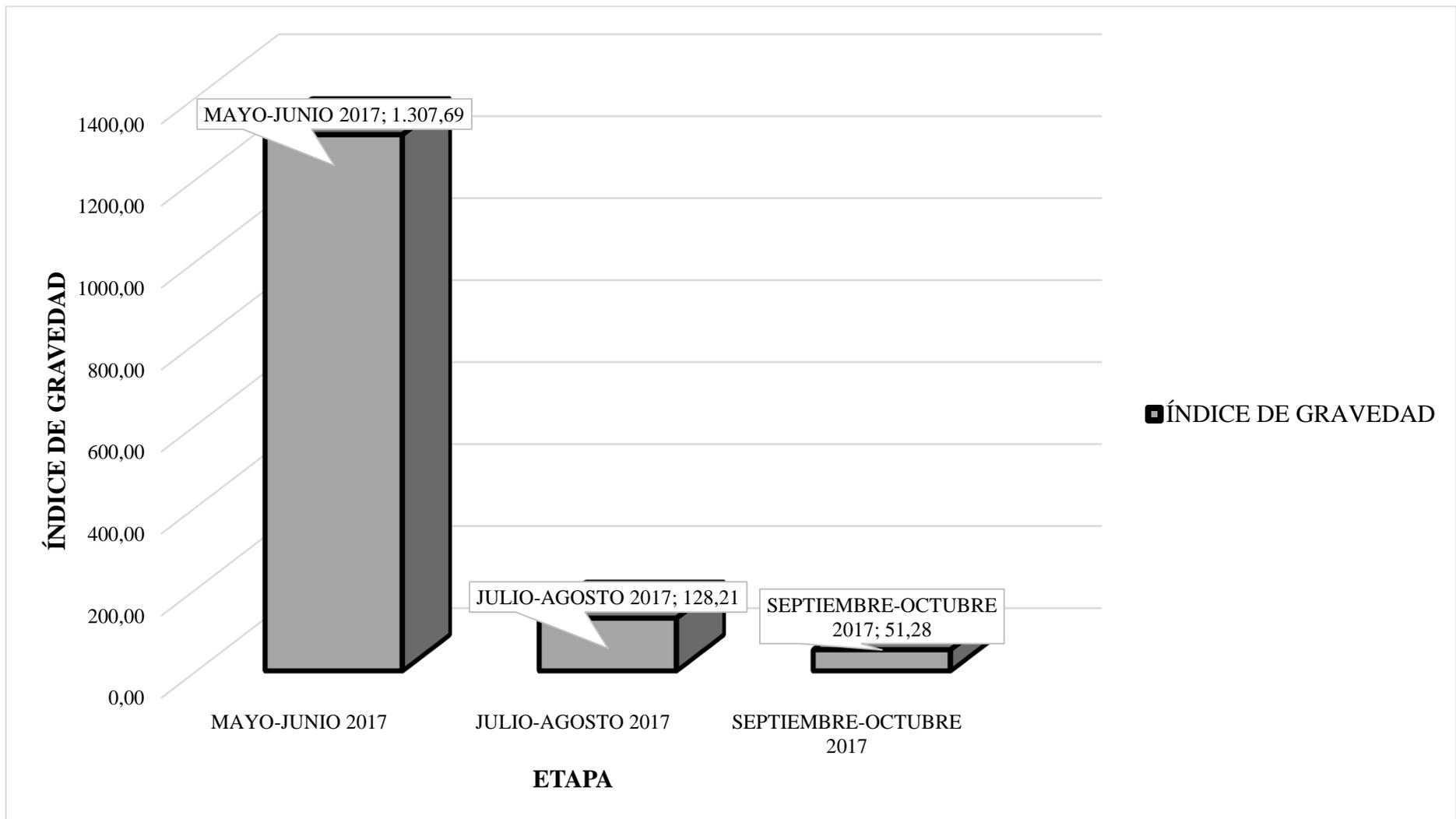


Gráfico 4.7. Resultados de la valoración del índice de la gravedad del área de dosificación de insumos químicos.

4.8. Análisis del índice de frecuencia

El índice de frecuencia hace relación a la repetibilidad de accidentes en horas de trabajo y mientras menor sea se asegura que la calidad de vida de los trabajadores, ya que mientras mayor cantidad de accidentes existan por hora trabajada es mayor la incidencia que tengan estos accidentes sobre la salud y seguridad del trabajador, por lo que en las plantas industriales se busca implementar sistemas de gestión que permitan disminuir los riesgos y los accidentes en lo máximo posible de otra manera la empresa incurre en gastos excesivos, ya que el accidente implica el daño de las instalaciones, así como también la afectación de los trabajadores, que por ley debe ser cubierta por la empresa o caso contrario se presentara problemas con las autoridades de control, por lo que hace indispensable que este índice sea lo más bajo posible llegando a ser lo más cercano a 0, ya que el valor 0 no existe dado que toda actividad humana genera riesgos y con ello accidentes, en el análisis de los datos en la presente investigación, se evaluó las respuestas antes y después de la implementación de una metodología para el análisis, la valoración y el control de los riesgos químicos, siendo para el primer tratamiento las respuestas iguales a 205.13 horas-trabajo para los dos primeros meses, 51.28 horas-trabajo para los posteriores dos meses y para después de la investigación los resultados fueron iguales a 25.64 horas-trabajo, con lo que comparando los resultados antes y después de la investigación se obtienen que las mejores respuestas se dan después de la implementación de procedimientos que eviten la presencia de factores que puedan afectar la vida del trabajador.

Es por ello que se hace indispensable que las empresas manejen protocolos de seguridad, en donde se especifican las técnicas adecuadas para el manejo del personal, de las instalaciones y de las materias primas que se emplean en la actividad de la industria, en el presente caso se logró disminuir los riesgos ejecutando revisiones a la condición inicial, mejorando esta condición y otorgándole al trabajador y a los directivos de la planta de potabilización técnicas que mejoren la actividad diaria, es así que en la sección anexos se incluye un manual de procedimientos que detalladamente especifica los potenciales riesgos a los que está expuesto el trabajador en la manipulación de sustancias químicas para el tratamiento del agua cruda y que hace en caso de presencia de malas técnicas de manipulación que generen consigo potenciales accidentes, aplicando los conocimientos impartidos por medio de conferencias o charlas, según los valores obtenidos al índice de frecuencia, se demuestra que los trabajadores lograron ejecutar las técnicas presentadas

en la investigación, disminuyendo notablemente el riesgo al que estaban expuestos y permitiendo asegurar que no haya accidentes dentro de la planta de potabilización.

Cuadro 4.8. Evaluación del índice de frecuencia en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.

ÁREA/FRENTE DE TRABAJO	Dosificación
CIUDAD	Macas MORONA SANTIAGO
INDICADOR	ÍNDICE DE FRECUENCIA
PLANTA	PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

PERIODO ANALIZADO	MAYO-JUNIO 2017 (etapa previa)
--------------------------	--------------------------------

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# Accidentes	ÍNDICE DE FRECUENCIA
MAYO	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	1	205.13
	3	65	15	975	2	410.26
	4	65	15	975	1	205.13
JUNIO	1	65	15	975	1	205.13
	2	65	15	975	1	205.13
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	2	410.26
ÍNDICE DE FRECUENCIA PROMEDIO						205.13

PERIODO ANALIZADO	JULIO-AGOSTO 2017 (etapa previa)
--------------------------	----------------------------------

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# Accidentes	ÍNDICE DE FRECUENCIA
AGOSTO	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	2	410.26
SEPTIEMBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	0	0.00
ÍNDICE DE FRECUENCIA PROMEDIO						51.28

PERIODO ANALIZADO	SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2017 (etapa posterior)
--------------------------	---

MES	SEMANA	Horas trabajadas	# de Trabajadores	Horas Hombre/Mujer Trabajadas	# Accidentes	ÍNDICE DE FRECUENCIA
OCTUBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	0	0.00
	4	65	15	975	0	0.00
NOVIEMBRE	1	65	15	975	0	0.00
	2	65	15	975	0	0.00
	3	65	15	975	1	205.13
	4	65	15	975	0	0.00
ÍNDICE DE FRECUENCIA PROMEDIO						25.64

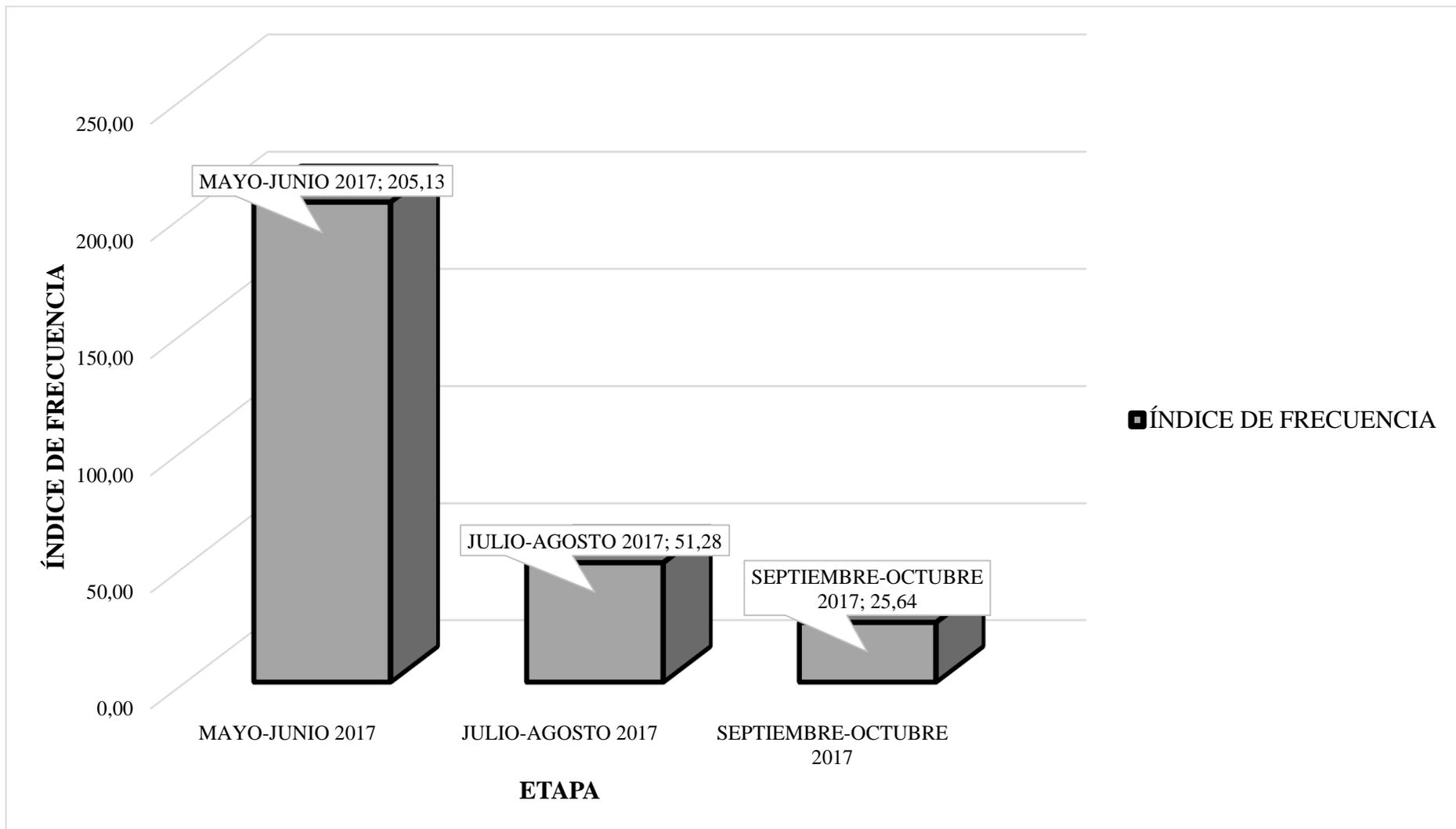


Gráfico 4.8. Resultados de la valoración del índice de la frecuencia del área de dosificación de insumos químicos.

4.9. Análisis de la tasa de riesgo

Dentro de la legislación Ecuatoriana vigente en el código integral del trabajo, esta precedente que las empresas construidas como tal tengan registro de las actividades generadas en la empresa, en las cuales se deben incluir accidentes laborales, enfermedades de los trabajadores y daños que generan los accidentes dentro de las instalaciones, todos estos registros son calculados con índices para determinar qué tan amplio es el espectro de accidentes dentro de una planta, para lo cual se usan diferentes índices dentro de los más destacados se encuentra la tasa de riesgo laboral, ya que en su cálculo se relaciona directamente el índice de frecuencia y el índice de gravedad, obteniendo como resultado la relación que existe entre las horas-hombre no trabajadas y la afectación a la salud del trabajador, por lo que en su espectro incluye todas las actividades que generaron riesgo en la empresa y como estas afectaron a la salud del trabajador otorgando un conocimiento general de las condiciones a las que están expuestas los trabajadores y como estas aseguran la calidad de vida del mismo, en la presente investigación se evaluó tres etapas, las dos primeras constituyeron los meses antes de la implementación de la investigación divididas en dos meses cada una y la tercera etapa constituyó los dos meses posteriores a la implementación de la investigación en la planta de potabilización de agua del cantón Morona, para los meses de Mayo y Junio el índice de riesgo alcanzó un promedio igual a 6.375, para los meses de Julio-Agosto las respuestas fueron iguales a 2.5 y las respuestas para la tercera evaluación en los meses Septiembre-Octubre fueron iguales a 2, esto evidencia la importancia de la implementación de la investigación en la planta de tratamiento de agua del Cantón Morona ya que de 6,375 de índice de gravedad se logró disminuir considerablemente hasta 2 puntos; como se indica en el cuadro 4.9 y se ilustra en el gráfico 4.9.

Con los resultados obtenidos a la presente prueba se puede interpretar que después de implementar protocolos de seguridad y lograr capacitar a los trabajadores de los riesgos a los que están expuestos y como disminuir estos mediante la aplicación de correctas técnicas en su puesto de trabajo, generando resultados satisfactorios para la planta de potabilización de agua del Cantón Morona, lo cual es indicativo de que la investigación logra resolver el problema planteado y logra además una difusión de los conocimientos.

Cuadro 4.9. Evaluación de la tasa de riesgo en la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología de evaluación de los riesgos en el área de dosificación de insumos químicos.

ÁREA/FRENTE DE TRABAJO	Dosificación
CIUDAD	Macas MORONA SANTIAGO
INDICADOR	ÍNDICE DE FRECUENCIA
PLANTA	PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

PERIODO ANALIZADO	MAYO-JUNIO 2017
--------------------------	-----------------

ÍNDICE	VALOR	TAZA DE RIESGO
ÍNDICE DE FRECUENCIA	205.13	
ÍNDICE DE GRAVEDAD	1307.69	6.375

PERIODO ANALIZADO	JULIO-AGOSTO 2017
--------------------------	-------------------

ÍNDICE	VALOR	TAZA DE RIESGO
ÍNDICE DE FRECUENCIA	51.28	
ÍNDICE DE GRAVEDAD	128.21	2.5

PERIODO ANALIZADO	SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2017
--------------------------	-------------------------

ÍNDICE	VALOR	TAZA DE RIESGO
ÍNDICE DE FRECUENCIA	25.64	
ÍNDICE DE GRAVEDAD	51.28	2

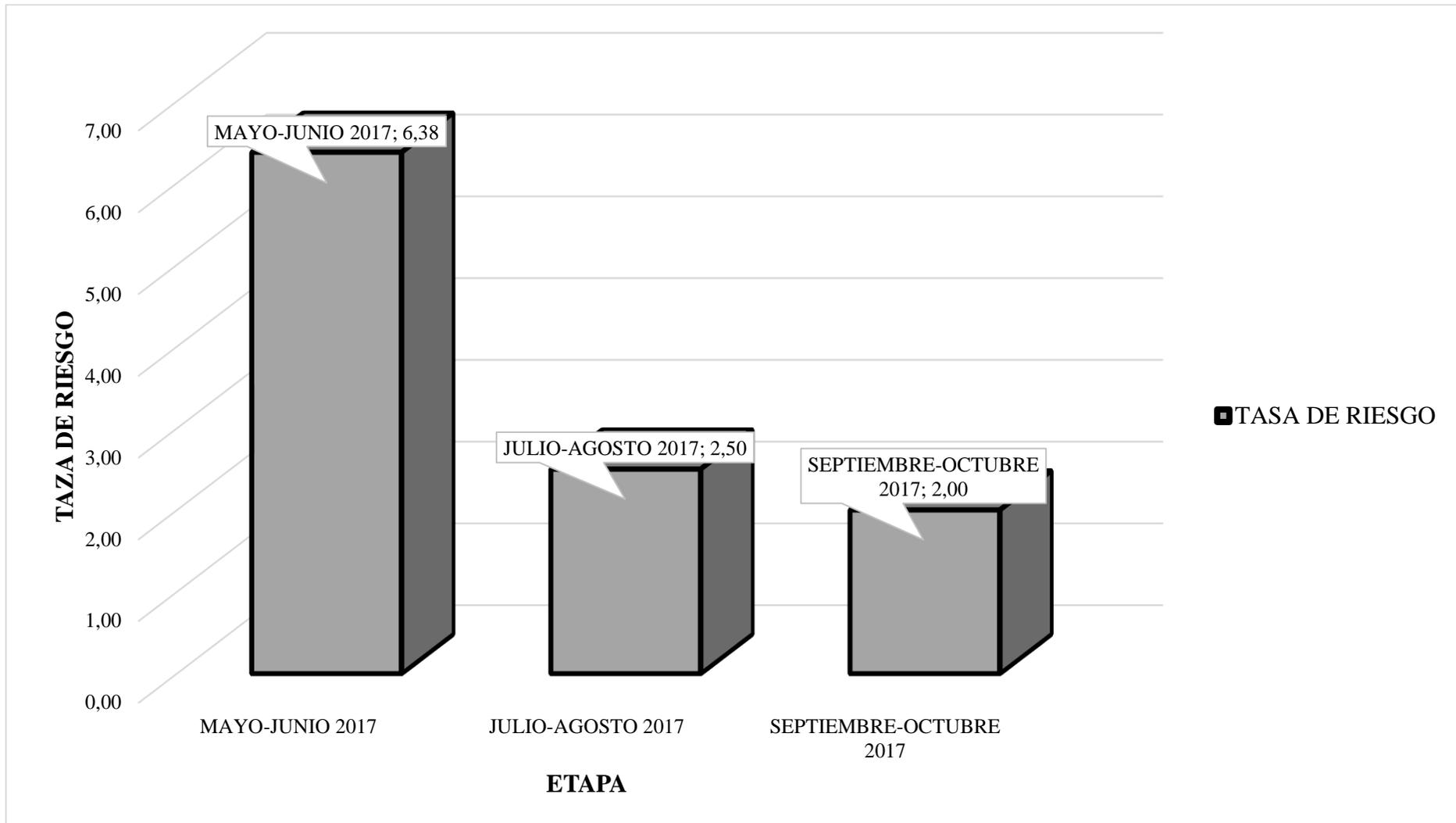


Gráfico 4.9. Resultados de la valoración de la tasa de riesgo del área de dosificación de insumos química

4.10. Comprobación de la hipótesis

4.10.1. Criterios de comprobación de la hipótesis general

Una vez obtenidos los resultados y analizados los mismos como paso final para el tratamiento de los datos y su interpretación la comprobación de los datos, de acuerdo con esto se utilizó el siguiente tratamiento matemático:

- **Aceptación de la hipótesis:** La implementación de una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos permitirá controlar los riesgos derivados de la dosificación de los insumos químicos dentro de la planta de potabilización de la ciudad de Macas.

$$\mu_1 \neq \mu_2$$

Rechazo de la hipótesis: La implementación de una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos no permitirá controlar los riesgos derivados de la dosificación de los insumos químicos dentro de la planta de potabilización de la ciudad de Macas.

$$\mu_1 = \mu_2$$

Dónde:

- μ_1 : media poblacional del control del riesgo químico en la dosificación de sustancias químicas antes de la implementación del plan investigativo.
- μ_2 : media poblacional del control del riesgo químico en la dosificación de sustancias químicas posterior a la implementación del programa de salud.

En vista a que se determinaron diferencias significativas entre las medias de la tasa de riesgo en el total tratamientos posterior a la implementación del control de riesgos químicos basado en la comparación de los parámetros con la normativa en la exposición

a sustancias y en la calidad del agua y además existieron diferencias en las diferentes pruebas físico-químicas que se realizaron al agua (antes de la implementación del control de riesgos químicos) y la final (posterior a la implementación del programa del control de los riesgos químicos), determinadas por medio de la prueba T de Student se determina que

$$\mu_1 \neq \mu_2$$

Por ende, se acepta la hipótesis con lo cual se puede asegurar que la implementación de un programa de control de los riesgos en la dosificación de la planta de potabilización de agua, mediante el análisis de la calidad del agua, así como también mediante el uso de hojas de seguridad y la elaboración de procedimientos para evitar riesgos por exposición a las diferentes sustancias químicas en la planta de potabilización de agua en el cantón de Morona Santiago-Macas.

Cuadro 4.10. Resultado de la prueba de T de Student aplicado a los índices de riesgo del área de dosificación de la planta de potabilización de la ciudad de Macas para la comprobación de las hipótesis de la investigación.

Prueba de muestras independientes

ÍNDICE	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
FRECUENCIA	Se asumen varianzas iguales	11.805	.002	1.662	22	.011	102.56500	61.72811	-25.45125	230.58125
	No se asumen varianzas iguales			2.108	21.836	.047	102.56500	48.65085	1.62527	203.50473
GRAVEDAD	Se asumen varianzas iguales	5.253	.032	1.465	22	.057	666.66688	455.08341	-277.11836	1610.45211
	No se asumen varianzas iguales			2.075	15.771	.050	666.66688	321.34963	-15.36819	1348.70194

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se desarrolló una metodología para la gestión de los riesgos químicos dentro del área de dosificación de insumos químicos en la planta de potabilización de agua del Cantón Morona, en la cual se integran los procedimientos y lineamientos a aplicar en la identificación, valoración y control de los riesgos.
- Se establecieron los protocolos, técnicas y ensayos analíticos a ser aplicados en la cuantificación de los parámetros de calidad del agua que representan el nivel del riesgo químico al cual están expuestos los trabajadores en el proceso de potabilización del agua dentro de la planta de la calidad de Macas.
- Se establecieron los principales parámetros a ser analizados dentro del agua para verificar el nivel de riesgo químico intrínseco en la exposición de los trabajadores al agua en proceso de potabilización, enlistándose los siguientes: alcalinidad, pH, calcio, sulfato, coliformes fecales y cloro libre.
- Se realizó la determinación de los parámetros representativos del nivel del riesgo dentro de muestras de agua tomadas dentro del proceso de potabilización, registrándose que se cumplen con los umbrales permisibles para los parámetros de alcalinidad, pH, cloro libre, sulfato y calcio; en tanto que para el parámetro microbiológico (coliformes fecales) se excede el valor especificado dentro de las normativas de referencia, por lo cual se requiere la aplicación de desinfección del agua previa al ingreso a la mezcla rápida.
- Se analizó los índices de gravedad y de frecuencia en intervalos de dos meses demostrando que después de la implementación de la investigación disminuyeron considerablemente así como también la tasa de riesgo disminuyó al aplicar las técnicas reportadas en la presente investigación.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda realizar un análisis más profundo a la operación de desinfección, en vista a que, de los parámetros analizados, las coliformes fecales están fuera del rango permitido, lo cual representa un factor de riesgo biológico.
- Se recomienda aplicar una desinfección previa dentro del agua cruda, por medio de la aplicación de hipoclorito de sodio antes del ingreso de la corriente a tratar a la mezcla rápida, en vista a que el agua cruda presenta una carga microbiana patógena alta.
- Se recomienda socializar con el personal técnico, operativo y administrativo la metodología de evaluación de los riesgos químicos, para que comprendan los riesgos a los cuales están expuestos dentro del área de dosificación y comprendan las medidas de seguridad a ser aplicadas en su laborar.
- Se recomienda la capacitación de la población sobre el cuidado de las fuentes de agua del cantón Morona para evitar la contaminación de los cuerpos de agua dulce que perjudican a la salud de la misma población.

6. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. (2008). *Sustancias Peligrosas*. Semana Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías,. (2010). *Sistemática para la Evaluación Higiénica*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Comisión de las Comunidades Europeas. (2008). *Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.

Cortes Díaz , J. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos Laborales*. Madrid: Tebar.

Cortez Díaz , J. (2008). *Seguridad e Higiene del Trabajo*. España: Editorial Alfa Omega.

Grimaldi , S. (1996). *La Seguridad Industrial: Su administración*. México: Editorial Alfa Omega.

Henao Robledo, F. (2008). *Riesgos químicos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Hernández Zúñiga , A. (2005). *Seguridad e Higiene Industrial*. México: Limusa.

Keth, D. (1985). *Seguridad Industrial: Administración y Métodos*. Editorial Mc Graw Hill.

López Yepes, J. (1989). *Fundamentos de información y documentación*. Madrid: Eudem.

MORONA, G. A. (Agosto de 2017). <http://www.morona.gob.ec>. Obtenido de <http://www.morona.gob.ec>

OHSAS Project Group. (2008). *Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional – Requisitos. OHSAS 18001:2007*. España: AENOR.

OHSAS Project Group. (2008). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Directrices para la implementación de OHSAS 18001:2007*. España: AENOR.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. (2001). *Enciclopedia De Salud y Seguridad En El Trabajo*. Madrid: Chantal Dufresne.

Ramírez Cavassa, C. (2008). *Seguridad Industrial (un enfoque integral)*. Madrid: Limusa.

Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente de UGT-Madrid. (2008). *Manual Informativo de Prevención de Riesgos Laborales Manual Informativo de Prevención de Riesgos Laborales. SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS*. Madrid: Secretaría de Comunicación e Imagen de UGT-Madrid .

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE
RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL**

DECLARACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROPONENTE

LUIS CARLOS HIDALGO VITERI

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS QUÍMICOS
DENTRO DEL ÁREA DE DOSIFICACIÓN DE INSUMOS EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA DEL CANTÓN MORONA.”.**

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

1. TEMA

Desarrollo e implementación una metodología para la identificación, valoración y control de los riesgos químicos dentro del área de dosificación de insumos en la planta de tratamiento de agua del cantón Morona.

2. PROBLEMATIZACIÓN

2.1.Ubicación del sector donde se va a realizar la investigación

El presente trabajo de investigación tendrá lugar dentro de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Macas.

2.2.Situación problemática

Los riesgos químicos representan los riesgos de mayor peligrosidad dentro del entorno laboral, debido a la complejidad en su fuente y materialización, recursos elevados para su gestión, rapidez de afectación y grado elevado de afectación a la salud.

El no disponer una metodología para la correcta identificación, evaluación, valoración y control de los riesgos existe un total desconocimiento sobre las condiciones del entorno laboral y la potencial peligrosidad que representa la manipulación de los insumos químicos dentro del área de la planta de potabilización, lo cual es una se deriva en una condición descontrolada en la cual en inminente la incidencia de accidentes o enfermedades de alta afectación sobre el bienestar de los trabajadores.

La Dirección de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Morona vinculada a la existencia y conservación del agua como elemento que merece la atención de la población mundial; no se exenta de su responsabilidad directa ante el cuidado oportuno, mantenimiento, uso, cantidad y calidad del agua disponible para toda una sociedad, y se propone con firmeza trabajar objetiva y diariamente por suministrar un producto que ofrezca ventajas tales como:

- Seguridad y tranquilidad para toda la urbe, al saber que la empresa que les provee éste líquido vital, cumple con los requisitos de la Norma INEN 1108, donde se establecen las disposiciones para que el agua sea apta al consumo humano.
- Estabilidad laboral dentro del grupo de trabajo que se encarga de la dosificación de los insumos químicos para la potabilización del agua y su posterior consumo doméstico.

No obstante, en el tratamiento del agua para consumo se presentan riesgos de importancia para la salud de los trabajadores, en especial en el manejo, almacenamiento y dosificación de los insumos químicos dentro del área de clorado.

2.3. Formulación del problema

- ¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?

2.4. Problemas derivados

- ¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?
- ¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes de gastroenteritis bacteriana producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?

3. JUSTIFICACIÓN

El no disponer de una metodología que permita realizar una evaluación de los riesgos químicos de manera estructurada afecta ampliamente a las características de seguridad y salud ocupacional de la planta de potabilización, ya que toda la gestión sé que ejecute no tendrá validez al no fundamentarse en la identificación adecuada y valoración precisa de los riesgos, es por ello que es pertinente establecer un conjunto de programas y sus derivados procedimientos para conocer cómo se debe realizar un correcto análisis de los riesgos implícitos dentro de la planta.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Demostrar como la implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017

4.2. Objetivos Específicos

- Demostrar como La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017
- Demostrar como La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de gastroenteritis bacteriana producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017.

5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

5.1. Antecedentes de Investigaciones anteriores

Se ha realizado la revisión previa de los documentos y registros de gestión, evidenciando que no dispone de información de carácter investigativo o procedimental que contenga una metodología que permita la identificación y valoración de los riesgos de carácter químico dentro de la planta de potabilización de la ciudad de macas.

5.2. Fundamentación científica

Dentro de la historia laboral y teoría de los riesgos los accidentes de mayor siniestralidad y de consecuencias más catastróficas fueron derivados de los riesgos químicos. En vista a que contaminantes atmosféricos muy tóxicos pueden causar la muerte violenta y masiva de personas por inhalación y además que el almacenar inadecuadamente materiales peligrosos puede generar explosiones e incendios de magnitudes incontrolables es pertinente disponer de una metodología que permita preventivamente identificar, valorar y controlar dichos riesgos y evitar las consecuencias de tan grande magnitud e importancia.

5.2.1. Fundamentación Epistemológica

El pensamiento epistemológico surge, entre otras cosas, cuando la incoherencia entre el ser real del objeto y el saber subjetivo dado de este objeto, se convierte en objeto de la actividad intelectual. ¿Cuál es la relación mutua entre la substancia y sus formas fenoménicas, la relación entre lo individual y lo múltiple, entre reposo y movimiento, etc.? Esta fue la problemática planteada por la filosofía natural jónica y de Heráclito. Más tarde, en la escuela eleática, se enlaza el planteamiento cosmológico en forma consciente: a la sustancia le corresponde el saber verdadero, y a sus formas fenoménicas externas le corresponde el simple opinar, el saber falso. Los sofistas fueron los primeros filósofos que señalaron el papel de las diferencias individuales en el conocimiento de la realidad, el papel de las condiciones perceptuales, etcétera. Así, afirmó Protágoras, el ser es para cada quien diferente.

De ahí concluyeron que no puede haber ningún saber universalmente válido y, consecuentemente, tampoco un saber objetivo de la substancia. Para ellos era válido que algo fuera como aparece, que el hombre sea la medida de todas las cosas.

Para Platón, cada saber real debe de tener un carácter universal, persistente y objetivo y que, en consecuencia, no puede depender de las particularidades individuales y personales del sujeto cognoscente. En su filosofía se está reconociendo por primera vez, claramente, la necesidad de superar los momentos subjetivos del saber para poder reconstruir acertadamente el objeto de esta actividad cognoscitiva. Con esto se presentó la tarea de encontrar aquellas propiedades del objeto que se muestran perdurable en relaciones cognoscitivas distintas. Esa es una tarea que, como veremos, ha jugado un gran papel en toda la historia de la filosofía, y que, ahora, se vuelve a discutir con mayor énfasis: por ejemplo, en relación con los problemas metodológicos de las matemáticas, la física y las ciencias humanas.

5.2.2. Fundamentación Axiológica

El análisis y comprensión de la problemática de los valores, parte de un hecho de vital significación: los valores surgen como expresión de la actividad humana y la transformación del medio, siendo su presupuesto fundamental la relación sujeto-objeto, teniendo como centro la praxis, lo que, como consecuencia, se debe analizar su vínculo con la actividad cognoscitiva, valorativa y comunicativa.

El valor, como significación de un hecho, es al mismo tiempo objetivo y subjetivo. ¿Quién atribuye significado? El ser humano. Por tanto, el valor como significado atribuido tiene una naturaleza subjetiva, toda vez que existe individualmente en los seres humanos capaces de valorar; pero al mismo tiempo tiene una naturaleza objetiva, en tanto constituye parte de la realidad social e histórica en la que se desarrolla el ser humano.

5.3. Fundamentación teórica.

A. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS

El primer paso es identificar todos los agentes químicos que pueden estar presentes en el lugar de trabajo. El origen de los mismos puede estar en el proceso laboral y las actividades

relacionadas con él (mantenimiento, manutención, almacenamiento y reparación) o en otro tipo de actividades no ligadas al proceso (limpieza, desinfección, transporte, obras y modificaciones). Por otra parte, estos agentes pueden estar presentes en las condiciones normales de trabajo o ser consecuencia de situaciones laborales anómalas, tales como descontrol de procesos químicos, errores de manipulación o accidentes.

Por lo tanto, para que el estudio de los agentes químicos sea completo, habrá que considerar:

- Materias primas.
- Productos acabados.
- Productos intermedios.
- Subproductos.
- Impurezas.
- Residuos.
- Productos de limpieza, refrigerantes, lubricantes, pinturas, etc.
- Productos que se generan durante el almacenamiento temporal o permanente en los lugares de trabajo.
- Productos que penetran desde el exterior (ventilación, vehículos, etc.).

1.2. VARIABLES ASOCIADAS A LOS AGENTES QUÍMICOS

Para evaluar la peligrosidad de los agentes químicos identificados hay que recopilar información acerca de las siguientes variables:

- Cantidades.
- Propiedades fisicoquímicas y toxicológicas.
- Estado físico (sólido, líquido o gas).
- Vías de entrada en el organismo, principalmente, la inhalatoria y la dérmica.
- Valores límite ambientales y biológicos, considerando, en primer lugar, los establecidos en los anexos I y II del Real Decreto 374/2001 o en una normativa específica aplicable, Cuando no existan, se pueden utilizar valores límite de otras asociaciones internacionales
- Enfermedades profesionales que pueden causar.

- Información que se pueda recopilar de Etiqueta del producto y ficha de datos de seguridad (FDS).
- Recomendaciones que la Comisión Europea haya hecho públicas sobre los resultados de la evaluación del riesgo y sobre la estrategia de limitación del riesgo para sustancias.
- Otras fuentes, por ejemplo, la normativa sobre transporte de mercancías peligrosas.

La medida prioritaria frente a los riesgos relacionados con los agentes químicos es la sustitución de dichos agentes. Para los cancerígenos y los mutágenos los requisitos de sustitución son incluso más estrictos y deben sustituirse siempre que sea posible desde el punto de vista técnico.

Se considera, por lo tanto, muy necesaria la búsqueda de alternativas para:

- Cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción.
- Sensibilizantes.
- Sustancias tóxicas y muy tóxicas (con inclusión de las neurotóxicas), persistentes y bioacumulativas en el medio ambiente y los seres vivos.
- Alteradores endocrinos.

La sustitución presenta varios problemas que hacen que su aplicación sea muchas veces compleja. No es fácil encontrar agentes químicos que sean técnicamente viables como sustitutos. Los sustitutos técnicamente viables pueden tener también un cierto grado de peligrosidad, que debe considerarse.

La solución a la primera dificultad depende de las características técnicas del proceso. El segundo problema puede resolverse con alguno de los métodos existentes sobre sustitución de sustancias químicas. Este método analiza la peligrosidad del agente químico sustituto con la información de la ficha de datos de seguridad y del proceso. Tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Toxicidad aguda y toxicidad crónica
- Riesgo de incendio y explosión

- Exposición potencial
- Peligros asociados al proceso
- Riesgos para el medio ambiente

B. VIGILANCIA DE LA SALUD ANTE LOS RIESGOS QUÍMICOS

Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores. Esta vigilancia ha de ser periódica y específica en función de los riesgos inherentes al trabajo. La vigilancia de la salud se considera indicada cuando se dan estas tres condiciones simultáneamente:

- Existen pruebas de una asociación causal entre la exposición al agente químico identificado y un daño a la salud.
- Existe la posibilidad de que el agente químico interaccione con el organismo y que el daño para la salud se actualice debido a las circunstancias concretas de la exposición.
- Existen métodos y exploraciones complementarias contrastadas que permiten detectar el efecto o daño en cuestión y no suponen un riesgo apreciable para el trabajador.
- En ciertos casos la vigilancia de la salud es un requisito obligatorio para trabajar con un agente químico porque así lo establece una disposición legal o porque resulta imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador.

C. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Hasta este punto sólo se ha centrado la atención en los agentes químicos y sus características. Sin embargo, para caracterizar el riesgo, es necesario conocer también las condiciones en las que se manipulan o están presentes, para ello hay que revisar:

- Tareas.
- Ciclos y técnicas de trabajo.

- Procesos de producción.
- Configuración del lugar de trabajo.
- Medidas y procedimientos de seguridad.
- Instalaciones de ventilación y otras formas de control técnico.
- Fuentes de emisión.
- Periodos de exposición.
- Carga de trabajo.
- Etc.

D. PRINCIPIOS GENERALES PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS POR AGENTES QUÍMICOS

Deben aplicarse siempre que se trabaja con agentes químicos peligrosos, independientemente de que la evaluación de riesgos indique la necesidad de aplicación de medidas de prevención o protección.

Se concretan en la aplicación de unas técnicas que permiten la consecución de unos objetivos básicos para reducir los riesgos. Reducir las cantidades de agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo al mínimo necesario para el tipo de trabajo de que se trate. Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos o que puedan estarlo.

Reducir al mínimo la duración e intensidad de las exposiciones.

E. ESTIMACIÓN DE RIESGOS

Puesto que el riesgo se puede definir como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos y, para ello, hay que tener en cuenta la naturaleza del agente químico (AQ) y las condiciones de operación, es de especial importancia en la estimación del riesgo estudiar estas condiciones o factores que pueden afectar a la materialización del peligro.

Por una parte, están las que se refiere a las condiciones de utilización del AQ en el proceso productivo propiamente dicho, “Factores de riesgo”, y, por otra, aquellos aspectos del riesgo químico que son estudiados dentro del ámbito de la seguridad en el trabajo y que son

necesarios para el desarrollo del proceso productivo, aunque no forman parte del mismo, como es el caso de los almacenes de productos químicos y los gases a presión. En este capítulo se incluye también la generación de residuos. Como se puede apreciar, se trata de actividades paralelas al proceso a las que puede no prestarse la atención que se merecen durante la evaluación, de ahí que se dedique este capítulo al estudio de las mismas.

Hay que tener en cuenta que las actividades de las que hablamos poseen legislación específica y, por lo tanto, la evaluación consistirá en verificar el cumplimiento de la misma, de ahí que se hable de estimación de riesgos.

F. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

Se entiende por “almacenamiento” el conjunto de recipientes, de cualquier tipo, que pueden contener o hayan contenido productos químicos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, independientemente de que estén ubicados en el exterior o en el interior de los edificios. Se incluyen los tanques y/o depósitos, sus cubetos de retención, las vías de circulación y separación, los conductos de conexión y las zonas e instalaciones anejas a las de carga, descarga y tránsito.

G. BOTELLAS Y BOTELLONES DE GASES A PRESIÓN

Para estimar el riesgo derivado de la presencia de botellas y botellones a presión en el lugar de trabajo, es importante conocer cuál es su contenido y las propiedades del mismo.

Por su estado físico se pueden distinguir:

- Gases comprimidos, como argón, helio, hidrógeno, nitrógeno y monóxido de carbono.
- Gases licuados, como el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, el óxido de dinitrógeno o el amoniaco.
- Gases licuados refrigerados, por ejemplo: argón líquido, nitrógeno líquido y helio líquido.
- Gases disueltos, como es el caso del acetileno, en donde el gas a presión se suministra, por razones de seguridad, disuelto en un disolvente en fase líquida.

H. FACTORES DE RIESGO

Los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos pueden clasificarse, siguiendo el esquema como riesgos asociados a la seguridad de los agentes químicos, en los que la materialización del peligro daría lugar a un accidente, y riesgos derivados de la exposición a agentes químicos, que pueden dar lugar a intoxicaciones, enfermedades, etc.

I. RIESGOS ASOCIADOS A LA SEGURIDAD DE LOS AGENTES QUÍMICOS

Los peligros asociados a la seguridad de los agentes químicos (AQ) se materializan en accidentes que pueden dar lugar a incendios, explosiones o reacciones químicas peligrosas que pueden su- poner daños a los trabajadores, a las instalaciones e incluso provocar accidentes mayores. Las reacciones químicas peligrosas pueden ser debidas a las características fisicoquímicas de las sustancias presentes tales como inflamabilidad, inestabilidad o reactividad química frente a otras sustancias presentes en el lugar de trabajo.

El conocimiento de este tipo de propiedades es fundamental para el almacenamiento de productos químicos, especialmente las incompatibilidades de cada sustancia, ya sea por “familias” o las específicas debidas a su reactividad.

Las reacciones indeseadas pueden ser debidas a:

- Compuestos que reaccionan violentamente con el agua
- Compuestos que reaccionan violentamente con el aire
- Incompatibilidad.
- Reacciones peligrosas con los ácidos
- Formación de peróxidos explosivos
- Reacciones de polimerización.
- Reacciones de descomposición.

6. HIPÓTESIS

6.1.Hipótesis general

- **Hg:** La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017

6.2.Hipótesis específicas

- **He':** C La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017
- **He'':** La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de gastroenteritis bacteriana en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017.

6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	INSTRUMENTO
DEPENDIENTE	Índice de eficiencia de las metodologías para la identificación, valoración, y control de los riesgos químicos implícitos dentro del área de dosificación de los insumos químicos (variable de tipo cuantitativo).	Cuantificación de la eficiencia de las medidas implementadas en la identificación, valoración y control de los riesgos de carácter químico	Gestión de los riesgos	$I_e = \frac{R_E - R_O}{R_E} * 100$ <p> I_e = Índice de eficiencia R_E = Resultado esperado R_O = Resultado Obtenido </p>	Observación Encuestas
INDEPENDIENTE	Porcentaje de procedimientos y protocolos implementados dentro de la gestión de la seguridad y salud ocupacional de la planta de potabilización del cantón Macas (variable de tipo cualitativo).	Valoración del porcentaje de implementación de los procedimientos dentro de la gestión de la seguridad y salud	Sistemas de gestión de la seguridad y salud	$P_i = \frac{p_{pe} - p_{po}}{p_{po}} * 100$ <p> P_i = porcentaje de implementación p_{pe} = Numero de procedimientos previos p_{po} = Numero de procedimientos posterior </p>	Observación

7. METODOLOGÍA

7.1. Tipo de Investigación

La presente investigación conlleva el análisis de las condiciones de seguridad dentro del área de dosificación de los insumos químicos del cantón Macas, previo y posterior a la implementación de una metodología adecuada para la identificación, evaluación y control de las medidas. Es decir, la primera etapa de la investigación conlleva un diagnóstico de la gestión actual en la identificación y prevención del riesgo para posteriormente formular procedimientos para evitar las falencias detectadas (segunda etapa) y en una etapa final evaluar la eficiencia de la metodología formulada.

7.1.1. Investigación de campo

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados, son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas y educativas en estructuras sociales reales y cotidianas.

7.2. Diseño de la Investigación.

Para la presente investigación no se aplicarán tratamientos o grupos de unidades experimentales, en vista a que consiste en el desarrollo e implementación de una metodología (conformada por programas y procedimientos) que permita identificar, evaluar y controlar los riesgos de carácter químico.

7.3. Población.

La población determinada para la siguiente investigación estará conformada por todos los trabajadores del área de la planta de potabilización del cantón Morona, es decir un total de 16 trabajadores (excluyendo el personal que trabaja en el área administrativa)

7.4.Muestra

La muestra determinada para la siguiente investigación estará conformada por todos los trabajadores del área de dosificación de insumos químicos dentro de la planta de potabilización de la ciudad de Macas, decir que la muestra es igual al total de la población.

7.5.Métodos de Investigación

7.5.1. Método de la observación científica

La observación científica como método consiste en la percepción directa del objeto de investigación. La observación investigativa es el instrumento universal del científico. La observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

La observación, como procedimiento, puede utilizarse en distintos momentos de una investigación más compleja: en su etapa inicial se usa en el diagnóstico del problema a investigar y es de gran utilidad en el diseño de la investigación.

En el transcurso de la investigación puede convertirse en procedimiento propio del método utilizado en la comprobación de la hipótesis. Al finalizar la investigación la observación puede llegar a predecir las tendencias y desarrollo de los fenómenos, de un orden mayor de generalización.

La observación científica presenta las siguientes cualidades, que lo diferencian de la observación espontánea y casual.

7.6.Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

7.6.1. Observación Participante

Se trata de una técnica de recolección de datos que tiene como propósito explorar y describir ambientes...implica adentrarse en profundidad, en situaciones sociales y mantener un rol activo, pendiente de los detalles, situaciones, sucesos, eventos e interacciones.

La observación será necesario tener en cuenta dos aspectos importantes que pueden influir en el resultado obtenido tras la misma, es el ocultamiento y la intervención. En el ocultamiento el individuo observado puede percatarse de la presencia del observador y distorsionar la conducta. La intervención denota el grado en que el investigador, a diferencia de un observador pasivo, estructura el ámbito de observación en respuesta a las necesidades del estudio.

7.6.2. La Entrevista

Es un encuentro en el cual el entrevistador intenta obtener información, opiniones o creencias de una o varias personas. Para la validez de la entrevista debe existir una triangulación interna o crítica de identidad, sugieren conocer bien a los entrevistados en sus componentes afectivos, personales, sociológicos, así como que lo que sostienen es original y no testimonio referido de otros.

7.6.3. La entrevista

La entrevista es una situación de interrelación o diálogo entre personas, el entrevistador y el entrevistado.

7.6.4. Análisis documental

Constituye el punto de entrada a la investigación. Incluso en ocasiones, es el origen del tema o problema de investigación. Los documentos fuente pueden ser de naturaleza diversa: personales, institucionales o grupales, formales o informales.

7.7. Técnicas y procedimientos para el análisis de resultados

Para la tabulación, orden, interpretación y síntesis de los resultados obtenidos se utilizará las siguientes estadísticas:

- Media
- Mediana
- Moda

- Desviación estándar

8. RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS.

Concepto	Valor unitario	Cantidad	Subtotal
Transporte y logística	10,00	20,00	200,00
Artículos de oficina	200,00	1,00	200,00
Material para fotocopiado	0,02	500,00	10,00
Servicios de carácter profesional	20,00	200,00	4000,00
Subtotal			4410,00
Imprevistos (10%)			441,00
Total			4851,00

9. CRONOGRAMA.

ACTIVIDAD	PERIODO				
	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES	CUARTO MES	QUINTO MES
Recopilación de la información bibliográfica	X				
Análisis de las condiciones laborales de la planta	x	X			
Delimitación del procesos de dosificación de insumos químicos		X			
Planteamiento de las actividades y tareas rutinarias y no rutinarias dentro de la dosificación de los insumos químicos			X		
Formulación de los programas y procedimientos para la identificación de los riesgos químicos			X		
Formulación de los programas y procedimientos para la valoración de los riesgos químicos				X	
Integración de los programas y procedimientos para la identificación y evaluación de los riesgos químicos				X	
Redacción del documento final					X

10. MARCO LÓGICO.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?	Demostrar como La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017	La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de los accidentes producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017
PROBLEMAS DERIVADOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA
¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?	Demostrar como La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017	La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de dermatitis producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017
¿La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos lograra la minimización de la incidencia de los accidentes de gastroenteritis bacteriana producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017?	Demostrar como La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de gastroenteritis bacteriana producto del manejo de insumos químicos en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017	La implementación de una metodología de valoración y control de los riesgos químicos minimiza la incidencia de gastroenteritis bacteriana en el área de dosificación de cloro en la planta de potabilización del agua de la ciudad de Macas en el período marzo a noviembre del 2017.

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 1 de 32

Anexo 2. Metodología de evaluación de los riesgos químicos



**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE
SEGURIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE LOS
FACTORES DE RIESGO QUÍMICOS
PRESENTES DENTRO DEL ÁREA DE
DOSIFICACIÓN**

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 2 de 32

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO

1.0. OBJETIVO

El presente documento tiene como objetivo fijar las directrices y lineamientos para la elaboración de procedimientos de trabajo seguro dentro de la gestión de seguridad de la Planta Hormigonera del proyecto “Chimborazo”.

1.1. ALCANCE

La presente guía abarca las actividades de gestión para la elaboración de procedimientos de trabajo seguro por parte del personal de seguridad de Planta Hormigonera del proyecto “Chimborazo”.

1.2. RESPONSABILIDAD

1.2.1. Supervisor de planta

- Gestionar los recursos necesarios para la ejecución del presente documento, tanto técnicos como económicos.

1.2.2. Técnico de seguridad

- Es responsabilidad del técnico de seguridad mantener, comprender y actualizar el presente documento.
- Es responsabilidad del técnico de seguridad ejecutar el presente documento para la elaboración de los procedimientos de trabajo

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 3 de 32

seguro en cada una de las actividades laborales de la planta hormigonera.

1.2.3. Personal en general

- Brindar toda la información fehaciente al personal de seguridad necesaria para la ejecución del presente documento.

2.0. DESARROLLO

2.1. Definición de Procedimiento de Trabajo Seguro

- El Procedimiento de Trabajo Seguro permite la normalización del desarrollo de un determinado trabajo o actividad de acuerdo a pautas e indicaciones estándares en función de seguridad, calidad y productividad. Los procedimientos son una evidencia documental de las medidas de seguridad establecidas y requeridas en cada una de las actividades que se ejecutan dentro de los centros laborales, la cual además sirve como documento de consulta para el personal que lo requiera.

2.2. Metodología para la elaboración de los Procedimiento de Trabajo Seguro

2.2.1. Delimitación y descripción de los puestos de trabajo

El primer paso que se debe ejecutar para el desarrollo de los procedimientos de trabajo seguro consiste en delimitar y caracterizar cada uno de los puestos de trabajo existentes dentro de la planta. Se puede utilizar los siguientes criterios para la delimitación:

- Delimitación de los puestos de trabajo en base a la distribución física: Consiste en delimitar cada uno de los puestos de trabajo en base a la zona física que se

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 4 de 32

ocupa para la ejecución de las tareas. Por ejemplo: laboratorio de calidad, zona de bombeo, cuarto de control de las plantas.

- Delimitación de los puestos de trabajo en base a la distribución de las tareas y responsabilidades: consiste en delimitar los puestos de trabajo en base al cargo, responsabilidades, actividades o tareas que se ejecutan dentro de las distintas operaciones. Por ejemplo: operación de Mixer, operación de la bomba, liberación de los Mixer.

La razón por la cual se opte por seleccionar uno u otro criterio de delimitación de los puestos de trabajo radica principalmente en la variedad de las tareas y personal que ejecuta una operación. En el caso que una operación se realice en una sola área establecida y las actividades sean ejecutadas por el mismo personal se optara por aplicar el primer criterio. En tanto que si en una misma operación las actividades se ejecutan en diferentes áreas e integran a personal con diferentes cargos o responsabilidades se optara por aplicar el segundo criterio.

Una vez delimitados cada uno de los puestos de trabajo se procederá a la caracterización de los mismos, para ello se buscará recopilar la siguiente información de cada uno de los puestos de trabajo:

- Las actividades rutinarias y no rutinarias ejecutadas dentro del puesto de trabajo;
- Las actividades de todas las personas que tengan acceso al lugar de trabajo (incluyendo contratistas y visitantes);
- La distribución del trabajo;
- El personal involucrado dentro del puesto de trabajo;
- Características ambientales principales;
- La distribución de las jornadas de trabajo;

Para la documentación de los resultados obtenidos en la etapa de delimitación y caracterización de los puestos de trabajo se utilizará el registro anexo.

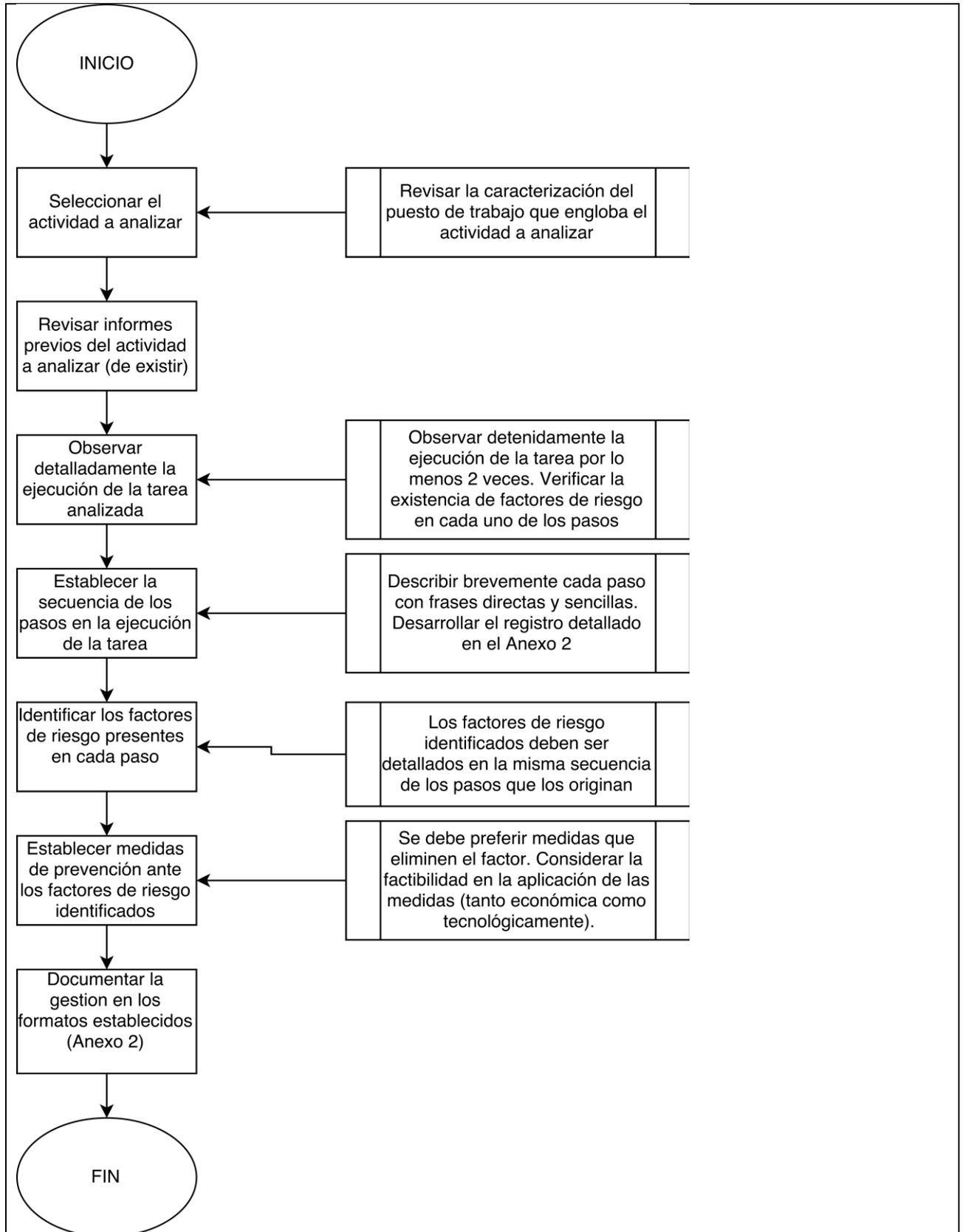
 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 5 de 32

2.2.2. Análisis Funcional De Riesgos por Oficio

El segundo paso a cumplir en el desarrollo de los procedimientos de trabajo seguro consiste en la ejecución de la herramienta de gestión correspondiente a el Análisis Funcional de Riesgos por Oficio (AFRO) para cada tarea o actividad a analizar. Dicha herramienta consiste en la identificación de los pasos a seguir en la ejecución de una tarea, la identificación de los factores de riesgo en cada paso y la estructuración de medidas de seguridad ante dichos factores. Para la ejecución de la herramienta en mención se debe observar detalladamente la ejecución de la tarea a analizar por parte del personal responsable. Posteriormente se detallan los pasos que conllevan a la ejecución de la tarea, verificando la existencia de factores de riesgos implícitos en cada paso. Finalmente, se establecen medidas de prevención ante los factores de riesgo determinados.

Para la ejecución de la metodología AFRO se deberán seguir los pasos estructurados dentro del diagrama descrito a continuación:

PASO	LINEAMIENTOS
-------------	---------------------



 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		
	Evaluación de los riesgos químicos		Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 7 de 32

Para ejecutar un adecuado Análisis AFRO se deben considerar todos los criterios implícitos dentro de la tarea a analizar, tales como:

- Las acciones físicas requeridas para cada paso específico.
- Aspectos organizacionales del trabajo.
- Los materiales utilizados.
- Las máquinas, equipos y herramientas utilizadas.
- Las condiciones ambientales, bajo los cuales el paso es realizado.
- Factores humanos (aptitudes).

La información recabada referente a los aspectos antes mencionados debe ser evidenciada dentro de los registros correspondientes a la ejecución del análisis AFRO.

2.3. Desarrollo del procedimiento de trabajo seguro

Al disponer de la información referente al puesto de trabajo, tareas y actividades pertenecientes a una operación de interés se procede a desarrollar el procedimiento de trabajo seguro.

Para el desarrollo del procedimiento de debe utilizar el diseño descrito dentro del Anexo 3. Dentro del cuerpo del procedimiento el tópico referente a “DESARROLLO” debe contener la descripción de la secuencia de los pasos a ejecutar en el desarrollo de una tarea o actividad, derivados de la herramienta AFRO. Se debe utilizar lenguaje natural con acciones claras. Se preferirá la descripción de dicha secuencia por medio de diagramas de flujo, detallando las medidas de seguridad a considerar dentro de cada uno de los pasos, las cuales se derivan de la aplicación de la metodología AFRO.

2.4. Registros

REGISTRO 1. MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DEL TRABAJO					FICHA: A1		
NOMBRE DE LA EMPRESA:			PROYECTO:				
.....						
.....						
PUESTO DE TRABAJO:			CÓDIGO:	TRABAJO POR:			HORAS LABORADAS POR JORNADA
.....			.....	TURNOS:	RENDIMIENTO:	TURNOS NOCTURNO	
.....			<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	.....
TAREAS REALIZADAS:					MATERIALES UTILIZADOS:		
Tareas rutinarias					.....	
.....						
Tareas no rutinarias					.....	
.....						
IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN EL PUESTO DE TRABAJO:					TRABAJADORES SENSIBLES:		
.....						
.....						
.....					SUB-CONTRATISTAS Y/O VISITANTES		
.....						
NUMERO TOTAL DE TRABAJADORES			FECHA DE REALIZACIÓN	PERSONA RESPONSABLE			
HOMBRES	MUJERES	.....	.....	Nombre:	Cargo:	Firma:	

ANEXO 2. MATRIZ DEL ANÁLISIS AFRO

ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGOS OCUPACIONALES

ASPECTOS ORGANIZACIONALES														
Nombre del Trabajador:			Puesto de trabajo:.....				Tarea:.....							
Antigüedad en el PT			Años	.....	Meses	.....	Días	.....	Ocupación		
Antigüedad en la ocupación			Años	.....	Meses	.....	Días	.....	.....			
Formación Técnica		SI	NO	Nombre de la Institución			.....			Título	.....		
Formación Tecnológica		SI	NO	Nombre de la Institución			.....			Título	.....		
Formación Profesional		SI	NO	Nombre de la Institución			.....			Título	.....		
Formación de Posgrado		SI	NO	Nombre de la Institución			.....			Título	.....		
Recibió Inducción en PT		SI	NO	Responsable			.....						
Entrenamiento Periódico		SI	NO	Período de entrenamiento			Instructor:.....							
Examen de ingreso		SI	NO	Examen periódicos			SI/ NO		Ficha medica		SI/ NO			
N° Horas Laborales			Hora de Inicio		Flora de Finalización			N° Horas de Descanso			
N° De Días Laborales			No. De Días de Descanso			Turnos	SI/NO	Horario	a	
N° De Turnos semanales			Tipo de turno			Diurno	Nocturno	Mixto	Rotativo
Se encuentran identificados los factores de riesgo			SI/NO	Existen Estándares de Seguridad			SI/NO		Seguimiento y Control de Estándares			SI/NO		
N° Incidentes reportados:.....			N° de AT reportados:.....			N° EP reportados:.....			Días de Incapacidad:.....					

Secuencia de Pasos o tareas para realizar la actividad	
1.	2.
3.	4.
5.	6.
7.	8.
9.	10.

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA EN EL PUESTO DE TRABAJO



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Evaluación de los riesgos químicos

Versión: 1.0

Área: SIGMA

Elaborado por: Luis Hidalgo

Página 10 de 32

Pasos o Tareas	Problemas evidenciados	Recomendaciones	Responsable
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

MEDIOS DE TRABAJO

Maquinaria	Adaptaciones por el Trabajador	Dotación Suministrada por la empresa	Adaptaciones por el Trabajador
.....
.....
.....
.....
Herramientas y Utensilios	Adaptaciones por el Trabajador	E.P.P Suministrados por la empresa	Adaptaciones por el Trabajador
.....
.....
.....
.....

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo
		Página 11 de 32

2.5. Diseño del documento de los Procedimientos de Trabajo Seguro

TITULO DEL PROCEDIMIENTO

(Debe iniciar con las palabras "Procedimiento de Trabajo Seguro")

Nombre: _____	Nombre: _____
FIRMA DE QUIEN AUTORIZA	FIRMA DE QUIEN REALIZA
CARGO: Supervisor de planta	CARGO: Técnico SSO

1.0.OBJETIVO

(Se debe detallar el porqué del procedimiento)

2.0.ALCANCE

(Se debe detallar las actividades y personal al cual va dirigido el procedimiento)

3.0.RESPONSABILIDADES

(Se debe describir cuales son las responsabilidades del personal de cada uno de los niveles organizacionales que se encuentran dentro del alcance para el cumplimiento del procedimiento)

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	
	Versión: 1.0	
Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	Página 12 de 32

4.0. DESARROLLO

(Se debe detallar los pasos a seguir para dar cumplimiento al procedimiento, además se deben establecer las medidas de seguridad a contemplar dentro de la ejecución de las actividades que engloba el procedimiento)

5.0. REFERENCIAS

(Se deben citar las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo del procedimiento o que deben ser consultadas para información adicional)

6.0. ANEXOS

(se deben integrar los registros, diagramas, cuadros, especificaciones, etc., que forman parte de los anexos del procedimiento)

7.0. TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS

(Se debe detallar los cambios que se han aplicado al contenido del procedimiento para lograr la mejora continua)

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	
	Versión: 1.0	Página 13 de 32
Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	

3.0. VALORACIÓN DEL CLORO RESIDUAL

3.1. OBJETIVO DEL MÉTODO

- Determinar la concentración de cloro residual en el agua.

3.2. ALCANCE DEL MÉTODO

El cloro libre residual se dispersa a gran velocidad, entonces se debe realizar una medición “in situ”, cuando se va a proceder a realizar la toma de la muestra. Esto se realiza mediante fotómetros portátiles o kits DPD manuales. Mediante este procedimiento es posible la medida de cloro libre residual en todo tipo de agua.

El alcance de este procedimiento, en el momento de realizar la toma de la muestra, utilizando el fotómetro portátil, está entre 0.05-2.50 mg/L de Cl₂ y utilizando el kit DPD entre 0.25-2.00 mg/L.

3.3. FUNDAMENTACIÓN DEL MÉTODO

El método más rápido y sencillo para evaluar el cloro residual es el indicador de DPD (dietyl-para-fenil-diamina) mediante un kit de comparación. En esta prueba, se añade una tableta de reactivo a una muestra de agua, que la tiñe de rojo. La intensidad del color se compara con una tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro en el agua. Entre más intenso el color, mayor es la concentración de cloro en el agua.

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

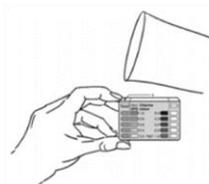


3.4. DESARROLLO

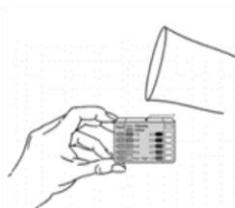


Colocar una tableta en la cámara de prueba (a), añadir unas gotas del suministro de agua que se va a analizar.

Triture la tableta, y luego, llene la cámara (a) con el suministro de agua clorada que se va a analizar.



Coloque una mayor cantidad del mismo suministro del agua analizada (sin tableta) en la segunda cámara (b) para la comparación de colores.



El nivel de cloro residual (R) en mg de cloro por litro de agua (mg/L) se determina mediante la comparación del color de la cámara (a) con la (cámara b).



Fecha de elaboración:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	
	Versión: 1.0	Página 15 de 32
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo

4.0. VALORACIÓN DEL SULFATO DE ALUMINIO

4.1. OBJETIVO

- Determinar la concentración de sulfato de aluminio en el agua.

4.2. ALCANCE

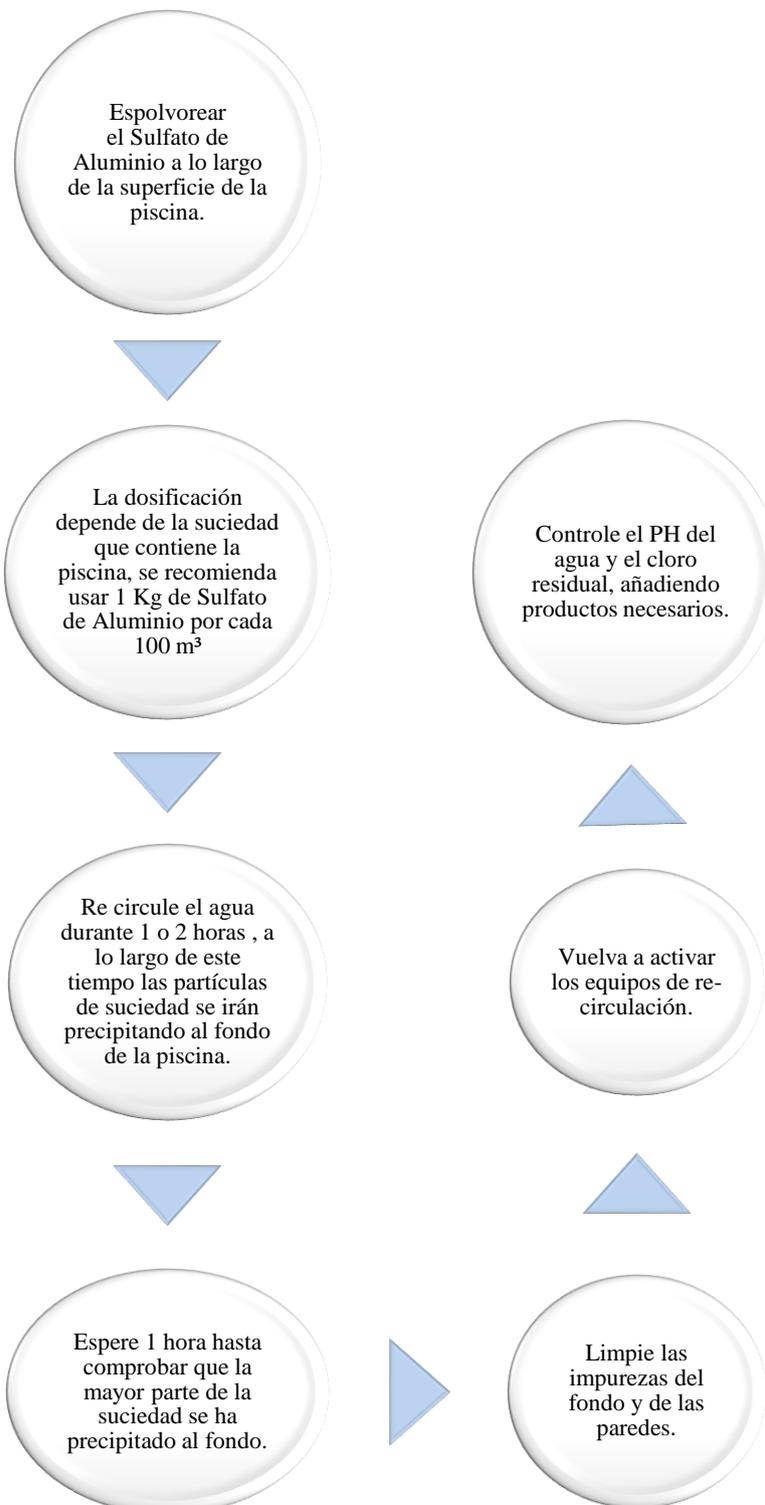
Se utiliza para el tratamiento de aguas residuales y en la purificación de agua como agente coagulante. Cuando el pH del agua supera el grado 7, el aluminio se precipita al fondo de la piscina arrastrando a su paso las partículas que estaban suspendidas y volviendo transparente el agua. Se recomienda usar 1 Kg de Sulfato de Aluminio por cada 100 m³

4.3. FUNDAMENTACIÓN DEL MÉTODO

- Si el agua tiene coloración verdosa o verde amarillenta (tiene algas o materia orgánica en suspensión), realizar lo siguiente:

4.4. DESARROLLO

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



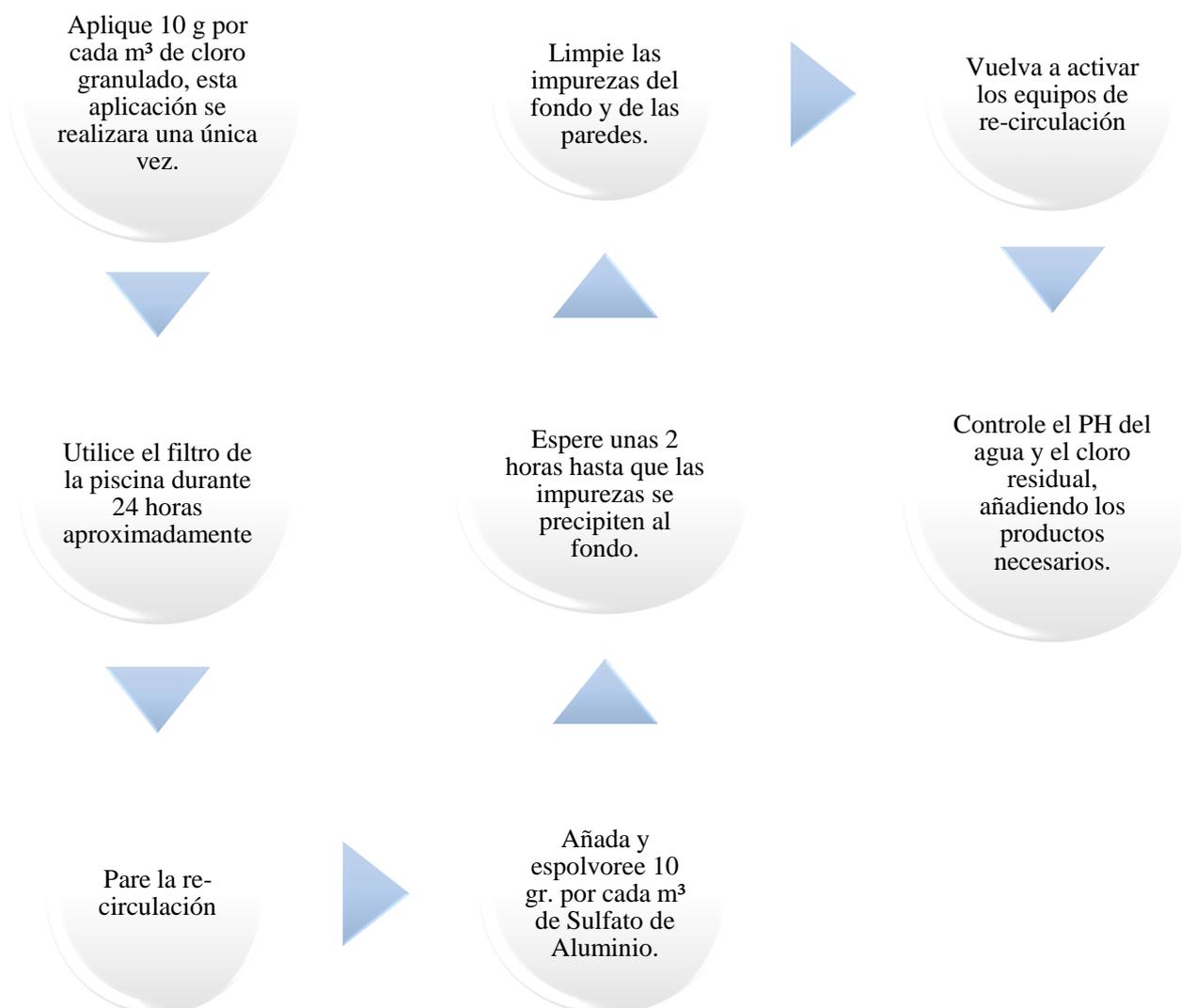
Fecha de elaboración:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

- Si el agua tiene coloración negruzca o café amarillenta (posiblemente tiene turbiedad o cantidades en exceso de hierro o manganeso orgánicos), realizar lo siguiente:



- Si el agua esta turbia, realizar lo siguiente:



Fecha de elaboración:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	
	Versión: 1.0	Página 19 de 32
Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo	

5.0. VALORACIÓN HIDRÓXIDO DE CALCIO

5.1. OBJETIVO

- Determinar la concentración de hidróxido de calcio en el agua.

5.2. ALCANCE

Es poco soluble en agua, su pH es alcalino, aproximadamente de 12.4, lo que le permite ser un magnífico bactericida, hasta las esporas mueren al ponerse en contacto con el elemento, se emplea como floculante en agua y tratamiento de aguas residuales.

5.3. FUNDAMENTACIÓN DEL MÉTODO

Una aplicación significativa de hidróxido de calcio, es como un floculante en agua y tratamiento de aguas residuales. Forma un sólido cargado mullido que ayuda en la eliminación de partículas más pequeñas del agua, dando como resultado un producto más claro.

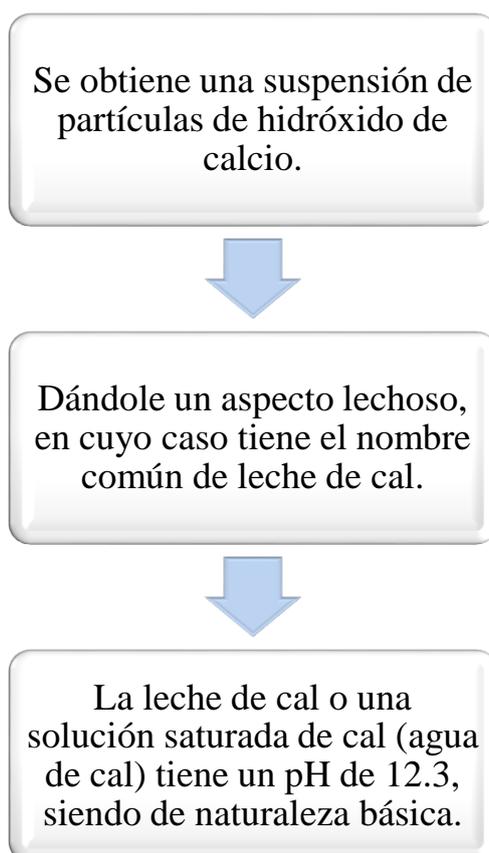
- La solución acuosa comúnmente es llamada agua de cal.

5.4. DESARROLLO

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



Cuando se añade hidróxido cálcico en exceso al agua de cal:



Hoja de datos de seguridad Cloro



**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
PARA MATERIALES PELIGROSOS**



ETIQUETAS DE RIESGOS PRIMARIOS DEL CLORO

FECHA DE ELAB: MAY 98

FECHA DE REV: ENERO 2010

ETIQUETAS DE RIESGOS SECUNDARIOS DEL CLORO

I. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA												
		NOMBRE DEL FABRICANTE O PROVEEDOR: Mexichem Derivados, S.A. de C.V. Planta El Salto										
		DOMICILIO COMPLETO: Km 22.5 Carretera Guadalajara El Salto, El Salto, Jalisco										
		EN EMERGENCIAS COMUNICARSE AL TELEFONO: 01 33 3284 8500, Fax: 01 33 3688 0952										
II. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA												
NOMBRE QUIMICO: CLORO		NOMBRE COMERCIAL: CLORO LIQUIDO				SINONIMOS: Ninguno						
FÓRMULA QUIMICA: Cl		FÓRMULA MOLECULAR: Cl ₂				FÓRMULA DESARROLLADA: Cl-Cl						
GRUPO QUÍMICO: VIIIA, GASES HALOGENOS		PESO MOLECULAR: 70.906 gr/mol				IDENTIFICACIÓN: UN 1017, CAS 7782-50-5, EINEC 231-959-5, RTECS FO210000						
III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES RIESGOSOS												
NOMBRE DEL COMPONENTE	% PESO	No. ONU	No. CAS	CPT	CCT	P	IPVS	GRADO DE RIESGO				E.P.P.
				mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	S	I	R	ESP	
Cloro	99.5	1017	7782-50-5	3	9	9	30	4	0	0	oxi	SCBA, Traje Encapsulado
IV. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS												
1. ESTADO FISICO	Gas / liquido				13. CAPACIDAD CALORIFICA				0.473 KJ / Kg °C			
2. COLOR	Amarillo verdoso / ámbar				14. DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)				2.482 (0° C, 1 atm)			
3. OLOR (olor umbral 0.31 ppm en aire)	Picante, irritante, sofocante				15. DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)				1.468 (0° C)			
4. TEMPERATURA DE EBULLICION	-34.05 ° C a 1 atm				16. DENSIDAD DEL GAS SECO				3.209 gr / cc (0° C, 1 atm)			
5. TEMPERATURA DE FUSION	-101.00° C a 1 atm				17. DENSIDAD DEL LIQUIDO				1.468 gr / cc (0° C, 1 atm)			
6. TEMPERATURA DE INFLAMACION	El cloro es un material no inflamable en el aire pero mantiene la combustión. Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables				18. RELACION GAS / LIQUIDO				463.8 litros (0° C, 1 atm)			
7. TEMPERATURA DE AUTOIGNICION					19. COEFICIENTE DE EXPANSION				21.9 %			
8. L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables				20. SOLUBILIDAD EN AGUA				7.1 gr / l (20° C, 1 atm)			
9. L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD					21. PRESION DE VAPOR				6.62 atm (25° C)			
10. CALOR DE COMBUSTION	68.8 cal/gr (-34.05° C, 1 atm)				22. % DE VOLATILIDAD (Por Volumen)				100 %			
11. CALOR DE VAPORIZACION					23. VEL. DE EVAPORACION (butilacetato=1)				No Determinado			
12. CALOR DE FUSION	22.8 cal/gr				24. TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION				No Aplica			

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN				
A. MEDIO DE EXTINCIÓN:	CO ₂ : X	NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA: X	PQS: X OTRO (especificar): Ninguno
B. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL: Los bomberos deben usar equipos de respiración autónomos (SCBA) y traje encapsulado de nylon recubierto con butilo, tyvek o materiales con resistencia química al cloro.				
C. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: Aísle de 100 a 200 metros para recipientes de 68 Kg de cloro y de 800 metros en todas direcciones si un carro tanque o plataforma con contenedores se ve involucrada en un incendio. Alejese si las válvulas de seguridad abren o si se presentan ruidos, deformaciones o decoloración en los recipientes. Evalúe los riesgos y haga su plan de ataque. Muchos metales arden en presencia del cloro (ejemplo el acero a 252° C (485° F). Retire los recipientes del fuego si es posible o enfriarlos con agua siempre y cuando no exista fuga de cloro. Use sólo niebla de agua para evitar la dispersión rápida del cloro en el aire.				
D. CONDICIONES QUE CONDUCEN A OTRO RIESGO ESPECIAL: Nunca usar agua cuando un recipiente ya sea cilindro, contenedor o carrotanque este fugando cloro. En este caso utilice el equipo de control de fugas específico para cada recipiente de acuerdo a su entrenamiento recibido. Puede usar agua solo para control del fuego alrededor de recipientes con cloro.				
E. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD: Ninguno, el cloro no se descompone; puede reaccionar con los gases de combustión de las sustancias químicas involucradas en un incendio, el cloro es un oxidante muy fuerte.				
VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD				
A. SUSTANCIA:	ESTABLE:	INESTABLE: X	EXTREMADAMENTE INESTABLE:	
B. CONDICIONES A EVITAR: No almacene ni transporte cloro con sustancias incompatibles. El cloro seco es muy reactivo con metales como titanio, estaño y otros sobre todo si están en polvo y calientes. Almacene los cilindros y contenedores en lugar fresco, ventilado y bajo techo, libre de humedad y alejados de fuentes de calor. Recuerde que el cloro es altamente reactivo y más en presencia de humedad (agua)				
C. INCOMPATIBILIDAD (sustancias a evitar): Reacciona violentamente generando calor, fuego o explosión con las siguientes sustancias químicas: Turpentina, éter, amoníaco gas, hidrocarburos, hidrógeno, metales en polvo y calientes, polidimetisiloxano, propileno, polipropileno, etileno, acetileno, óxido de etileno, etileno, grasas minerales, ácido sulfámico, As ₂ (CH ₃) ₄ , UC ₂ , acetaldehído, alcoholes, sales de alquil-isotiourea, alquil-fosfinos, Al, Sb, As, AsS ₂ , AsH ₃ , Ba ₃ P ₂ , C ₆ H ₆ , Bi, B, BPI ₂ , B ₂ S ₃ , latón, BrF ₃ , Ca, CaC ₂ +KOH, Ca(ClO ₂) ₂ , Ca ₃ N ₂ , Ca ₃ P ₂ , C, CS ₂ , Cs, CsHC ₂ , Co ₂ O, C ₆ S ₆ N, C+Cr(ClO) ₂ , Cu, CuH ₂ , CuC ₂ , dialquilfosfinos, diborano, dibutilfitalato, Zn(C ₂ H ₃) ₂ , C ₂ H ₆ , etilenimina, C ₂ H ₅ PH ₂ , F ₂ , Ge, glicerol, (NH ₂) ₂ , H ₂ O+KOH, I ₂ , hidroxilamina, Fe, FeC ₂ , Li, Li ₂ C ₂ , Li ₆ C ₂ , Mg, Mg ₂ P ₃ , Mn, Mn ₂ P ₂ , HgO, HgS, Hg, Hg ₃ P ₂ , CH ₄ , Nb, Ni ₃ , OF ₂ , H ₂ SiO, OF ₂ +Cu, PH ₃ , P, P(SNC)P, P ₂ O ₅ , PCB's, K, KHC ₂ , KH, Ru, RuHC ₂ , Si, SiH ₂ , Ag ₂ O, Na, NaHC ₂ , Na ₂ C ₂ , SnF ₂ , SbH ₃ , Sr ₃ P, Te, Th, Sn, WO ₂ , U, V, Zn, ZrC ₂ .				
D. PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION: El cloro es un elemento químico, no se descompone		POLIMERIZACION ESPONTANEA: PUEDE OCURRIR: NO CONDICIONES A EVITAR: No almacene cloro con sustancias incompatibles		

VII. RIESGOS A LA SALUD (TOXICIDAD)			
VII.1 Efectos a la Salud por Exposición Aguda			
Limite de Exposición	ppm	mg/m ³	Tipo de organismos que se sometieron a la exposición del agente químico
LMPE-PPT ó TLV	1	3	Exposición promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE-CT ó PICO	3	9	Exposición única a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, sin efectos adversos
LMPE-P ó PICO	3	9	Exposición única e instantánea que no se debe rebasar para humanos en sus 8 horas de trabajo
IPVS ó IDLH: CT _{8hr} ó TC _{LD}	10	30	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición, valor no bien establecido, algunas bibliografías reportan 20 y hasta 25 ppm.
IPVS ó IDLH: DT _{8hr} ó TD _{LD}			
LC _{LD INHL}	430	1,247	Concentración letal baja por inhalación reportada para humanos en 30 minutos de exposición
LD _{LD}			
LC _{50 INHL}	293	849	Concentración letal por inhalación reportada para el 50% de las ratas en una hora de exposición
LD ₅₀			
Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo			
A. INHALACIÓN: Es la vía principal de exposición. El cloro es un irritante de las vías respiratorias muy agresivo ya que forma ácido clorhídrico y ácido hipocloroso en presencia de humedad de las mucosas. Concentraciones en el aire de 0.014 a 0.097 ppm causa cosquilleo en la nariz y garganta, de 0.1 a 0.3 ppm causa comezón y sequedad de nariz y garganta, de 0.35 a 0.72 ppm causa quemadura de la conjuntiva y dolor después de 15 min., arriba de 1.0 ppm causa irritación ocular y respiratoria corta y dolor de cabeza, de 1 a 3 ppm causa irritación de las membranas mucosas medias. Con 10 ppm se puede causar severa irritación del tracto respiratorio alto y los ojos. Con 15 ppm se puede causar tos muy intensa. Con 30 ppm causa dolor de pecho intenso, disnea, tos muy intensa y vómito, con 46 a 60 ppm causa neumonía química y edema pulmonar, con 430 ppm es fatal después de 30 min., con 1,000 ppm es letal (paro respiratorio y la muerte) en pocos segundos. Si alguien sobrevive a una exposición aguda a cloro, usualmente se recupera sin secuelas.			
B. INGESTIÓN: A la temperatura y presión ambiente el cloro es un gas. La ingestión de cloro líquido es poco probable, pero si llegara a ocurrir puede causar quemaduras severas en la boca, esófago y estómago, pudiendo ocurrir náuseas, dolor y vómito.			
C. OJOS (contacto): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, enrojecimiento, fuerte lagrimeo o quemaduras.			
D. PIEL (contacto y absorción): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas y ampollas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, depilación o quemaduras.			
VII.2 Efectos a la Salud por Exposición Crónica			
SUSTANCIA CONSIDERADA COMO: CANCERIGENA: NO TERATOGENICA: NO MUTAGENICA: NO OTRO: Tóxica, Irritante Corrosiva POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO: STPS (NOM-010-STPS-1999): X OSHA: X NIOSH: X ACGIH: X OTRO: EPA			
VII.3 Información Complementaria			
La exposición prolongada a concentraciones bajas de cloro puede agravar problemas de asma, enfisema, bronquitis crónica, tuberculosis, baja en la capacidad pulmonar, daño crónico a la garganta, corrosión de dientes y senos nasales así como dermatitis crónica. No clasificado como cancerígeno humano (A4) ya que los datos son insuficientes para clasificar al cloro en términos de su carcinogenicidad en humanos y animales. El límite de exposición al cloro establecido por OSHA (PEL), ACGIH (TLV), NIOSH (REL) y DFG (MAK) es de 0.5 ppm ó 1.5 mg/m ³ . La LC _{50 INHL} en ratas es de 293 ppm y 137 ppm en ratones en 1 hora. La LC ₅₀ para puercos de guinea es de 330 ppm en 7 horas, 660 ppm para conejos y gatos en 4 horas. Los órganos blanco para toxicidad aguda y crónica en humanos es tracto respiratorio y sangre y en animales es sistema inmunológico, sangre, sistema cardiovascular y tracto respiratorio. No se han observado efectos adversos en humanos ingiriendo agua con cloro a concentraciones de 50 a 90 ppm (1.4 a 2.6 mg/kg/día). La EPA establece para una dosis experimental en humanos de 14.4 mg/kg/día una RfD de 0.1 mg/kg/día.			

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



VII.4 Emergencias y Primeros Auxilios

- A. INHALACIÓN: Retire a la víctima del área contaminada. Si ha cesado la respiración suministrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministre oxígeno húmedo. Mantenga a la víctima abrigada y en reposo. Consulte a un médico de inmediato.
B. INGESTIÓN: Si la persona esta consciente dé a beber agua fría de 228.6 ml (8 onzas) para adultos y 114.3 (4 onzas) para niños. No induzca el vómito, pero si éste ocurre lave y dé a beber más agua. Mantenga a la víctima en reposo y caliente. Consulte a un médico de inmediato.
C. OJOS (contacto): Lávese con abundante agua corriente al menos durante 30 minutos ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Consulte a un médico de inmediato.
D. PIEL (contacto y absorción): Retire la ropa contaminada bajo la regadera, lávese con abundante agua al menos durante 30 minutos. No use aceites, cremas o líquidos neutralizantes. Consulte un médico de inmediato.
E. OTROS RIESGOS A LA SALUD: La toxicidad del cloro es aguda no crónica. Sustancia altamente corrosiva para las mucosas.
F. ANTÍDOTO (dosis en caso de existir): NO se conoce antídoto.
G. INFORMACIÓN PARA ATENCIÓN MEDICA PRIMARIA: Evaluaciones médicas deben ser hechas al personal a partir de cuando presentan signos o síntomas de irritación de piel, ojos o tracto respiratorio alto. Cada emergencia médica es única dependiendo del grado de exposición al cloro, pero algunos tratamientos médicos exitosos fueron los siguientes: Mantenga a la víctima en reposo y abrigada. Suministre oxígeno húmedo a una presión inferior a 4 cm de columna de agua o 10 a 15 litros por minuto. Considere el suministro de sedantes en caso de ansiedad y falta de reposo así como el uso de corticoesteroides en aerosol, beta adrenérgicos y broncodilatadores para broncoespasmos, expectorantes y antibióticos para el edema y bronconeumonía. Vigile de cerca el desarrollo de edema y bronconeumonía después de una exposición severa al cloro.

VIII.- PROTECCIÓN PERSONAL EN CASO DE EMERGENCIAS

- A. PROTECCION RESPIRATORIA: De 1 a 10 ppm usar respirador con cartuchos para gases y vapores ácidos (cubre nariz y boca), de 11 a 25 ppm usar respirador con careta facial con cartucho tipo canister (cubre cara, nariz, boca y ojos), de 26 ppm o más usar un equipo de respiración autónomo de aire comprimido con regulador de presión a demanda (SCBA). Para derrames de cloro líquido use además de lo anterior, equipo encapsulado Nivel A tipo "Responder". De preferencia use equipo autorizado por normas oficiales mexicanas o la NIOSH / OSHA.
B. PROTECCION PARA LA PIEL: Utilice guantes recubiertos de clorobutilo o neopreno durante las operaciones diarias. Traje encapsulado Nivel A, tipo "Responder" para derrames de cloro líquido.
C. PROTECCION PARA LOS OJOS: Utilice goggles o careta durante las operaciones de conexión y desconexión de tuberías o al operar válvulas.
D. HIGIENE: Evite el contacto con la piel o los ojos así como respirar los vapores. No comer, beber o fumar en las áreas de trabajo. Lavarse las manos antes de comer, beber o ir al baño.
E. VENTILACION: La necesaria para mantener la concentración de cloro en el ambiente menor a 1.0 ppm. Sistema de ventilación directo al exterior e independiente colocado en las partes bajas de los edificios (recuerde que el cloro es 2.5 veces más pesado que el aire).
F. OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION: Para determinar el nivel de exposición de los trabajadores debe efectuarse un monitoreo regular y periódico de acuerdo a la norma NOM-010-STPS-1999 y método de análisis 24 de la misma norma o método NIOSH 6011. Se recomienda realizar las siguientes pruebas médicas a los trabajadores expuestos: rayos X de pecho, aire expirado, y pruebas de funcionalidad pulmonar.

IX.- INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

- A. Mantenga y conserve siempre la calma. Identifique de inmediato que recipiente esta fugando cloro y por dónde. Evalúe la magnitud del problema.
B. Para derrames de cloro líquido o gas utilice un traje protector de una sola pieza Nivel A (encapsulado) fabricado en nylon recubierto con butilo o Tychem 10000 así como un equipo de respiración autónomo de aire con presión a demanda (SCBA).
C. Evacue las personas cercanas y ponga su señalización de emergencia. Si hay la intervención de bomberos, protección civil, policía de tránsito o caminos u otro organismo gubernamental, explíqueles los riesgos del cloro para que tomen las medidas de protección pertinentes.
D. Reporte el accidente a su patrón, distribuidor, línea de transporte, destinatario o fabricante. Use cualquier medio de comunicación.
E. Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc. Procure que la fuga de cloro sea en forma de gas, para lo cual gire el cilindro o contenedor. Coloque el equipo de emergencias para control de fugas de acuerdo al tipo de recipiente de que se trate: cilindros, contenedores o carro tanque. Estos equipos son los conocidos como KIT A, B o C respectivamente.
F. Si la fuga se presenta en unidades de transporte permanezca en movimiento de ser posible hasta llegar a un lugar seguro, alejado de zonas habitacionales, escuelas, hospitales, comercios, etc. Trate de corregir la fuga pero si ésta persiste, el cloro se dispersará en la atmósfera sin causar daños mayores.
G. Use niebla de agua sobre los vapores de cloro para minimizar su rápida dispersión en la atmósfera, no la aplique directamente sobre el cloro líquido o el punto de fuga en el recipiente debido a que la emisión se hará más grande.

X.- INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

- A. PRECAUCIONES PARA TRANSPORTE: Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la regulación de la SCT y demás autoridades federales así como con las sugerencias hechas por el fabricante. En el caso de emergencia en transportación consulte la Hoja de Emergencia en Transportación (HET) y la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia No. 124, llame al SETIQ día y noche al Tel. (01) 800 00-214-00, en el D.F. al 01 (55) 5559-1588, CENACOM (01) 800 00-413-00 y en el D.F. al 01 (55) 5550 1552, 5550 1496.

B. CLASIFICACIÓN SCT ó DOT:

C. ETIQUETA DEL ENVASE ó EMBALAJE

D. ROMBO DE IDENTIFICACIÓN EN TRANSPORTE: UN 1017

E. ROMBO PARA EL ALMACENAMIENTO

Descripción: Cloro, Gas Licuado a Presión y Temperatura.

Clasificación: Gas Tóxico, Venenoso ó Cloro (Opcional), Clase 2, División 3



Fecha de elaboración:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo
		Página 24 de 32

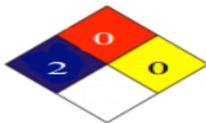
XI.- INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGIA
<p>A. AIRE: No hay suficiente evidencia del impacto ambiental del cloro como tal en el aire (atmósfera), no así de los derivados clorados como los freones que destruyen la capa de ozono, etc.</p> <p>B. AGUA: El cloro se hidroliza rápidamente en el agua formando ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. El cloro libre (Cl₂, HClO y ClO⁻) reacciona rápidamente con compuestos orgánicos presentes sobre todo en aguas residuales. Esta reacción produce cloruros, compuestos orgánicos oxidados tales como cloraminas, trihalometanos, oxígeno, nitrógeno, cloratos, bromatos y bromo-orgánicos. Concentraciones de hasta 0.05 – 0.15 mg/litro provocan cambios significantes en la composición de especies del fitoplacton marino.</p> <p>C. AGUA PARA BEBER: El cloro gas o sales de Hipoclorito añadido al agua potable destruye todo microorganismo en 20 minutos a concentraciones de 0.03 a 0.06 mg/litro a rangos de pH de 7.0 a 8.5 y temperaturas de 4 a 20° C. Las redes de suministro de agua potable aplican cloro a concentraciones de 1 a 29.7 mg/litro para mantener niveles de cloro residual de 0.2 a 6 mg/litro, sin que se haya observado efectos adversos en la salud humana. El agua para beber se vuelve de mal sabor a concentraciones de cloro arriba de 25 ppm.</p> <p>D. SUELO: El cloro reacciona con todos los componentes químicos del suelo formando cloruros que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua. Un derrame de cloro líquido pudiera congelar temporalmente la zona de suelo afectado.</p> <p>E. FLORA Y FAUNA: El cloro es altamente tóxico para los seres vivos (plantas y animales), sobre todo para los de medio acuático, (peces y microorganismos). La TLm en pasto es de 0.22 mg/litro en 96 horas y en fitoplacton de 0.14 mg/litro en 24 horas. La toxicidad aguda en plantas se manifiesta por amarillamiento y defoliación. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.</p> <p>F. Al controlar una emisión de cloro posiblemente sea necesario desgasar o despresurizar los recipientes, por lo que el cloro deberá ser burbujeado a una solución de hidróxido de sodio, carbonato de sodio o hidróxido de calcio (cal). No aplique estos materiales en forma directa sobre un derrame de cloro líquido ya que la reacción se vuelve muy violenta y exotérmica.</p> <p>G. Los residuos de la absorción del cloro no neutralizados clasifíquelos de acuerdo al análisis CRETIB.</p> <p>H. Su manejo y disposición final debe ser acorde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamento de la L.G.E.E.P.A en Materia de Residuos Peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en este rubro, y demás ordenamientos técnicos legales federales, estatales o municipales aplicables.</p>
XII.- PRECAUCIONES ESPECIALES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO
<p>A. Evite las emisiones de cloro en todo momento. En caso que se requiera evacuar un recipiente, se recomienda instalar un sistema de absorción.</p> <p>B. Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavajos de emergencia en el área de almacenamiento.</p> <p>C. El área de almacenamiento debe estar bajo techo, bien ventilada (ventilas al nivel de piso), libre de humedad y alejada de fuentes de calor.</p> <p>D. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.</p> <p>E. No estibar los contenedores (encimarlos), asegurar los cilindros en canastillas o jaulas, colocar los capuchones protectores de las válvulas, etc.</p> <p>F. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas. Detecte fugas usando una solución de amoníaco, si existe fuga de cloro, se formará en el ambiente una niebla blanca de cloruro de amonio.</p> <p>G. Las tuberías y equipos para el manejo de cloro deben limpiarse de materia orgánica, polvo, humedad, grasas minerales, etc. antes de usarse.</p> <p>H. Las tuberías de cloro líquido deben de disponer de cámaras de expansión debido a su alto coeficiente de expansión.</p> <p>I. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto al cloro ya que pudieran reaccionar violentamente.</p>
XIII.- INFORMACIÓN ADICIONAL
<p>Marco Regulatorio: El cloro esta regulado por las siguientes dependencias: SCT, SEMARNAT (PPA), STPS, SSA, DOT, EPA (SARA III / EPCRA 302, 313, CAA 112 HAP, CERCLA 42 RQ , TRI, FIFRA, TSCA, SDWA / NPDWR, CWA), OSHA, NIOSH.</p>

Fuente: Mexichem

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo Página 25 de 32

Hoja de datos de seguridad Sulfato de Aluminio



Pictograma NFPA

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL Y DE LA COMPAÑIA

Nombre Químico:	Sulfato De Aluminio
Sinónimos:	Alumbre, Torta de Alumbre, Salmuera de Alumbre, Alumbre de perla
Formula:	Al ₂ (SO ₄) ₃ .14H ₂ O
Familia Química:	Sales Inorgánicas
Registro CAS:	10043-01-1
Numero UN:	N.R
Información de la Compañía:	Nombre: Fujian Shan S.A. Dirección: Carretera central de Occidente Km 1.5 Vía Funza, Parque Industrial San Carlos, Etapa I Local 4
Teléfono de Emergencia:	5467000 – Funza

2. COMPOSICION E INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES	
Ingrediente	Sulfato Aluminio
CAS	10043-01-1
%	98 – 100
Peligroso	Si

3. IDENTIFICACION DE PELIGROS

Inhalación:	El Polvo puede causar carraspera, tos, irritación de la nariz y la garganta.
Ingestión:	Nauseas, Vomito.
Contacto con la Piel:	Irritación.
Contacto Ocular:	Irritación con posibles heridas permanentes.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la persona abrigada en reposo. Buscar atención médica.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si esta consciente, suministrar abundante agua. No inducir al vomito, si este se presenta inclinar la víctima hacia adelante.
Contacto con la Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar Atención médica.
Contacto Ocular:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

<p>Peligros de incendio y/o explosión: No inflamable ni combustible.</p> <p>Productos de la combustión: Puede desprender gases tóxicos de óxidos de azufre a temperaturas superiores a 760 °C.</p> <p>Precauciones: Eliminar toda fuente de calor que lo lleve a la combustión. No inhalar los gases producidos.</p> <p>Procedimientos en caso de incendio y/o Explosión: Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal.</p> <p>Agentes Extintores del Fuego: Usar el agente de extinción adecuado según el tipo de incendio del alrededor.</p>

6. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE DERRAMES Y FUGAS

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición.

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



7.MANUPULACION Y ALMACENAMIENTO

Almacenamiento: Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados.

Manipulación: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer donde esta el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto.

8.CONTROL A LA EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional o se mantenga lo mas baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido.
Equipos de Protección Personal	
Respiratoria:	Respirador con Filtro para polvo.
Cutánea:	Overol, guantes, botas.
Ojos y Cara:	Gafas de seguridad.
Otro Tipo de Protección requerida:	Equipo de respiración autónomo.

9.PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado Físico	Sólido Granulado
Apariencia y Olor	Blanco Sin Olor Característico
Concentraci3n como Al2 (SO4)3 * 14 H2O	100%
pH	3-4 en soluci3n al 1% en agua
Temperatura de Descomposici3n	760 °C
Temperatura de auto ignici3n	No Aplicable
Punto de Inflamaci3n	No Aplicable
Propiedades Explosivas	No Aplicable
Peligros de Fuego y Explosi3n	No Aplicable
Densidad de Vapor	No Detectable

10.REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad:	Estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento.
Incompatibilidades:	Corrosivo en metales con presencia de agua
Condiciones a evitar:	Humedad e incompatibles.
Productos por descomposici3n peligrosa:	Se hidroliza para formar ácido sulfúrico diluido. Se pueden formar óxidos de azufre t3xico y corrosivo cuando se

Fecha de elaboraci3n:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo
		Versión: 1.0
		Página 27 de 32

11. INFORMACION TOXICOLÓGICA

Anhydrous Material: LD50 oral en ratones: 6027 mg/kg; irritación ojos de conejos 10 mg/24H severa; Ha sido investigado como mutagénico, causante de efectos reproductivos.

18-Hydrate: LD50 oral en ratones: > 9 gm/kg; Ha sido investigado como mutagénico.

Lista de Cánceres

--Carcinógeno NTP--

Ingrediente	Conocido	Anticipado	Categoría IARC	
Sulfato de Aluminio (10043-01-3)	No	No	No	Ninguno

12. INFORMACION ECOLÓGICA

Nocivo para la vida acuática desde concentraciones bajas.
Tox. Peces = 240 ppm / 48h/pez

13. CONSIDERACIONES PARA DISPOSICION

Material peligroso de desecho. El sólido puede ser enterrado en un relleno especial para sustancias químicas.

14. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Clase Riesgo:	
Numero UN:	N.R.

15. INFORMACION REGULATORIA

Esta hoja ha estado preparada según los criterios del peligro de las regulaciones controladas de los productos (CPR) y la hoja contiene toda la información requerida por el CPR.

Fuente: FUJIAN SHAN S.A.

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo
		Página 28 de 32

Hoja de datos de seguridad Hidróxido de Calcio

1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA EMPRESA

Nombre Comercial	:Hidróxido de Calcio
Sinónimos	: Cal muerta, Cal apagada
Formula Química	: Ca(OH)2
Peso Molecular	: 74,093 g/mol
Uso	: Floculante, para el tratamiento de aguas residuales y mejoramiento de tierras ácidas Ingrediente para hacer mortero y yeso Reactivo químico
Identificación de la Empresa	: Pontificia Universidad Javeriana www.javerianacali.edu.co
Número Telefónico	: PBX. (572) 321 8200 – 711: Emergencias Médicas 555: Servicios Generales

2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

Identificación de Riesgos	La sustancia es muy corrosiva a los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.
Síntomas relacionados con la exposición	
- Inhalación	: Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.
- Contacto con los ojos	: Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas, graves.
- Contacto con la piel	: Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor.
- Ingestión	: Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.

3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Nombre del Componente	Porcentaje	C.A.S
Hidróxido de Calcio Ca(OH)2 (cal en pasta)		1305-62-0

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



4. PRIMEROS AUXILIOS

Primeros Auxilios	
- Inhalación	: Retírelo de la exposición, muévelo inmediatamente al aire fresco. Mantenga a la persona afectada cubierta, caliente y descansando. Obtenga atención médica.
- Contacto con los ojos	: Lave los ojos inmediatamente con grandes cantidades de agua, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior, hasta que no quede rastro alguno del químico (Aproximadamente de 15-20 minutos). Obtenga atención médica inmediatamente.
-Contacto con la piel	: Quite inmediatamente la ropa y el calzado contaminados. Lave el área afectada con jabón y agua, o con un detergente suave y grandes cantidades de agua hasta que no quede rastro alguno del químico (aproximadamente de 15 a 20 minutos) En el caso de quemaduras químicas, cubra el área afectada con gasa seca estéril. Aplique vendaje firme no muy apretado. Obtenga atención Médica.
-Ingestión	: Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Tipo de inflamabilidad	: No inflamable
Productos peligrosos de la combustión	: N.A.
Prevención	: El hidróxido de calcio no es combustible. Evitar el contacto con metales, combustibles y humedad. Mantener los contenedores cerrados. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosión y resistentes a la corrosión.
Medios de extinción de incendios	: En caso de incendio en el entorno, están permitidos todos los agentes extintores.
Fuegos vecinos	:
Instrucciones en caso de incendio	: No permitir el paso del agua de extinción a acuíferos superficiales o subterráneos.

Fecha de elaboración:

06/08/2017

Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

 ALCALDÍA MORONA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	Evaluación de los riesgos químicos	Versión: 1.0
	Área: SIGMA	Elaborado por: Luis Hidalgo
		Página 30 de 32

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
Precauciones generales	: Eliminar los posibles puntos de ignición y ventilar la zona. No fumar. Evitar respirar los vapores. Equipar el personal de limpieza con los implementos de seguridad y materiales adecuados. Respirador para partículas nocivas.
Métodos de Limpieza	Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles (tierra, arena, vermiculita, tierra de diatomeas...). Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar en un lugar seguro.
Precauciones para el medio ambiente	Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. En caso de producirse grandes vertidos o si el producto contamina lagos, ríos o alcantarillas, informar a las autoridades competentes, según la legislación local.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO	
General	: Mantener lejos de fuentes de calor.
Medidas de protección técnicas	: Usar siempre protección personal, mantener la higiene.
Almacenamiento	: Rotular los recipientes adecuadamente, no almacenar en recipientes de metales ligeros. Almacenar en lugares ventilados, frescos y secos.
Manipulación	: No coma, no beba, no fume mientras manipule este producto.

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección personal	  
- Protección de las vías respiratorias	: En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro P.
- Protección de las manos y cuerpo	: Guantes de látex desechables, bata de laboratorio

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------



- Protección para la piel	: Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite el contacto del producto
- Protección para los ojos	: Gafas químicas o gafas de seguridad. Mantener una ducha de emergencia visible y de fácil acceso al área de trabajo.
- Ingestión	: No comer, no beber y no fumar durante el trabajo.
-Medidas de higiene particulares	: sustituir la ropa contaminada y sumergir en agua. Lavar las manos al termino del trabajo
- Control de exposición	:
-Parámetros de Exposición	:
-TLV-TWA (ppm) (mgr/m3):	: N.D
-TLV-STEL (ppm) (mgr/m3):	: N.D.
-TLV-C (ppm):	: N.D.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico a 20°C	:Sólido
Color	: Blanco en forma de polvo o cristalino.
Olor	:Inodoro
Punto de fusión [°C]	: -273,15 °C
Punto de ebullición [°C]	: -273,15 °C
Densidad	:2,211 g/cm ³
Densidad relativa en agua	:0.185g/100 cm ³
Límites de explosión - Inferior [%]	: N.A.
Límites de explosión - Superior [%]	: N.A.
Peso Molecular	: 74,093 g/mol

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad y reactividad	: Estable bajo temperaturas y presiones normales. El hidróxido de calcio va a absorber gradualmente el dióxido de carbono cuando es expuesto al aire, formando carbonato de calcio.
Productos de descomposición	: Cuando se calienta por arriba de 580°C, el hidróxido de calcio pierde el agua y forma el óxido de calcio, o cal viva.
Incompatibilidades :	: Anhídrido maléico, Nitroparafinas, nitrometano, nitroetano, y nitropropano; todos pueden formar sales explosivas con el hidróxido de calcio.
Condiciones a evitar	: Ácidos. H2S Metales ligeros Altas temperaturas

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad	Irritaciones en mucosas, trastornos gastrointestinales, irritaciones en a piel, trastornos de visión, riesgo de ceguera (lesión irreversible del nervio óptico).
Sensibilidad al producto	La gravedad de las lesiones, el pronóstico de la intoxicación dependen directamente de la concentración y del tiempo de exposición al compuesto.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Información sobre efectos ecológicos	El producto es ecológicamente inocuo, por su alto pH, sin embargo se tiene que impedir la entrada de grandes cantidades no controladas a aguas subterráneas y superficiales.
--------------------------------------	--

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

General	No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.
---------	--

Fecha de elaboración:

06/08/2017

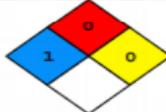
Estado: Aprobado

Vigencia: Actualizado

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Transporte terrestre (ADR/TPC - RID/TPF)	No está clasificado como mercancía peligrosa
- Denominación para el transporte	Hidróxido de Calcio
- N° ONU	
- N° Riesgo	
- ADR - Clase	
- Etiquetado según ADR	
- ADR - División	
- ADR - Grupo	
- Cantidad limitada ADR	
Transporte marítimo (IMDG)	
- Denominación para el transporte	
- N° ONU	
- IMO-IMDG - Clase	
- IMO-IMDG - Etiqueta	
- IMO-IMDG - Grupo	
- EmS N°	

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

<ul style="list-style-type: none"> -Símbolos -Indicadores de Peligro -Clasificación según la norma NFPA 704 	 <p>Irritante</p>  <p>Peligro a la salud = 1; Peligro de Inflamabilidad = 0; Peligro de Reactividad = 0.</p> <p>Frases R: R34: Provoca quemaduras R36: Irrita los ojos R37: Irrita el sistema respiratorio R38: Irrita la piel R41: Peligro de daño ocular</p> <p>Frases S: S22: No respirar polvo S26: En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua. Acudir al médico. S39: Usar protección facial/ocular. S45: En caso de accidente o malestar acuda al médico.</p>
--	---

16. OTRA INFORMACIÓN

Información adicional	: Ninguno/a.
-----------------------	--------------

Fuente: Pontificia Universidad JAVERIANA

Fecha de elaboración: 06/08/2017	Estado: Aprobado	Vigencia: Actualizado
--	-------------------------	------------------------------

Anexo 3. Reporte fotográfico

EVIDENCIA	DESCRIPCIÓN
	Calibración del indicador de alcalinidad
	Determinación directa del cloro residual por espectrofotometría



Solución patrón
para la calibración
del
espectrofotómetro



Tubos para la
determinación de
coliformes fecales
por el método del
número más
probable



Determinación del calcio en el agua en proceso



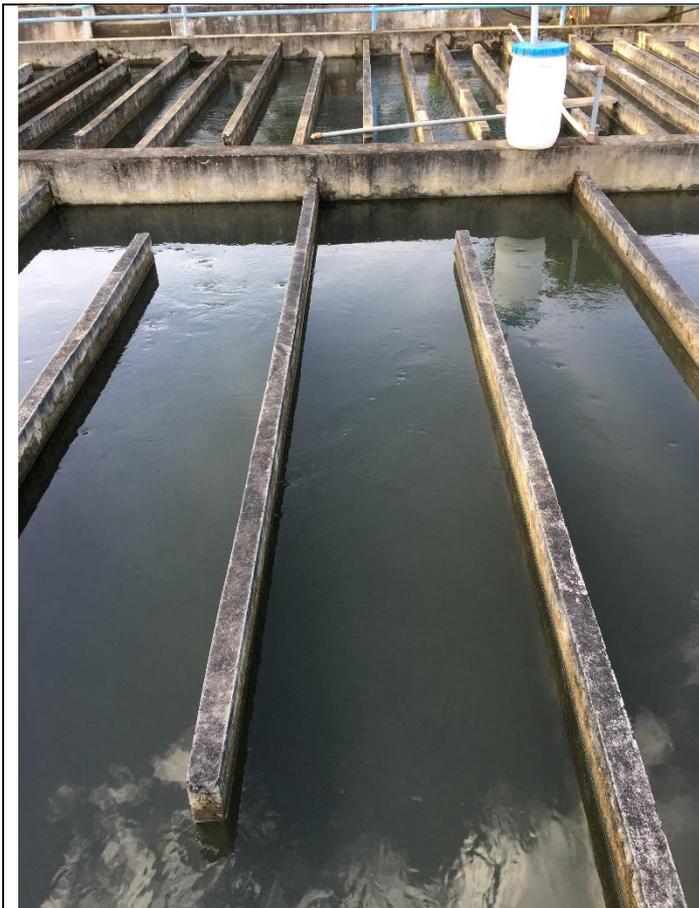
Solución para la determinación del sulfato



Tanques de
cloración



Punto de
exposición de los
trabajadores al agua
en proceso por la
limpieza de los
sedimentadores



Punto de exposición de los trabajadores al agua en proceso por la limpieza de los deflectores en la mezcla rápida y lenta



Punto de exposición de los trabajadores al agua en proceso por la limpieza de los paneles de recolección de flóculos



Punto de exposición de los trabajadores al agua en proceso por la operación de las compuertas