

**Diseño Del Programa De Gestión De Seguridad De Procesos Bajo La Norma OSHA 29
CFR 1910.119 Para Químicos Altamente Peligrosos En La Industria De Alimento**

Bryan A Buitrago Cárdenas

Luis Gabriel Rodríguez Villamizar

Edwin José Herrera Ligardo

Universidad Ecci

Dirección De Posgrados

Especialización En Gerencia De La Seguridad Y Salud En El Trabajo

2021

**Diseño Del Programa De Gestión De Seguridad De Procesos Bajo La Norma OSHA 29
CFR 1910.119 Para Químicos Altamente Peligrosos En La Industria De Alimento**

Bryan A Buitrago Cárdenas: Cod:97723

Luis Gabriel Rodriguez Villamizar Cód.: 97464

Edwin José Herrera Ligardo Cód.: 97811

*Trabajo De Grado Presentado Como Requisito Para Optar Al Título De Especialista En
Gerencia De La Seguridad Y Salud En El Trabajo*

Asesora

Ángela Fonseca Montoya

Universidad Ecci

Dirección De Posgrados

Especialización En Gerencia De La Seguridad Y Salud En El Trabajo

2021

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....		11
1. Título		12
2. Planteamiento del Problema.....		13
2.1. Descripción del Problema		13
2.2. Formulación del Problema		14
2.3. Sistematización.....		14
3. Objetivos De La Investigación		15
3.1. Objetivo General		15
3.2. Objetivos Específicos		15
4. Justificación Y Delimitación		16
4.1. Justificación.....		16
4.2. Delimitación De La Investigación		17
4.3. Limitaciones		17
5. Marco De Referencia De La Investigación		19
5.1. Estado De Arte		19
5.2. Marco Teórico		34
5.2.1. Gestión de seguridad de procesos.....		34
5.2.2. Diferencia entre seguridad de procesos y seguridad industrial.		35

5.2.3. Antecedentes de eventos catastróficos en el marco de la seguridad de procesos. .36	36
5.2.4. OSHA, estándar 29 CFR 1910.119: Estándar de gestión de seguridad de procesos (PSM).	38
5.2.5. Elementos de la gestión de seguridad de procesos, (PSM) 29 CFR 1910.119.	39
5.2.6. International institute of ammonia refrigeration (IIAR).	40
5.2.7. Análisis de seguridad de procesos (HAZOP)	41
5.2.8. Gestión del cambio (MOC).....	43
5.2.9. Revisión de seguridad previa al inicio (PSSR).....	46
5.2.10. Planificación y respuesta ante emergencias (HAZMAT)	46
5.3. Marco Legal	48
6. Marco Metodológico De La Investigación	50
6.1. Tipo de Investigación.....	50
6.2. Tipo de Paradigma.....	50
6.3. Método de Investigación.....	50
6.4. Fuentes de Información.....	50
6.4.1. Fuentes primaria.....	50
6.4.2. Fuente secundaria.....	51
6.5. Población.....	51
6.6. Muestra	51

6.7.	Criterios de Inclusión.....	51
6.8.	Criterios de Exclusión.....	51
6.9.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	52
6.10.	Fases.....	52
6.10.1.	Fase 1 Hacer un diagnóstico inicial de los químicos altamente peligrosos presentes en industria de alimento.....	52
6.10.2.	Fase 2 Realizar una evaluación de los químicos altamente peligrosos con el uso de matrices de evaluación de riesgo.	52
6.10.3.	Fase 3 Diseñar el programa de PSM, bajo los requisitos de la norma OSHA 29 CFR 1910.119 para los procesos que manipulan químicos altamente peligrosos en la industria de alimento.....	53
6.11.	Cronograma.....	54
7.	Resultados.....	55
7.1.	Fase 1 Diagnostico.....	55
7.1.1.	Análisis De La Información.....	55
7.1.2.	Formato inventario de sustancias químicas.....	55
7.2.	Fase 2 Evaluación.....	67
7.2.1.	Matriz Evaluación de Riesgos Químicos.....	67
7.3.	Fase 3 Diseño del programa de PSM.....	75
8.	Análisis Financiero.....	86

8.1.	Análisis Relación Beneficio – Costo	86
8.1.1.	Análisis de los Beneficios o Ingresos del Proyecto.	87
9.	Conclusiones	89
10.	Recomendaciones	92
11.	Bibliografía	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Resumen inventario de sustancias químicas	66
Tabla 2	Matriz evaluación de riesgos químicos	68
Tabla 3	Escala de probabilidad	68
Tabla 4	severidad del daño	69
Tabla 5	Impacto a la salud	69
Tabla 6	restricciones de la OSHA 1910,119	70
Tabla 7	Valoración del riesgo	70
Tabla 8	nivel del riesgo.....	73
Tabla 9	Valor del riesgo.....	74
Tabla 10	Procesos Severamente Peligrosos (PSP).....	77
Tabla 11	Procesos de Mediano Riesgo (PMR)	78
Tabla 12	Comité de PSM.....	78
Tabla 13	Estados financieros	87
Tabla 14	Beneficios(Ingresos)	88

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Porcentaje de sustancias químicas *peligro.....	61
Grafica 2 Diagnostico de químicos	62
Grafica 3 Cantidad de sustancias químicas * proceso general.....	63
Grafica 4 Químicos inflamables *proceso.....	64
Grafica 5 Impacto a la salud Impacto a la salud	64
Grafica 6 Nivel de inflamabilidad	65
Grafica 7 Químicos con nivel 3 de impacto a la salud	66
Grafica 8 Nivel de riesgo	71
Grafica 9 Descripción del riesgo	72

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Ejemplo de los principales accidentes catastróficos de origen industrial	37
Imagen 2 Formato de inventario de sustancias químicas	56
Imagen 3 Bodega de almacenamiento de residuos industriales	57
Imagen 4 Bodega de químicos	57
Imagen 5 Ducha lavaojos	58
Imagen 6 Planta de refrigeración con amoníaco	58
Imagen 7 Almacenamiento de cilindros presurizados	59
Imagen 8 Almacenamiento temporal de químicos	59
Imagen 9 Almacenamiento de cilindros	60
Imagen 10 Almacenamiento temporal de aceite para motor	60
Imagen 11 Tanque de almacenamiento de GLP	61
Imagen 12 presupuesto de proyecto	86

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de inventario de sustancias químicas

Anexo 2 Matriz de evaluación de riesgo

Anexo 3 Análisis Costo-Beneficio

Introducción

Los procesos industriales que manipulan sustancias altamente peligrosas, generan accidentes catastróficos, como los ya ocurridos a lo largo de la historia, Colombia cuenta con un sector industrial extenso y en crecimiento lo que amerita la implementación o diseño de un programa de Seguridad de Procesos que pueda prevenir la ocurrencia de estos eventos catastróficos en el país, principalmente en el sector industrial.

Para lo anterior, se buscó conocer algunas de las sustancias altamente peligrosas manejadas en la industria alimentaria, a través información primaria y secundaria. Posterior se realizó una evaluación y valoración del riesgo de esta sustancia altamente peligrosa y mediante el uso de la norma OSHA Cr 1019-119 se diseñó un programa de seguridad de procesos aplicable en esta industria y a la vez que vaya de la mano con los actuales avances normativos y requerimientos para la manipulación de estas sustancias

1. Título

Diseño del programa de gestión de seguridad de procesos bajo la norma OSHA 29 CFR 1910.119 para químicos altamente peligrosos en la industria de alimentos

2. Planteamiento del Problema

2.1.Descripción del Problema

Los procesos industriales poseen sistemas complejos los cuales conllevan a mayores riesgos ya que manipulan sustancias tóxicas, inflamables o combustibles.

A lo largo de la historia se han presentado una serie de accidentes catastróficos en las industrias que manipulan materiales peligrosos, las cuales causaron un gran número de víctimas, así como también grandes afectaciones materiales y económicas.

Entre las catástrofes más conocidas se encuentra la explosión de una planta de fertilizantes de Oppau (1921) Alemania y las emisiones de sustancias tóxicas en Bophal (1984) India, sin embargo, a partir del evento presentado en la plataforma “Deep Wáter Horizont, (2011) EEUU” conocido como el mayor desastre ambiental de la industria del petróleo, el tema adquirió especial interés, lo que llevo a que aumentaran las regulaciones a nivel mundial en torno al tema de la gestión de seguridad de procesos.

En Colombia, el sector de sustancias químicas se constituía en el año 2014 por más de 600 industrias de abonos, plásticos, caucho sintético, sustancias químicas básicas y otros productos químicos que representaron el 6,6% del total de industrias manufactureras del país, (DANE, 2016) Lo anterior ha generado que a nivel nacional se adopten programas para la prevención de accidentes mayores incrementando los niveles de seguridad en los procesos e industrias que manipulan sustancias altamente peligrosas, por otro lado en el año 2015 en Colombia se notificaron más de 33 mil casos de intoxicaciones por sustancias químicas peligrosas en la industria, (INS, 2016) principalmente por el desconocimiento de los peligros y los riesgos que conlleva su uso en los procesos industriales.

2.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son los procedimientos seguros para la manipulación de químicos altamente peligrosos en la industria de alimento?

2.3. Sistematización

¿Cuáles son los agentes químicos altamente peligrosos presentes en la industria de alimento?

¿Cuáles serían los procesos que manipulan los químicos altamente peligrosos?

¿Qué tanto cambiara el manejo en los procesos de la industria de alimento que manipulan químicos peligrosos bajo la implantación de un Programa de Seguridad de Procesos PSM?

¿Las industrias que manipulan químicos altamente peligrosos empezaran a cumplir las normas nacionales que previenen los accidentes industriales mayores?

3. Objetivos De La Investigación

3.1.Objetivo General

Diseñar el programa de gestión de seguridad de procesos para químicos altamente peligrosos bajo la norma OSHA 29 CFR 1910.119 en la industria de alimento

3.2.Objetivos Específicos

- Diagnosticar los químicos altamente peligrosos presentes en industria de alimento
- Realizar una evaluación de los químicos altamente peligrosos con el uso de matrices de evaluación de riesgo.
- Diseñar el programa de PSM, bajo los requisitos de la norma OSHA 29 CFR 1910.119 para los procesos que manipulan químicos altamente peligrosos en la industria de alimentos

4. Justificación Y Delimitación

4.1. Justificación

Uno de los propósitos principales de un programa de PSM (Gestión de Seguridad de Procesos) es el de prevenir y controlar eventos que puedan tener el potencial de emitir sustancias peligrosas que afecten a las personas, medio ambiente y activos principales de una compañía, por tanto, la implementación de éste es muy importante para gestionar adecuadamente los sistemas operativos y demás procesos que utilizan sustancias peligrosas.

Actualmente existe un gran vacío en el conocimiento sobre la forma de abordar e implementar la Gestión de Seguridad de Procesos (PSM) en la industria, por tanto, el resultado de esta investigación ayudará a esclarecer la incertidumbre que existe sobre este, ayudando a mejorar los procesos de identificación y análisis de peligros que propone este tipo de programas de gestión.

Por otro lado, el Decreto 1072 de 2015 en su artículo 2.2.4.6.15 establece que el empleador o contratante debe aplicar una metodología para identificar y evaluar los riesgos en materia de seguridad y salud en el trabajo, como también establece la implementación de planes de prevención, preparación y respuestas ante emergencias en los centros de trabajo. En contraste con lo anterior a nivel nacional a través de la ley 320 de 1996, se aprueba en Colombia el convenio 174 y la recomendación 181 de la Organización Internacional del Trabajo, dirigidas especialmente a las instalaciones donde se produzca, manipule, o almacene una o varias sustancias peligrosas.

Como respuesta a la anterior ley en el 2016 se emite el documento CONPES 3868, el cual dicta disposiciones sobre la preparación y respuesta para los accidentes con sustancias peligrosas y se adopta el Programa de Prevención de Accidentes Mayores. A su vez la política nacional de

gestión del riesgo de desastres mediante la ley 1523 de 2012 provee el marco para la reducción del riesgo y el manejo de desastres, lo que finalmente termina en la creación del decreto 308 de 2016 en donde se adopta el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y propone como estrategia mejorar el conocimiento del riesgo en el territorio nacional incluyendo la identificación de instalaciones peligrosas por razón de riesgos de químicos.

En virtud de lo anterior, este proyecto se justifica y se considera importante en la medida que pretende contribuir con la necesidad imperante de generar conciencia y conocimiento por parte de las empresas, para realizar una gestión adecuada de sus Programas de Seguridad de Procesos dando cumplimiento al marco normativo relacionado con la prevención de accidentes mayores.

4.2.Delimitación De La Investigación

- **Temporal:**

El proyecto se realizó entre los meses de Julio del año 2020 y enero del año 2021

- **Operacional:**

El proyecto se enfocó en los procesos de la industria de alimento

4.3.Limitaciones

- **Tiempo:**

La principal limitación del proyecto de investigación estuvo relacionada con la variable tiempo, la cual fue un factor condicionante e importante para el cumplimiento total de los objetivos propuestos.

Sin embargo, existieron también otros factores que facilitaron el desarrollo adecuado del proyecto como lo fueron, el contar con un proceso físico, real y en funcionamiento sobre el tema de investigación, el cual proporcionó en gran medida la implementación rápida de la metodología a utilizar.

- **Acceso a la información**

Muchos métodos y bases de datos sobre la seguridad de procesos PSM están controladas por instituciones privadas las cuales piden como requisito para acceder a la información contar con la membresía del instituto, la cual conlleva un costo financiero.

5. Marco De Referencia De La Investigación

5.1.Estado De Arte

El estado del arte del presente proyecto se basa en todos los avances teóricos y prácticos que a nivel mundial haya podido surgir sobre los accidentes mayores, los cuales hacen referencia a aquellos eventos catastróficos que se produjeron o se pueden producir en el sector industrial principalmente por el uso de químicos o sustancias altamente peligrosas, las cuales están nombradas en la norma OSHA 29 CFR 1910.119.

Vale la pena resaltar que principalmente se busca toda la evidencia posible sobre la implementación de programas desde la Gestión de Seguridad de Procesos (PSM) en las empresas o industrias dedicadas al sector alimenticio.

En este ámbito surgen varias dificultades, ya que en PSM a nivel mundial hay muchos avances, sin embargo, no es tan sencillo encontrar que estudios o evidencias sobre la implementación de sistemas de PSM en la industria alimentaria,

Vale la pena anotar que la definición de proceso que se maneja en el presente documento y específicamente en el campo de PSM, es el de cualquier actividad que conlleve el uso, manipulación, almacenaje, producción o movimiento de una sustancia química muy peligrosa o cualquier combinación de estas (Montero, 2013)

Nacional

Título: Implementación del sistema de gestión de seguridad de procesos PSM, basados en las directrices del CCPS.

Autor: Nain Aguado Quintero.

Instituto: ABS Group Colombia S.A.S

Año: 2007

Resumen: En este se plantea que la recurrencia de los accidentes industriales relacionados a la seguridad de procesos, ha generado que en la industria petroquímica se implementen modelos de PSM, en especial lo relacionado con el Center for Chemical Process Safety (CCPS) el cual busca no solamente reducir la ocurrencia de incidentes o accidentes, sino que también permiten optimizar los costos asociados a la actividad industrial.

El objetivo del proyecto es desarrollar procesos efectivos y garantizar que los empleados comprendan las implicaciones e importancia de los que están haciendo, entendiendo los peligros y riesgos, saber cómo gestionar los riesgos y garantizando la seguridad de los activos y la operación industrial.

Título: Caracterización de los modelos de administración de la seguridad de procesos. Sectores petroquímicos de Cartagena Caso (Cabot colombiana y Ecopetrol de Cartagena).

Autor: José Leandro Mendoza & Jahir Ortiz Jaimes

Universidad: Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena.

Año: 2015

Resumen: Los accidentes industriales por lo general conllevan a la pérdida de vidas humanas, contaminación ambiental y pérdidas económicas que ponen en riesgo la continuidad de un

negocio.

En el documento pretende generar un mayor conocimiento sobre la administración de la seguridad de procesos, mirándola como un sistema integral el cual facilita la administración de los riesgos de incendio, explosión, liberación o exposición química, y de esta manera prevenir incidentes catastróficos. Con lo anterior se espera que los procesos industriales objeto de estudio (Ecopetrol y Cabot colombiana), optimicen su operación a la vez que administran los riesgos y controlan las pérdidas de productos químicos peligrosos.

Inicialmente se realizó una caracterización de los diferentes modelos de PSM usados en el sector petroquímico de Cartagena, para que estos pudieran compararse con los estándares internacionales y conocer las nuevas oportunidades de mejora en estos sistemas de seguridad de procesos.

Dentro de las conclusiones del trabajo se encontraron oportunidades de mejora en temas relacionados con la cultura que se requiere para afrontar los retos de un modelo de seguridad de procesos, se destaca también la necesidad de darle a la alta gerencia la responsabilidad y liderazgo de garantizar el cumplimiento del sistema, dándole seguimiento a las metas y ser cada vez más exigentes con el logro de los objetivos e indicadores de gestión, tanto en finanzas, producción y mantenimiento.

Se deja claro que aun a nivel nacional existe muchas falencias en normativa relacionada a la seguridad de procesos, por ende, es necesario que se mejoren las regulaciones que van dirigidas a este sector a la vez que se dé un estricto cumplimiento de esta, a través del diseño, buenas practica de ingeniería y procedimientos de trabajo en los procesos que manipulan químicos peligrosos.

Por último, se encontró que, en este sector industrial, las empresas estudiadas han

implementado modelos de seguridad de procesos muy parecidos a los estándares internacionales, sin embargo, estos se han desarrollado y adaptado a la cultura organizacional de cada una de ellas.

Título: Sistema para la gestión de la seguridad de procesos: Prevención de accidentes catastróficos.

Autor: Ricardo Montero Martínez

Universidad: Autónoma de Occidente.

Año: 2013

Resumen: En el artículo se destacan algunos de elementos más importantes de un sistema de gestión de seguridad de procesos, como la cultura de seguridad, cumplimiento de los estándares, la participación de los trabajadores, identificación de peligros, entre otros.

La gran cantidad de accidentes catastróficos originados por la manipulación de químicos peligrosos, han llevado a que la gestión de seguridad de procesos, tome mucha importancia en los procesos productivos, en el artículo se hace una investigación sobre los principales accidentes catastróficos de origen industrial, destacando entre ellas, la ocurrida en Oppau, Alemania 1921, en una planta de fertilizantes, también la catástrofe ambiental ocurrida en el 2011 en la plataforma petrolera del golfo de México, entre muchas otras.

Finalmente, el autor hace una síntesis y explica desde su experiencia la forma en que se deben abordar cada uno de los elementos de un sistema de PSM basado en los modelos existente y en su experiencia.

Título: Diseño de una propuesta para la articulación de los elementos de prevención de accidente mayores dentro del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Autor: Cárdenas Rivera Yeimmy Carolina, Moreno Elizabeth, Salgado Gómez Oswaldo.

Universidad: Escuela Colombiana De Carreras Industriales - ECCI

Año: 2018

Resumen: En este trabajo se busca la forma de articular la metodología de la OSHA relacionada con la seguridad de procesos PSM y los requisitos normativos de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para esto se realizó un comparativo de los requisitos nacionales y los requisitos del estándar OSHA, encontrando que en Colombia no existe una normativa robusta y específica que apunte a la prevención de accidentes mayores a través de la aplicación de Programas de Seguridad de Procesos, finalmente se proponen unos elementos necesarios para realizar una adecuada gestión del riesgo.

Título: Propuesta metodológica para el diagnóstico y evaluación de sistemas de seguridad de procesos incluyendo principios verdes

Autor: Jorge Andrés Sarmiento Becerra

Universidad: Universidad EAN (Bogotá)

Año:2019

Resumen: La seguridad de procesos, a diferencia de la seguridad industrial, se concentra en evitar accidentes de gran impacto como lo son incendios, explosiones o liberaciones de material tóxico, siendo un eje que cada vez toma más relevancia dentro de la gestión de las plantas de producción. Para esto se han desarrollado variados modelos de gestión que buscan cubrir un amplio espectro de factores relevantes para la seguridad, entre los que se encuentran algunos

como osha, rbps, ccps, dupont y tüv-süd entre otros. No obstante, en muchos casos se requiere un alto grado de experticia dentro de una compañía para incursionar de forma estructurada en este campo de la gestión de seguridad de procesos.

En este documento se hace un repaso a través de los principales modelos de gestión en seguridad de procesos, resaltando los principales factores y elementos que los componen, así como la forma en que estos se evalúan y partiendo de ello se presenta una propuesta aplicada de una herramienta de diagnóstico que permita a las empresas definir una línea base y medirse a lo largo de su proceso de inicio en la gestión de seguridad en procesos.

Internacionales

Título: Un análisis comparativo de los sistemas de gestión de la seguridad de procesos (PSM) en la industria de procesos.

Autor: Chizaram D. Nwankwo, Stephen C. Theophilus, Andrew O. Arewa

Universidad: Coventry University

Año: 2020

Resumen: En este documento se explican de forma muy detallada cada una de las metodologías usadas en la Gestión de seguridad de Procesos, las cuales varían mucho dependiendo de su origen geográfico, sin embargo, todas coinciden en que la causa raíz de la mayoría de los accidentes en la industria de procesos se deben especialmente a la falta de cultura de seguridad, fallas en la comunicación y en los procedimientos de trabajo.

El documento muestra un marco comparativo que facilita la elección de un sistema PSM apropiado y ajustado a las necesidades de un sector industrial específico, se muestran un total de 21 sistemas de PSM describiendo su campo de aplicación y deficiencias.

Finalmente concluyen que después de realizar el análisis comparativo de cada uno de los sistemas de PSM, el Sistema Integrado de Gestión de la Seguridad de los Procesos (IPSMS) parece ser el sistema más completo y robusto, sin embargo, sugieren que no existe un sistema de PSM único para todos los sectores.

Título: Sistema de Gestión de Seguridad en una Planta de Amoniacó.

Autor: Mauricio José Pérez Ortiz

Universidad: Politécnica de Madrid.

Año: 2017

Resumen: En este trabajo de grado se desarrolló toda la documentación referente a un sistema de gestión de seguridad en una planta de fabricación de amoniacó, con base en la norma OHSAS 18001_2007.

Es importante recalcar que el enfoque de sistema de seguridad de amoniacó, que se habla en el trabajo de Mauricio, no corresponde al concepto manejado por PSM, el cual está relacionado a la Gestión de Seguridad de Procesos la cual conlleva la implementación de una serie de elementos para controlar los procesos que manipulan sustancia químicas altamente peligrosas, sin embargo el trabajo da un gran aporte para entender y dar un acercamiento sobre lo que es el amoniacó NH₃, características, peligros, controles, y la forma correcta de manipularlo.

Uno de los principales productos elaborados en este documento es la elaboración de un manual de seguridad, donde se consignan los aspectos claves para el control de riesgos durante la fabricación de Amoniacó.

Como conclusión del trabajo se puede decir que se diseñó sistema de seguridad que atiende a gran parte de las necesidades del sistema, sin embargo aún existen muchas oportunidades de

mejora, ya que el actual sistema diseñado deja un sesgo considerable sobre cómo se debe abordar técnicamente las plantas que fabrican y usan el amoníaco en sus actividades, lo anterior es una muestra clave de que un sistema manejo mediante PSM abarcaría esos sesgos técnicos y procedimentales que carecen en el actual sistema de gestión de seguridad, sobre todo en lo relacionado a la participación de los empleados y contratistas, procedimientos de trabajo específicos, control del cambio y el elemento de integridad mecánica el cual es indispensable para el mantenimiento adecuado y seguro del sistema.

Título: Integración de factores humanos (HF) en un proceso Sistema de gestión de seguridad (PSMS)

Autor: Stephen C. Theophilus, Chizaram D. Nwankwo, Elijah Acquah-Andoh,

Enobong Bassey y Udeme Umoren

Universidad: Universidad de Coventry, Reino Unido

Año:2017

Resumen: Gestión de seguridad de procesos y factores humanos (PSM) se han convertido en factores clave para prevenir la exposición tanto a materiales peligrosos como a accidentes graves. Por lo tanto, se requiere una gestión integral de la seguridad del proceso para abordar todos aspectos de los factores humanos. Actualmente, hay varios procesos modelos de gestión de la seguridad, todos los cuales tienen algunas debilidades con respecto al control de los factores humanos inherentes en la industria de procesos. Además, todavía no existe un modelo de gestión de seguridad de procesos universalmente aceptado que trate la gestión de la seguridad de los procesos como parte integral del sistema de gestión. Por tanto, ha surgido la necesidad de integrar factores humanos y los marcos y modelos existentes en un único sistema de gestión

integrado para garantizar un enfoque de control y un sistema de aprendizaje continuo. El artículo identifica los factores humanos que faltan en él y describe un modelo de sistema de gestión de seguridad de procesos integrado (IPSMS) extraído de la selección de todos los marcos de PSM existentes, mientras se integran los factores humanos Sistema de Análisis y Clasificación (HFACS).

Título: Evaluación de la madurez de la cultura de seguridad de procesos para operaciones de gas especial

Autor: Niresh Behari

Universidad: Universidad Memorial de Canadá, Canadá

Año :2018

Resumen: Se llevó a cabo una evaluación de madurez de la cultura de seguridad del proceso para el sector de procesamiento de gases especiales que tiene las siguientes secciones: plantas de gas a líquido, efluentes y eliminación, amoníaco y vapor. La evaluación utilizó dimensiones de factores humanos relacionados con la máquina, los roles laborales de los empleados e interfaces de cultura organizacional. Numerosos incidentes de seguridad de procesos globales dieron como resultado consecuencias catastróficas originadas por factores humanos y han alentado la investigación de los humanos subyacentes, y comportamientos organizacionales para gestionar los riesgos clave de seguridad de los procesos. El constructor de investigación utilizó un proceso kit de herramientas de evaluación de la cultura de seguridad, encuesta de percepción y entrevistas, historial de incidentes de fugas de hidrocarburos con los resultados de la auditoría para evaluar la eficacia de la implementación de los sistemas de gestión de la seguridad de los procesos.

Los comportamientos de liderazgo que obstaculizaron la madurez de la seguridad del proceso incluyeron la falta de voluntad para aceptar la responsabilidad, La culpa, el miedo y la falta de confianza de los empleados se asociaron con informes de incidentes de seguridad de procesos inadecuados.

Los riesgos de factores humanos de alto nivel identificados en el estudio de caso eran recursos adicionales necesarios para actualizar los procedimientos operativos, la competencia del personal crítico y los comunicados de seguridad que ha creado incidentes de seguridad de procesos.

Cuatro modelos de madurez de seguridad de procesos fueron utilizados para la investigación basada en el compromiso hacia la mejora continua; informe de incidentes eficacia y examen de los comportamientos de liderazgo de equipos interdependientes a través del equilibrio de seguridad del proceso métricas del cuadro de mando. Los niveles de madurez de la seguridad del proceso en orden decreciente fueron Gas-a-Líquido, Amoníaco, Plantas de Efluentes y Disposición y Steam Utilities.

Titulo: Evaluación de las prácticas de gestión de la seguridad de los procesos en el refino sector de Pakistán

Autor: Zain Anwar a, Atif Mustafaa, Muhammad Ali b

Universidad: Universidad de Ingeniería y Tecnología (Pakistán)

Año :2019

Resumen: A nivel mundial, las industrias han implementado con éxito sistemas de gestión de seguridad de procesos (PSM) que han reducido enormemente la magnitud de los incidentes, sus espantosas repercusiones han demostrado una estabilidad organizativa, maximizando así los márgenes de beneficio. Debido al acceso limitado a los datos, la falta de incidentes y Tendencia

de informes y registros de casi accidentes, falta de comprensión e implementación de la gestión de seguridad de procesos, se seleccionó el sector de refinación de petróleo como una de las industrias más propensas a incidentes a nivel mundial como caso base para evaluar las prácticas de gestión de la seguridad de los procesos en Pakistán.

Se entrevistó a los veteranos para averiguar el estado actual de los sistemas de PSM en fase descendente (refinamiento) sector e identificar las brechas, se revisaron las regulaciones locales para medir su alcance para la seguridad del proceso cobertura en comparación con las normas internacionales de gestión de seguridad de procesos.

Así mismo se revisaron publicaciones y libros del Centro de Seguridad de Procesos Químicos (CCPS) para obtener valiosos conocimientos de PSM en procesos altamente peligrosos.

Entrevistar a los veteranos del proceso y la seguridad y revisar Las regulaciones locales emergieron varias lagunas y proporcionaron áreas de mejora para establecer un marco de gestión de seguridad de procesos para refinerías de petróleo peligrosas. Esto incluye, ausencia de regulaciones locales de PSM, falta de conciencia de PSM, compromiso de liderazgo inadecuado, falta de implementación de un sistema de PSM dedicado, informes de cuasi accidentes e incidentes ineficaces y mantenimiento de la base de datos política. Los resultados de este estudio no se limitan simplemente al sector de refinación de Pakistán, sino que proporcionan una oportunidad para que otros sectores implementen PSM de manera efectiva.

Título: Desafíos en la aplicación de la gestión de seguridad de procesos en la universidad laboratorios

Autor: Tomasz Olewski a, Mike Snakard b

Universidad: Universidad de Qatar

Año :2017

Resumen: Los riesgos asociados con la investigación académica a menudo se perciben como mucho más bajos que los riesgos dentro operaciones de la industria de procesos a gran escala. Si bien los inventarios de materiales peligrosos son menores en el entorno universitario y el número de peligros puede ser menor, factores como los materiales de construcción utilizada en los laboratorios y la proximidad de los investigadores a su equipo puede equivaler a un alta riesgo individual para los trabajadores de laboratorio. En todo el mundo, el número de accidentes de laboratorio notificados que han provocado muertes, lesiones graves y pérdidas financieras demuestra que existe la necesidad de mejores prácticas de gestión de riesgos dentro de la enseñanza académica y los laboratorios de investigación experimental.

Los laboratorios académicos y de investigación dentro de las universidades contienen una amplia gama de peligros, y Los riesgos asociados con estos peligros pueden ser importantes si no se gestionan adecuadamente. La percepción errónea de que Los laboratorios universitarios son de "bajo riesgo" y siguen siendo "inherentemente más seguros" dentro y fuera de la academia, en parte, debido a la falta de conciencia de los peligros.

Este trabajo analiza un enfoque probado para aplicar los principios de la gestión de seguridad de procesos, ampliamente utilizado en la industria de procesos, para laboratorios de enseñanza e investigación dentro de un entorno académico y discutir desafíos seleccionados y soluciones sugeridas

Título: Gestión dinámica de riesgos: un enfoque contemporáneo para Gestión de la seguridad de procesos

Autor: Faisal Khan, Seyed Javad Hashemi, Nicola Paltrinieri, Paul Amyotte, Valerio Cozzani

y Genserik Reniers

Universidad: Universidad de Terranova, Canadá

Año:2016

Resumen: Los accidentes de proceso a principios de la década de 1980 seguridad en la corriente principal. En la década de 1990 basado en riesgo Se desarrollaron enfoques para incorporar la seguridad en el diseño como consideraciones económicas. En la década de 2000 a seguridad inherente El enfoque comenzó a practicarse de forma limitada, y La evolución de la seguridad de los procesos hizo un progreso significativo. Como proceso los sistemas continúan volviéndose más complejos y las operaciones mudarse a entornos remotos y hostiles, riesgo tradicional puede que el análisis ya no sea suficiente. Evaluación dinámica de riesgos es la base para la próxima generación de gestión de riesgos enfoques que ayudan a habilitar sistemas de procesos complejos más seguros operando en ambientes extremos.

Este artículo investiga las principales contribuciones en el ámbito de la evaluación dinámica de riesgos. Luego, un marco general para la gestión dinámica de riesgos de Se proponen instalaciones de proceso.

Título: Lecciones aprendidas en la gestión de la seguridad de los procesos de la explosión de una planta de pesticidas en Taiwán

Autor: Horng-Jang Liaw

Universidad: Universidad Road, distrito de Yanchao, Kaohsiung, Taiwán

Año:2017

Resumen: Una explosión masiva en Taichung, Taiwán, en 2016, que se atribuyó a la descomposición térmica de o, fosforamidotioato de odimetilo, resultó en una muerte y una

herida. Esta explosión accidental se debió a ciertos elementos ausentes de la gestión de seguridad del proceso (PSM), incluida la información de seguridad del proceso, la gestión del cambio, el análisis de peligros del proceso, la integridad mecánica, los procedimientos operativos, la capacitación y el pre arranque, revisión de seguridad fueron los Problemas encontrados durante la promoción de También se identificaron PSM, como los peligros asociados con productos químicos altamente peligrosos a temperaturas normales y presión como se describe en la hoja de datos de seguridad y el hecho que estos pueden ser diferentes de aquellos bajo las condiciones del proceso.

Título: Identificación y evaluación de los riesgos del proceso del amoníaco Sala de refrigeración mediante el uso de la técnica HAZOP para proporcionar Soluciones para controlar y reducir accidentes en la industria alimentaria

Autor: Samira Ghiyasi

Universidad: Universidad Islámica de Azad, Teherán, Irán

Año:2017

Resumen: Hoy en día, la seguridad y la prevención de accidentes juegan un papel vital en todas las etapas de la vida de un proceso o sistema lapso. El descubrimiento de peligros que conducen a accidentes y el análisis del riesgo de las unidades de proceso puede tener un impacto significativo en la reducción de la refrigeración por amoníaco accidentes.

Para planificar integralmente en seguridad y reducción de accidentes, identificación de riesgos y la evaluación de peligros debe ser la prioridad. Entre los métodos disponibles, Estudio de riesgos y operabilidad (HAZOP) técnica popular es una forma poderosa de identificar los riesgos del proceso y determinar sus efectos en el sistema. En este estudio, los resultados de HAZOP y

El software PHA-pro se ha proporcionado como recomendaciones para aumentar la seguridad de esta unidad y reducir los riesgos de los peligros identificados.

Título: Diseño de un sistema de gestión de seguridad de procesos para instalaciones de producción de petróleo, integrado en el Modelo Ecuador

Autor: Verdezoto Ocampo Glenfor Pepe

Universidad: Universidad san Francisco de Quito – Ecuador, Universidad de Huelva – España

Año :2012

Resumen: El presente trabajo de investigación propone y establece los lineamientos de un sistema integrado de gestión de seguridad de procesos (SIGSP), tomando como base los elementos, conceptos y requisitos del Modelo Ecuador de gestión en seguridad y salud, e incorporando los correspondientes conceptos de seguridad de procesos tomados desde las mejores prácticas relacionadas de la industria de petróleo, gas y química. Este trabajo se desarrolla con la finalidad de que, mediante la posterior implementación del sistema de gestión desarrollado, en una organización de producción de petróleo, se mejoren las condiciones de seguridad de sus operaciones, aportando de esta manera a garantizar la seguridad de su personal, instalaciones, público, ambiente, así como evitar costos relacionados a la ocurrencia de accidentes mayores de procesos. El sistema de gestión propuesto no pretende reemplazar el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de una organización de producción de petróleo, sino establecer una base teórica y propositiva para complementar dicho sistema, mediante la inclusión de los conceptos de seguridad de procesos que se están aplicando internacionalmente en la industria de petróleo, gas y química, proveyendo de esta manera lineamientos para su posterior incorporación e implementación dentro del sistema de gestión de

seguridad y salud ocupacional de una organización de producción de petróleo. La flexibilidad del Modelo Ecuador permite que se puedan incorporar dentro de las áreas macro de Gestión Administrativa, Gestión Técnica, Gestión del Talento Humano, vii Procedimientos y Programas Operativos Básicos, elementos específicos relacionados a la seguridad de procesos, lo cual permite estructurar un sistema integrado de gestión de seguridad de procesos (SIGSP) aplicable a organizaciones de producción de petróleo.

5.2.Marco Teórico

5.2.1. Gestión de seguridad de procesos.

La gran mayoría de accidentes en la industria de procesos se pueden atribuir a la falta de cultura de seguridad, fallas en la comunicación y problemas con la confiabilidad de los equipos y activos, todos estos factores a su vez apuntan a fallas en la seguridad de los procesos de una compañía. La gestión de seguridad de procesos de productos químicos altamente peligrosos busca evitar que las emisiones no deseadas de este tipo de productos puedan afectar a los empleados y otras personas, por tanto, integra una serie de aspectos que previenen o minimizan estas consecuencias, evitando que puedan resultar en incidentes o accidentes catastróficos.

La seguridad de procesos es un campo que se basa en la prevención de explosiones, liberaciones químicas accidentales, incendios y colapsos estructurales en la industria de procesos (AIChE, 2011).

De acuerdo a lo anterior se puede decir que la gestión de seguridad de procesos es una evaluación proactiva que busca mitigar y prevenir las emisiones químicas que puedan ocurrir por fallas en los procedimientos de trabajo o equipos y procesos que manipulan químicos altamente peligrosos.

Dicho de otro modo, “La Gestión de la Seguridad de Procesos (GSP) es la aplicación de los sistemas de gestión y de controles a los procesos, de una forma tal, que todos los peligros existentes sean identificados, analizados, evaluados sus niveles de riesgos y controlados, para lograr prevenir cualquier tipo de incidente relacionado con dichos peligros de proceso. Se destaca que un incidente puede o no producir lesiones, incluida la muerte y/o pérdidas materiales en cualquier extensión (Montero, 2013, p.4).” Finalmente, la seguridad de procesos es una serie de disciplinas y métodos que buscan el manejo de adecuado de sistemas operativos o procesos que manipulan sustancias peligrosas, mediante el uso de técnicas de ingeniería y prácticas operativas, enfocándose en la prevención y el control de todos los incidentes que tengan el potencial de liberar materiales peligrosos o energía.

5.2.2. Diferencia entre seguridad de procesos y seguridad industrial.

El objetivo de la seguridad de procesos es la de evitar la liberación de materiales peligrosos (inflamables, tóxicos...) de los procesos que los contienen, por otro lado, la seguridad industrial busca evitar que las personas sufran daños debido a efectos físicos, químicos o biológicos. “Existe un gran debate sobre el factor distintivo entre la seguridad del proceso y la seguridad laboral. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la seguridad Laboral, a diferencia de la Seguridad del proceso, se centra únicamente en los riesgos laborales como resbalones, tropiezos y caídas (Cheng et al., 2013)”

Es importante conocer que a diferencia de la seguridad industrial, los eventos o incidentes de Seguridad de Procesos tiene un alto potencial de generar eventos catastróficos los cuales conllevan un alto impacto en la persona y al medio ambiente, “Hay graves consecuencias asociadas con fallas en la seguridad del proceso, la mayoría de las cuales podrían conducir a múltiples muertes, daños ambientales, pérdida de propiedad, cargos penales, daños a la

reputación de la empresa y enormes implicaciones financieras (Ismael et al., 2014). Sin embargo, es preciso decir que existen áreas en las que ambas disciplinas se complementan, ya que como es evidente cual mejora en la seguridad de procesos redundara positivamente en la seguridad laboral.

Con base en todo en análisis anterior se puede concluir que la gestión de seguridad industrial se enfoca en accidentes que cuentan con una alta frecuencia y limitadas consecuencias, mientras que la seguridad de procesos gestiona y controla aquellos eventos catastróficos los cuales son de baja frecuencia pero que tiene un alto nivel de consecuencia para los trabajadores, el entorno y a la empresa.

5.2.3. Antecedentes de eventos catastróficos en el marco de la seguridad de procesos.

Los procesos industriales poseen sistemas complejos los cuales conllevan a mayores riesgos ya que manipulan sustancias toxicas, inflamables o combustibles. El control y prevención de los eventos que se puedan desprender por la mala manipulación de este tipo de procesos, requieren abordarse desde la óptica de la Gestión de Seguridad de Procesos, con el fin de proteger a los trabajadores, los vecinos, las instalaciones y el medio ambiente. Según la Chemical Manufacturers' Association de Estados Unidos, “la seguridad de los procesos es el control de los riesgos causados por errores en la operación o en el funcionamiento de los procesos aplicados para transformar materias primas en productos terminados, que puede provocar la emisión imprevista de materiales peligrosos” (CMA, 1985).

A lo largo de la historia se han presentado una serie de accidentes catastróficos en las industrias de manipulan materiales peligrosos, las cuales causaron un gran número de víctimas, así como también grandes afectaciones materiales y económicas.

Imagen 1 Ejemplo de los principales accidentes catastróficos de origen industrial

Año y lugar	Descripción	Número de muertes	Número de afectados
1921, Oppau, Alemania	Dos explosiones en planta de fertilizantes	Entre 450 y 530	?
1947, Texas, Estados Unidos	Explosión de una nave llena de nitrato de amonio	Alrededor de 600	?
1948, Ludwigshafen, Alemania	Explosión de un vagón cargado de sustancias químicas	207	
1974, Flixborough UK	Fuego y explosión en planta química	28	36
1976, Seveso, Italia	Fuego y explosión que liberó dioxinas	0	2.000
1979, Pensilvania, Estados Unidos	Liberación de gases radioactivos a la atmósfera	0	Más de 140.000 evacuados
1979, Bremen, Alemania	Explosión de polvo	14	17
1984, San Juanico, México	Explosión de (LPG)	500-600	5.000 - 7.000
1984, Bophal, India	Liberación de metilsocianato en concentración que provoca la muerte	Más de 3.800	Más de 20.000 y obligó a evacuar a más de 200.000
1986, Chernobyl, Ucrania	Explosión y fuego que provocaron la emisión de grandes cantidades de gases radioactivos en la atmósfera	31	Cientos de miles
1988	Explosión e incendio de una plataforma marina de extracción de petróleo	167	0
1989, Pasadena, Estados Unidos	Liberación de gases inflamables durante el mantenimiento de un reactor, explosión y fuego	23	314
2001, Tolouse, Francia	Explosión de nitrato de amonio	30	2.442
2005, Texas, Estados Unidos	Explosión al reiniciar unidad de isomerización de hidrocarburos	15	180
2008, Port Wentworth, Estados Unidos	Explosión de polvo en refinería de azúcar	13	42
2010, Golfo de México	Explosión e incendio en plataforma de exploración en aguas profundas	11	?
2010, Devecser, Hungría	Escape de sustancias tóxicas de una planta de aluminio que envenenaron el ambiente	9	122
2012, Amuay, Venezuela	Explosión e incendio de tanques de petróleo	48	151
2013, Texas, Estados Unidos	Explosión e incendio en planta de fertilizantes	14	160

Fuente. (martinez, 2013)

Los anteriores accidentes mostrados en la imagen 1 han servido para que las industrias se encaminen hacia la búsqueda de métodos que eviten la ocurrencia de estos eventos, dándole una especial importancia a la gestión de seguridad de procesos. Sin embargo “Aun cuando la evidencia y los avisos aumentaban, en realidad muchas organizaciones seguían manejando la evaluación sobre el desempeño de la seguridad de procesos, basándose en los resultados clásicos de los accidentes ocupacionales y sus índices derivados: incidencia, frecuencia y gravedad, algo

que ya una y otra vez se ha demostrado que es incorrecto (Anderson, 2005; Marsden, 2004; Montero, 2013).

Aun antes de los primeros accidentes reportados como lo son la explosión de nitrato de amonio en una planta de fertilizantes de Oppau, Alemania, hasta las emisiones de sustancias tóxicas presentadas en una planta ubicada en Bhopal, India, ya se venían regulando los sistemas de gestión de seguridad de procesos, aunque después del evento presentado en la plataforma “ Deep Water Horizont, 2011” conocido como el mayor desastre ambiental de la industria del petróleo, el tema adquirió especial interés lo que llevo a que aumentaran las regulaciones a nivel mundial en torno al tema de la gestión de seguridad de procesos.

5.2.4. OSHA, estándar 29 CFR 1910.119: Estándar de gestión de seguridad de procesos (PSM).

A través de los años han ocurrido una serie de eventos que tienen que ver con las liberaciones de líquidos y gases tóxicos, reactivos o inflamables, principalmente en procesos que manipulan químicos altamente peligrosos, a pesar de las regulaciones existente a nivel mundial, estos incidentes continúan ocurriendo en una gran variedad de industrias.

Lo anterior represente una amenaza significativa para la población en general, lo que ha llevado a que se realicen esfuerzos que faciliten la identificación, análisis y control de la manipulación de químicos, tema que toma más importancia en los países en vía de desarrollo los cuales aún no se cuenta con un conocimiento ni legislaciones fuertes que permitan la evaluación de los riesgos en este tipo de industrias.

Es por esto que existen normas como la OSHA que a través de su estándar 29 CFR 1910-119 permite prevenir o minimizar las consecuencias de emisiones catastróficas de sustancias químicas. “El estándar de *Gestión de Seguridad de Procesos (PSM)* de la Administración de

Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) *de Productos Químicos Altamente Peligrosos (HHC)*, 29 CFR 1910.119, contiene requisitos para el manejo seguro de los riesgos asociados con procesos que usan, almacenan, fabrican, manejan o mueven Productos químicos altamente peligrosos en el sitio. El objetivo principal de la gestión de la seguridad del proceso de productos químicos altamente peligrosos es evitar las emisiones no deseadas de productos químicos peligrosos tóxicos, reactivos, inflamables o explosivos, especialmente en lugares que podrían exponer a los empleados y a la comunidad a riesgos graves” (OSHA, 1992, 29 CFR 1910.119).

Aunque OSHA cree que la gestión de la seguridad de los procesos tendrá un efecto positivo en la seguridad de los empleados y ofrecerá otros beneficios potenciales a los empleadores, como el aumento de la productividad, (Reich, 1994), pero las industrias más pequeñas podrían tener dificultad para implementar adecuadamente y de forma completa un Programa de PSM, ya que sus recursos son más limitados.

5.2.5. Elementos de la gestión de seguridad de procesos, (PSM) 29 CFR 1910.119.

En este estándar de la OSHA existen una serie de elementos que se complementan entre sí, en total son 14 elementos los cuales aportan lo necesario para tener un plan integral, los elementos requeridos son los siguientes.

1. Procedimientos de operación
2. Formación
3. Análisis de riesgos del proceso (HAZOP)
4. Investigación del incidente
5. Auditorias de cumplimiento
6. Trabajo en caliente

7. Integridad mecánica
8. Gestión del cambio (MOC)
9. Secretos comerciales
10. Planificación y respuesta ante emergencias (HAZMAT)
11. Información de seguridad del proceso
12. Contratistas
13. Revisión de seguridad previa al inicio (PSSR)

Es importante mencionar que cada elemento juega un rol muy importante a la hora de implementar un programa de PSM, sin embargo, la información de seguridad de proceso es considerado uno de los más importantes. “OSHA requiere que los empleadores compilen toda la información de seguridad del proceso por escrito antes de realizar un análisis de riesgos del proceso. Estos documentos brindan información sobre los peligros que plantea el químico altamente peligroso, la tecnología del proceso y el equipo utilizado en el proceso” (OSHA 1910.119).

5.2.6. International institute of ammonia refrigeration (IIAR).

La IIAR es el instituto a nivel mundial encargado del uso seguro y confiable del amoníaco, el instituto comparte su conocimiento y experiencia mediante documentos que abordan diferentes temas relacionados con la industria de los refrigerantes. Su objetivo es proporcionar defensa, educación e información sobre los estándares que se deben tener en cuenta en el diseño, instalación y operación segura del Amoníaco.

Por tanto, se convierte en una fuente de información indispensable para proponer y llevar a

cabo técnicas de mejora en los sistemas de refrigeración con amoníaco, gran parte de los 14 elementos de PSM de la OSHA 29 CFR 1910.119 y de la EPA RPM 40 CFR Parte 68 basan su cumplimiento con base a la información y documentos técnicos que la IIAR propone.

“IIAR tiene pautas para la regulación de OSHA y EPA, y también pautas para el diseño e instalación del equipo, operaciones, operación, seguridad y procedimientos de operación, inspección y mantenimiento de arranque, contaminación del agua, criterios mínimos de seguridad, ventilación de la sala, diseño de la sala de máquinas, identificación de tuberías de refrigeración de amoníaco y pautas para evitar fallas en las componentes causadas por una presión o choque anormal” (Zúñiga, 2008, p.21).

Tanto la EPA 40 CFR, como la OSHA 29 CFR comparten regulaciones que apuntan a la integridad mecánica, respuesta de emergencia y capacitación de los operadores.

5.2.7. Análisis de seguridad de procesos (HAZOP)

El estudio de HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas. Se enfoca en determinar cómo un proceso puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir. Es un trabajo de equipo realizado por un grupo multidisciplinario de expertos que involucra un “brainstorming” o tormenta de ideas, coordinado por un especialista de HAZOP. El método se apoya en la pericia de los miembros del equipo y su experiencia anterior en instalaciones similares. Para cada riesgo identificado, se determina su probabilidad y severidad de ocurrencia y se realizan recomendaciones para mitigar o eliminar dichas situaciones peligrosas. La técnica del HAZOP es el método disponible de análisis de riesgos más riguroso, pero no puede proporcionar la

seguridad completa de que todos los riesgos han sido identificados ya que el resultado del estudio depende fundamentalmente de la performance del equipo. El HAZOP es un trabajo de equipo y el éxito o fracaso del mismo es de “todo el equipo”.

El objetivo de la técnica de HAZOP es identificar los potenciales riesgos en las instalaciones y evaluar los problemas de operabilidad. Aunque la identificación de riesgos es el objetivo principal del método, los problemas de operabilidad deben ser revelados cuando éstos tienen impacto negativo en la rentabilidad de la instalación o conducen también a riesgos. Se determinan así los escenarios peligrosos para el personal, instalaciones, terceras partes y medio ambiente, y las situaciones que derivan en una pérdida de producción.

Se puede aplicar indistintamente a todo tipo de instalaciones ya sean nuevas, existentes o en casos de modificaciones de unidades en operación. En el caso de nuevas instalaciones, el estudio se puede realizar en cualquiera de las etapas del proyecto, como ser: diseño conceptual, durante la ingeniería básica o de detalle, o antes de la puesta en marcha. Se deberá tener en cuenta que los cambios resultantes del análisis van a tener distinto impacto en función del grado de avance del proyecto. Por lo tanto, es aconsejable realizarlo en una etapa temprana del proyecto una vez que estén definidos los ítems relevantes.

La información fundamental requerida para realizar un HAZOP, y sin la cual este estudio no puede realizarse, son los Diagramas P&ID's, Diagramas de Proceso, Plot Plan de la instalación y la Descripción del Proceso/Filosofía de Operación. Como información soporte se recurre a las Hojas de Datos de Equipos e Instrumentos, Balances de Masa y Energía, Matriz de Causa y Efecto, Planos de Clasificación Eléctrica de Áreas, Planos de Cañerías, etc., según se requiera. La calidad del estudio de HAZOP depende directamente de la calidad y cantidad de información disponible.

El equipo que realiza el estudio de HAZOP debe estar integrado por especialistas de distintas áreas, con el objeto de generar múltiples puntos de vista sobre un mismo problema y dirigido por una persona experimentada en la técnica de HAZOP. Un grupo típico estaría formado por especialistas de Procesos, Instrumentación, Mecánica, Electricidad, Operaciones, Mantenimiento, Seguridad y Medio Ambiente y coordinado por el facilitador o líder de HAZOP que debe estar familiarizado con todas las especialidades intervinientes en el estudio. El facilitador debe conducir el análisis, motivar al equipo, mantener al grupo enfocado en el análisis, hacer participar a todas las personas, documentar la información generada y mantener la calidad del estudio. El número ideal de participantes está comprendido entre 4 y 8 personas. Un mayor número de integrantes hace más difícil el acuerdo en las discusiones que se generan y con un menor número de personas se corre el riesgo de que se generen pocas ideas. Los integrantes del grupo deben interrumpir sus actividades diarias normales durante el HAZOP y dedicarse exclusivamente al mismo ya que requiere el mayor aporte de cada uno. Es posible que algunos especialistas no estén dedicados full time al análisis y que sean convocados sólo cuando se los necesite.

5.2.8. Gestión del cambio (MOC)

Gestión de Cambio (MOC, por sus siglas en inglés) es una técnica de uso muy común. Sus objetivos son:

Identificar las posibles consecuencias de un cambio de procesos.

- Planificar con antelación, de modo que se puedan adoptar medidas adecuadas, antes de que se produzca un cambio, y continuamente cuando el cambio avance. Con respecto a los riesgos operacionales, el proceso garantiza que:

- Se identifiquen y analicen los peligros, y se evalúen los riesgos.
- A fin de manejar niveles aceptables de riesgos, se tomen decisiones adecuadas para evitarlos, eliminarlos o controlarlos, y que se los mantenga durante el proceso de cambio.
- El cambio no introduzca nuevos riesgos que pasen inadvertidos.
- El cambio no potencialice los peligros ya resueltos.
- El cambio no aumente el potencial de gravedad de un riesgo existente. Este proceso se aplica cuando en sitio se modifica: la tecnología, equipos, instalaciones, prácticas y procedimientos, especificaciones de diseño, materias primas, situaciones organizacionales o de personal, y estándares o regulaciones.

Un proceso de MOC debe considerar:

- Seguridad de los empleados que hacen los cambios;
- Seguridad de los empleados en las áreas de trabajo adyacentes;
- Seguridad de los empleados que participarán en las operaciones, tras haberse realizado los cambios;
- Aspectos ambientales;
- Seguridad pública;
- Seguridad y calidad de los productos;

- Protección contra incendios para evitar daños materiales, y la interrupción de actividades.

El Estándar de OSHA (1992) Gestión de Seguridad en Procesos (29 CFR 1910.119) exige que todas las operaciones que se incluyen, cuenten con su respectivo MOC. Ninguna otra regulación de OSHA contiene requisitos similares, sin embargo, OSHA no aborda los procesos MOC en ningún documento informativo (OSHA, 1994). Además, este tema es un requisito para lograr la designación en los Programas de Protección Voluntaria de OSHA.

Tres estudios establecen que el contar con un Sistema MOC como parte de la Gestión de Riesgos de la operación, es muy útil para reducir el potencial de lesiones graves. Este autor revisó más de 1.700 informes de investigación de incidentes, principalmente de lesiones graves, que respaldan la necesidad y el beneficio de un Sistema MOC. Estos informes demostraron que una gran cantidad de incidentes que causan lesiones graves, ocurren:

Cuando se realizan labores inusuales y no rutinarias;

En actividades no productivas;

En operaciones de modificación o construcción en la planta (por ejemplo, al reemplazar un motor de 800 libras en una plataforma, a 15 pies de altura);

Durante las paradas para fines de reparación y mantenimiento, y en el reinicio;

Donde existen grandes fuentes de energía (eléctricas, vapor, neumáticas y químicas);

Donde ocurran alteraciones (situaciones que van de lo normal a la falla).

Planificación y respuesta ante emergencias (HAZMAT):

Revisión de seguridad previa al inicio (PSSR):

En breve:

Los estudios y las estadísticas indican que una efectiva Gestión de Cambio (MOC)/planificación pre-laboral, dentro de un sistema de gestión de riesgos de operaciones, reduce la posibilidad de sufrir lesiones graves.

Las guías específicas resultado de la práctica, pueden ayudar a los profesionales de SH&E, para iniciar y utilizar un Sistema MOC.

Se analizan ejemplos de la vida real de sistemas MOC, implementados en operaciones distintas a la química (y disponibles en PS Extra). Los profesionales de SH&E pueden remitirse a estos ejemplos, al formular un Sistema MOC que se adecúe a necesidades operacionales particulares.

5.2.9. Revisión de seguridad previa al inicio (PSSR)

La revisión de seguridad previa al inicio (PSSR) utiliza el estándar de gestión de seguridad de procesos para realizar una evaluación integral que determina si el dispositivo se puede iniciar de forma segura. Es un elemento básico del sistema de gestión de seguridad de procesos en OSHA, y ha sido ampliamente utilizado en la refinación de petróleo y otras industrias de alto riesgo a escala global. La lista de verificación de seguridad de PSSR es la base y fundamento de la PSSR, además, la calidad de la lista de verificación de seguridad de PSSR puede afectar directamente el procedimiento y el resultado de la PSSR.

5.2.10. Planificación y respuesta ante emergencias (HAZMAT)

El término inglés “hazmat” es una abreviatura común para materiales peligrosos. Los materiales peligrosos pueden causar daños permanentes en el medio ambiente y perjudicar al público en general.

De acuerdo con la Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA), el término “hazmat” o materiales peligrosos, “incluye aquellos materiales diseñados por el Secretario del Departamento de Transportación que presentan un riesgo inaceptable para el público y el medio ambiente”.

Si bien el objetivo estratégico de accidentes cero esta cada vez más presente en la cultura preventiva de nuestro tejido industrial, el riesgo cero no existe y, por tanto, la materialización de incidentes en los que se vean involucradas sustancias peligrosas –HAZMAT- (acrónimo en inglés de HAZardous MAterials)- es algo inherente a la propia actividad industrial ya sea en instalaciones de producción, almacenamiento y/o transporte.

Es por ello que, tanto los Servicios Públicos de Extinción de Incendios, como los equipos de intervención industriales, pueden verse involucrados de manera asidua en la intervención ante una emergencia HAZMAT. Por tanto, es de vital importancia la capacitación del personal que interviene en una emergencia HAZMAT, la cual permite establecer una intervención de manera rápida, ágil y eficaz en función en las características de las sustancias involucradas en la emergencia.

Actualmente, no existe a nivel europeo y/o nacional un marco normativo regulador en el que se establezca una formación reglada y estandarizada para la formación de un equipo de intervención, sea público o privado, en la cual se establezcan los protocolos de actuación ante una emergencia HAZMAT. Así, es de vital de importancia recurrir a normas internacionales de reconocido prestigio que se encuentren contrastadas en cuanto a su operatividad y su eficacia a la hora de desarrollar un programa formativo en materia HAZMAT.

5.3.Marco Legal

Ley 09 de 1979: Por la cual se dictan medidas sanitarias. Normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.

Ley 29 de 1992: aprueba el protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Ley 55 de 1993: Por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990.

Ley 320 de 1996: Se aprueba del Convenio 174 de la OIT sobre Prevención de Accidentes Industriales Mayores.

Ley 1523 de 2012: Se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Decreto Ley 1295 de 1994: Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.

Decreto 1973 de 1995: Por el cual se promulga el Convenio 170 sobre la Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.

Decreto 321 de 1999: Adopta el plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.

Decreto 1609 de 2002: Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

Decreto 1072 de 2015: Establece que el empleador o contratante debe aplicar una metodología para identificar y evaluar los riesgos en materia de seguridad y salud en el trabajo, como también establece la implementación de planes de prevención, preparación y respuestas ante emergencias

en los centros de trabajo.

Decreto 308 de 2016: Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres.

Decreto 1496 de 2018: Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

Resolución 0001 de 1995: En las cuales se dispone el control de algunas sustancias peligrosas.

Resolución 0001 del 2015: Establece un modelo de control de productos químicos o sustancias químicas, con el fin de restringir o prohibir el almacenamiento, conservación o transporte de las sustancias que se encuentran en la lista del artículo 4 del capítulo 1 de la presente resolución. Es muy importante destacar que, dentro de este listado de sustancias y productos químicos controlados, se encuentra el Amoniaco.

CONPES 3868 de 2016 Política de Gestión del Riesgo Asociado al Uso de Sustancias Químicas y la necesidad de implementación en el país de un Programa de Prevención de Accidentes Mayores.PPAM.

6. Marco Metodológico De La Investigación

6.1. Tipo de Investigación

El método investigativo fue de tipo Correlacional, ya que busco establecer una relación entre los accidentes ocurridos en el sector industrial y la manipulación de químicos peligrosos dentro de los procesos de la industria alimentaria.

6.2. Tipo de Paradigma

Esta investigación se basó en un paradigma tipo mixto, ya que en ella se usaron técnicas cuantitativas y cualitativas para la recolección y análisis de datos, los cuales ayudaron a dar respuesta a la pregunta de investigación de una manera más precisa, este tipo de análisis de datos ayuda a tener un mayor conocimiento de la problemática expuesta.

6.3. Método de Investigación

El método de investigación deductivo, debido a que se conoció diferentes accidentes ocurridos a nivel mundial sobre las sustancias químicas altamente peligrosas, en donde se evaluó, cuales fueron esas que pueden afectar a la industria de alimentos.

6.4. Fuentes de Información

6.4.1. Fuentes primaria.

Se refiere a toda la información suministrada por parte de las empresas del sector alimento, ya que se realizaron una serie de visitas cortas a algunos procesos productivos, concentrándose especialmente en los procesos que conlleven algún tipo de transformación, fabricación, transporte, almacenamiento y uso de químicos peligrosos.

6.4.2. Fuente secundaria.

Las fuentes de información secundaria se componen de datos obtenidos mediante consultas a Instituciones como el Departamento Nacional de Estadística, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, entre otros artículos relacionados a la Gestión de seguridad de Procesos en diferentes industrias, también la normativa internacional como la OSHA 29 CFR 1910.119 y normativa nacional apporto gran material informativo y marco legal al proyecto investigativo.

6.5.Población

Las empresas de la industria de alimento que manipulan o almacenan químicos altamente peligrosos en sus procesos operativos son la población a la cual se dirigió el desarrollo y resultado de esta investigación.

6.6.Muestra

40 artículos relacionados a la seguridad de procesos de químicos altamente peligrosos.

Los sectores productivos que fueron visitados con el fin de conocer los procesos que manipulan o almacenan químicos peligrosos representan un factor importante dentro de la muestra, en ella se logró recolectar información primaria de 3 sectores productivos relacionados con los alimentos, como Plantas de Beneficio de Animales (3), Plantas de alimento concentrado (2) y Granjas de cría de diferentes tipos de animales (10)

6.7.Criterios de Inclusión

Se tuvieron en cuenta solo aquellos procesos y artículos que están relacionados con la manipulación, transformación y almacenamiento de químicos peligrosos dentro de las industrias del sector alimentario.

6.8.Criterios de Exclusión

No se tuvo en cuenta los procesos y artículos que no están relacionados con la manipulación,

transformación y almacenamiento de químicos peligrosos dentro de las industrias del sector alimentario

6.9. Instrumentos de Recolección de Datos

Los medios para la recolección de la información que garantizaron mantenerla ordenada para su posterior análisis, se basaron en la observación directa de los procesos, áreas de trabajo y documentación física, análisis de contenido y datos secundarios.

6.10. Fases

Para facilitar la realización del proyecto se optó por llevar a cabo las siguientes fases.

6.10.1. Fase 1 Hacer un diagnóstico inicial de los químicos altamente peligrosos presentes en industria de alimento

En esta fase se realizó el diagnóstico sobre las sustancias químicas peligrosas presentes en la industria alimentaria, para esto se realizaron visitas a los procesos productivos de empresas pertenecientes a la industria de alimento, en ellas se visitaron algunos de los procesos productivos y se lograron encontrar prácticas que conllevaban el uso de químicos, así también como áreas de almacenamiento de químicos y procesos industriales que hacen uso de estos. Este diagnóstico también consistió en levantar un inventario de sustancias químicas peligrosas presentes en los diferentes procesos de la industria, se diseñó un formato que facilita la recolección de la información y permite conocer no solo el tipo de sustancia, sino que también su nivel de peligrosidad.

6.10.2. Fase 2 Realizar una evaluación de los químicos altamente peligrosos con el uso de matrices de evaluación de riesgo.

La evaluación de riesgos se realizó con base en una matriz de elaboración propia, la cual permite conocer el nivel de significancia o peligrosidad de las sustancias, facilitando la

jerarquización de las mismas y priorizando aquellas que pueden ser altamente peligrosas con potencial de generar daños mayores.

Inicialmente desde la fase de diagnóstico se lograron identificar las características de dichas sustancias, priorizando aquellas que cuentan con hoja de seguridad de 16 puntos, aquellas que cuentan con pictogramas de Sistema Global Armonizado y las que cuentan con diamante de fuego de la NFPA 704, con base en los anteriores criterios se eligieron las sustancias que podrían haber sido evaluadas, ya que solo con base en esa información se podrían tener en suficiente juicio para realizar una evaluación subjetiva de las mismas.

Posterior se evaluaron las sustancias de acuerdo a los parámetros señalados en los resultados del proyecto.

6.10.3. Fase 3 Diseñar el programa de PSM, bajo los requisitos de la norma OSHA 29 CFR 1910.119 para los procesos que manipulan químicos altamente peligrosos en la industria de alimento

Una vez conociendo aquellas sustancias que por su nivel de peligrosidad en la industria requieren abordarse desde un programa de PSM, se diseñó dicho programa el cual busca controlar los procesos industriales que manipulan estas sustancias bajo los lineamientos de la norma OSHA CFR 29 1019.119.

Para esto se buscó en la bibliografía de la OSHA los requisitos para establecer un programa de PSM y de acuerdo a sus términos de referencia, fue diseñado el manual del Programa de Seguridad de Procesos, el cual es aplicable a cualquier industria que requiera tener un control operativo bajo la seguridad de procesos PSM en su negocio

6.11. Cronograma

Ilustración 1 cronograma

TAREAS	INICIO	FIN	DIAS	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Diagnostico	17/07/2020	08/08/2020	53							
Visitas de Campo	17/07/2020	31/08/2020	45							
Diseño de formato / Inventario de Sustancias Químicas Peligrosas	29/07/2020	12/08/2020	14							
Realizar Inventario de Sustancias Químicas Peligrosas	30/08/2020	08/09/2020	29							
Evaluación Riesgo	21/09/2020	11/11/2020	51							
Revisión Información Bibliográfica	12/09/2020	27/10/2020	45							
Diseñar Matriz de Evaluación de Riesgos	1/10/2020	19/10/2020	18							
Realizar Matriz de Evaluación de Riesgos	15/10/2020	01/11/2020	22							
Analizar la Evaluación de los Riesgos	01/11/2020	11/11/2020	5							
Diseño Programa de PSM	30/11/2020	30/01/2021	45							
Descripción de los Químicos Peligrosos Significativos	30/11/2020	01/12/2020	20							
Descripción de los procesos	20/11/2020	10/12/2020	20							
Diseñar Manual de PSM (34 Elementos de PSM OSHA 2916.519)	10/12/2020	20/01/2021	41							
Diseñar Formato de Auditoría PSM para Químicos Peligrosos en la Industria de Alimentos	20/12/2020	25/01/2021	36							
Entrega Final			149							
	TOTAL DIAS		149							

Fuente. Propia

7. Resultados

Para este apartado se da solución de cada uno de los objetivos teniendo en cuenta a información recolectada

7.1.Fase 1 Diagnostico

7.1.1. Análisis De La Información

Para llevar a cabo un análisis adecuado de la información es necesario utilizar una serie de elementos y herramientas que faciliten acomodar de forma clara los datos obtenidos en la fase de Pre evaluación, para esto se utilizaron las siguientes herramientas de análisis.

Herramienta para inventario de químicos

Matriz de evaluación de riesgos químicos

7.1.2. Formato inventario de sustancias químicas

Unas de las principales tareas dentro de este proyecto es la creación del inventario de sustancias químicas peligrosas usadas en la industria de alimentos, estas sustancias se presentan en gran variedad de tamaños, empaque, estados y usos, debido a la gran cantidad de procesos que existen alrededor de la actividad industrial (Áreas de proceso, limpieza & desinfección, Mantenimiento, funcionamiento de equipos, etc.).

La identificación de las sustancias químicas peligrosas se realizado mediante el uso de un formato, el cual contiene información relacionada al tipo de sustancia química. A continuación, se describe a detalle cada uno de los ítems evaluados dentro del formato de inventario de sustancias químicas.

Imagen 2 Formato de inventario de sustancias químicas

SUSTANCIA QUIMICA	SUSTANCIA CONTROLADA	SUSTANCIA CONTROLADA POR OSHA 1910,119	USO	UBICACIÓN ALMACENAMIENTO	NOMBRE PROVEEDOR	CLASIFICACION GHS	NFPA 704	EPP	PRIMEROS AUXILIOS	CANCERIGENO
(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)	(Explicación)
Nombre del Producto	Resol 0001/15	CFR 29 - Apéndice A	Uso mas Comun	Proceso que Generalmente lo Almacena	Fabricante mas conocido	Sistema Global Armonizado (Decreto 1496/2018)	Diamante de Materiales Peligrosos	Elementos de protección personal que pide la MSDS	Especificados en la MSDS	Sustancia Cancerígena
(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)	(Ejemplo)
CEMENTO	Si	NO	Fundiciones y resanes	Estiva sacos de cemento	CEMEX ARGOS	Inflamable Irritante/Nocivo Daño a la salud	Salud : 3 Inflamabilidad : 0 Reactividad : 1	Gafas de seguridad con protección lateral y frontal. Guantes de goma de butilo.	Inhalacion: para quienes proporcionan asistencia medica eviten la exposicion de ustedes mismo o de otros. Piel:lavar la area contaminada con agua y	NO

Fuente. Propia

En la imagen 2 se observa un formato de inventario de sustancias químicas, donde se aprecia una imagen general de los riesgos relacionados a cada sustancia química peligrosa y su información específica, esta información servirá de línea base para realizar la adecuada evaluación del riesgo y su posterior control.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la fase 1 la cual contiene el diagnóstico de sustancias químicas realizadas a través del formato de inventario de sustancias químicas

Imagen 3 Bodega de almacenamiento de residuos industriales



Fuente. Propia

En la imagen 3 se puede apreciar una bodega de almacenamiento de residuos industriales, se puede observar un canal al lado izquierdo de los recipientes.

Imagen 4 Bodega de químicos



Fuente. Propia

En la imagen 4 podemos observar la Bodega de químicos, en donde las sustancias deben estar debidamente etiquetadas o marcadas.

Imagen 5 Ducha lavaojos



Fuente. Propia

En la imagen 5 se puede observar una fuente lavaojos o ducha lavaojos es un dispositivo de laboratorio capaz de irrigar con abundante agua los dos ojos de una persona para conseguir una descontaminación rápida y eficaz de las salpicaduras que hubieran podido afectar los ojos.

Imagen 6 Planta de refrigeración con amoníaco



Fuente. Propia

En la imagen 6 observamos una planta de refrigeración de Amoníaco, este fue el primer refrigerante utilizado en plantas de refrigeración por medio de compresión mecánica en 1876 por Carl von Linde.

Imagen 7 Almacenamiento de cilindros presurizados



Fuente. Propia

En la imagen 7 se puede apreciar los cilindros presurizados debidamente almacenados, esto se hace con el fin de evitar posibles accidentes, y además llevar un control detallado de cada cilindro, identificando la ubicación y estado actual.

Imagen 8 Almacenamiento temporal de químicos



Fuente. Propia

En la imagen 8 se puede observar un punto de almacenamiento temporal, el cual sirve para almacenar temporalmente los residuos químicos, mientras se realiza su tratamiento o disposición final.

Imagen 9 Almacenamiento de cilindros



Fuente. Propia

En la imagen 9 se observa un punto de almacenamiento de cilindros, es un lugar definido donde se mantiene un stock constante de cilindros llenos y los cilindros de vacíos se almacenan hasta que son retirados.

Imagen 10 Almacenamiento temporal de aceite para motor



Fuente. Propia

En la imagen 10 se puede evidenciar el espacio de almacenamiento temporal de aceite para motor, este depósito temporal de aceites usados que no supone ninguna forma de eliminación o aprovechamiento de los mismos.

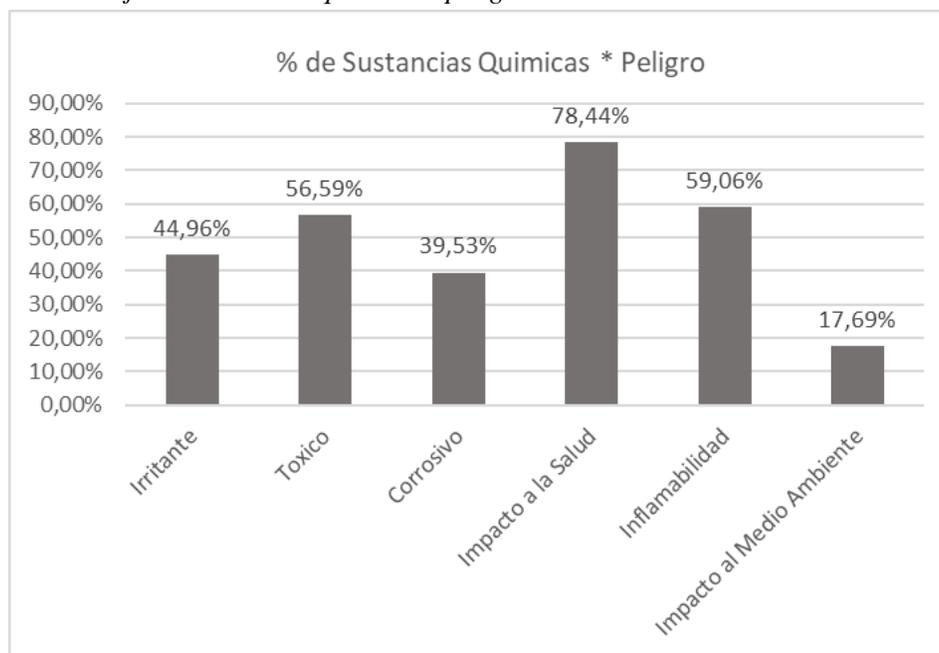
Imagen 11 Tanque de almacenamiento de GLP



Fuente. Propia

En la imagen 11 se observa el tanque de almacenamiento de GLP, estos se deben situar en espacios bien ventilados, protegidos del sol, del agua, de la humedad y de ambientes corrosivos. Es preferible ubicar los tanques en áreas exteriores para minimizar los riesgos.

*Grafica 1 Porcentaje de sustancias químicas *peligro*



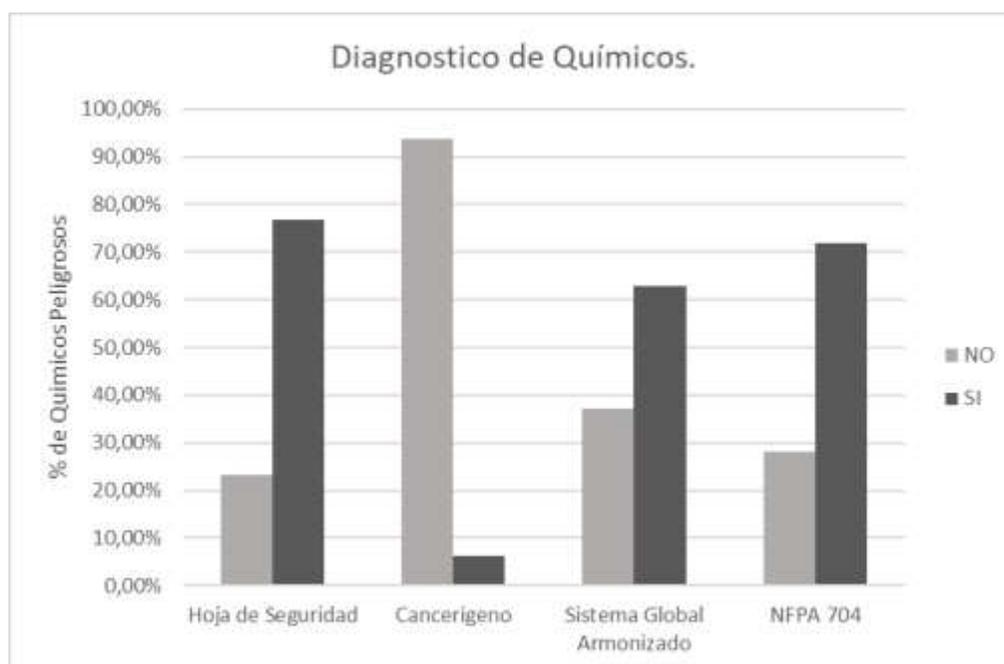
Fuente. Propia

En la gráfica 1 se puede observar que la mayor parte de los químicos tienen un impacto a la salud con un 78% de los químicos identificados, por otro lado, el peligro que se presenta en menor frecuencia es el de impacto al medio ambiente con un 17,5% de los químicos.

El 59% de los químicos tienen características de inflamabilidad, seguido del peligro toxico con un 56%.

De lo anterior se puede decir que la mayor parte de los químicos que se utilizan en la industria alimentaria tienen algún grado de impacto a la salud, lo que es preocupante ya que se trata de procesos que producen alimentos de consumo.

Gráfica 2 Diagnostico de químicos



Fuente. Propia

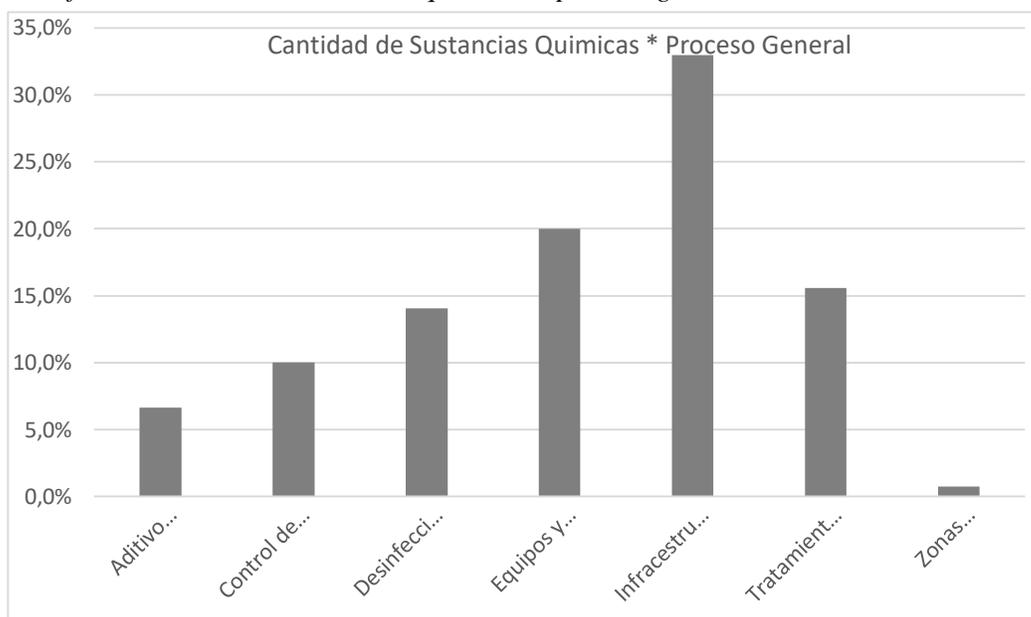
La grafica anterior muestra algunos elementos que ayudan a conocer la forma en que se está manejando la gestión de químicos en la industria alimentaria.

El 76% de los químicos contaban con Hoja de Seguridad (MSDS), por otro lado, solo el 6% de los químicos identificados contienen Características Cancerígenas.

Del Porcentaje de químicos que tienen hoja de seguridad, el 72% cuentan con el Código NFPA 704 y el 62% con SGA.

Lo anterior demuestra que no todos los químicos contienen en sus MSDS la información necesaria para hacer la identificación de riesgos y peligros relacionados a estos.

*Grafica 3 Cantidad de sustancias químicas * proceso general*

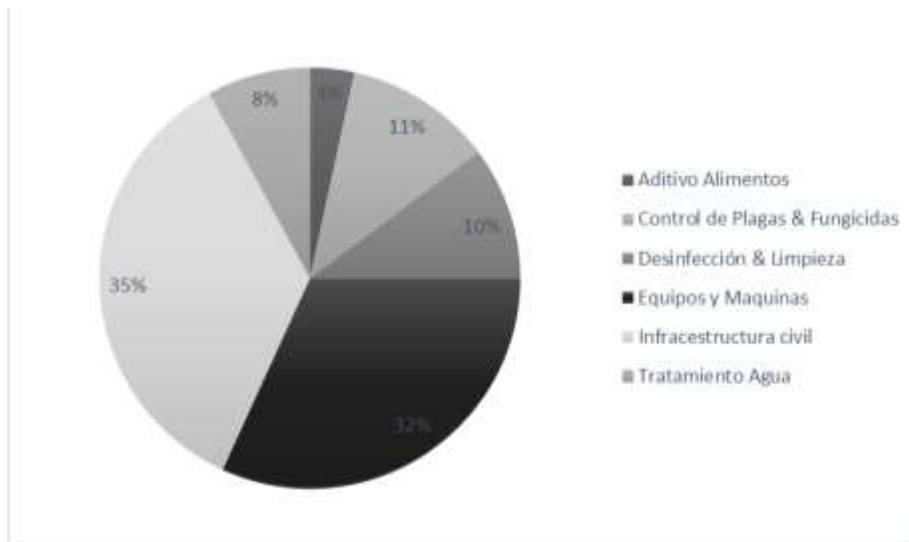


Fuente. Propia

El proceso de infraestructura civil, el cual es todo lo relacionado con obras de reparación de infraestructura, mantenimiento locativo, nuevos proyectos de ampliación, entre otros. Es el proceso que más Químicos contiene en sus tareas y actividades con un total del 33% de los químicos identificados. Seguido de Equipos y Maquinas con el 20% y finalmente el 1% de los

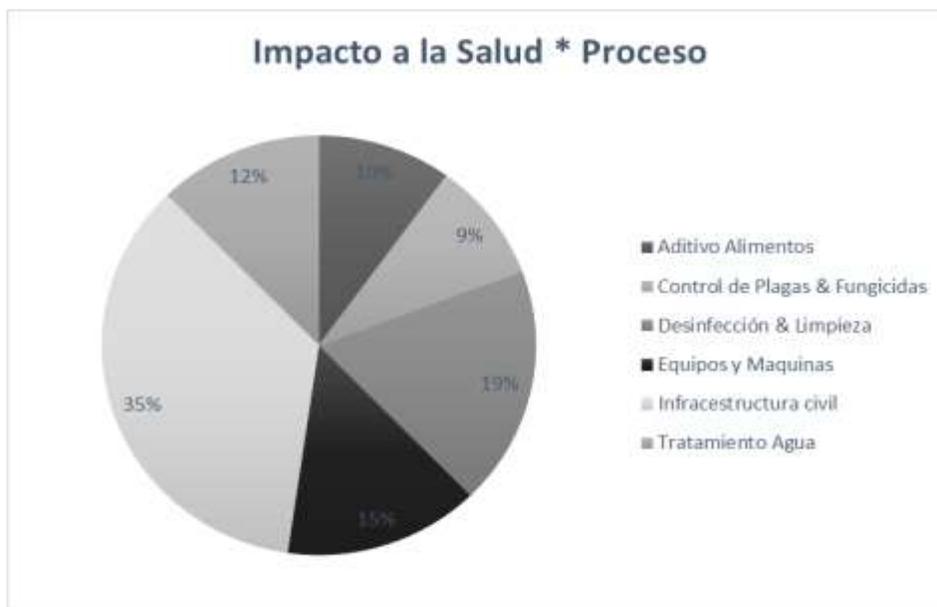
químicos se pudo identificar que es para el mantenimiento de las zonas verdes.

*Grafica 4 Químicos inflamables *proceso*



Fuente. Propia

Grafica 5 Impacto a la salud Impacto a la salud

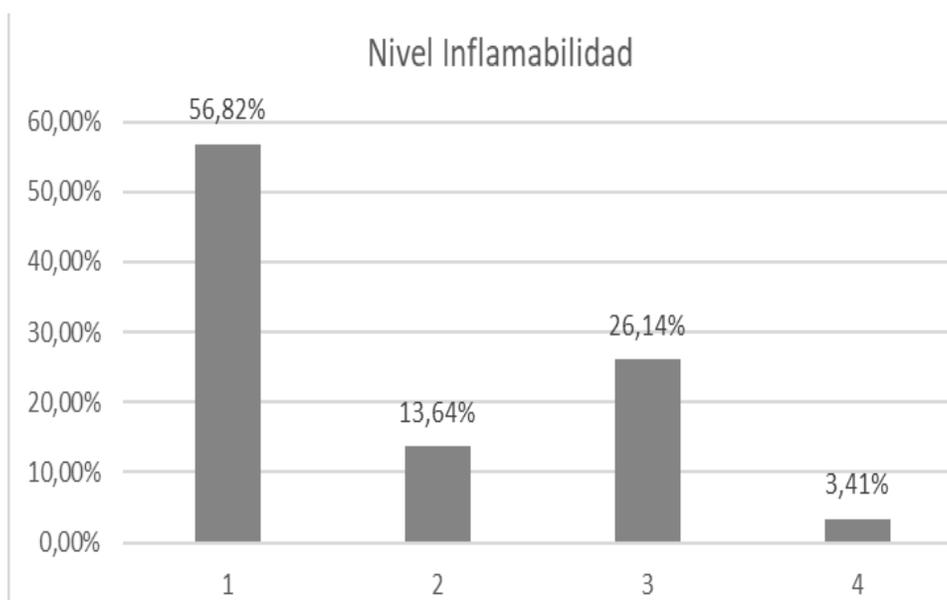


Fuente. Propia

La mayor parte de los químicos con características de Inflamabilidad e impacto a la salud se encuentra en el proceso de Infraestructura Civil con el 35% de los datos recolectados.

Por otro lado, el 32% de los químicos inflamables están en el proceso de Equipos y Maquinas, contrario al impacto a la salud donde el segundo mayor grupo de químicos se encuentra en el proceso de desinfección & Limpieza con el 19% del total de químicos identificados.

Grafica 6 Nivel de inflamabilidad



Fuente. Propia

En una gráfica anterior se pudo analizar que el 59% de los químicos identificados tienen características de inflamabilidad.

Esta grafica muestra que el 26% de esos químicos inflamables tienen un nivel 3 dentro del código NFPA 704, lo que les permite generar fuego a partir de los 37° centígrados.

Por otra parte, el 57% de los químicos inflamables tienen un nivel bajo de inflamabilidad. Por ultimo solo el 3,4% de los químicos tienen un nivel muy alto de inflamabilidad y lo utilizan los procesos de Control de Plagas e Infraestructura Civil.

Grafica 7 Químicos con nivel 3 de impacto a la salud



Fuente. Propia

Los químicos con nivel 3 de impacto a la salud dentro del código NFPA 704 son aquellos que pueden ser muy peligrosos, que tienen un alto nivel de toxicidad y que pueden dejar lesiones permanentes.

En la gráfica se puede observar que el 52% de los químicos que tienen este nivel de impacto a la salud, se encuentran en el proceso de Desinfección y Limpieza.

Tabla 1 Resumen inventario de sustancias químicas

Datos	Cantidad
Numero de Sustancias	270
Sustancias Controladas Resol 0001/15	19
Sustancias Controladas por OSHA 1910,119	1

Fuente. Propia

Se lograron identificar un total de 270 sustancias químicas presentes en la industria de alimentos.

La resolución 0001/2015 muestra un listado de sustancias controladas, que para efecto de los resultados de este proyecto en el actual inventario se detectaron 19 sustancias que están controladas por dicha resolución.

De las 270 sustancias químicas identificadas se lograron encontrar en dichos procesos 207 hojas de seguridad, las cuales cumplían con el total de 16 puntos que requiere tener toda hoja de seguridad de un químico.

Solo una Sustancia está controlada por la OSHA 1910,119 y está relacionado con la sustancia Química NH₃ (Amoniaco) la cual es utilizada en la refrigeración industrial.

7.2.Fase 2 Evaluación

7.2.1. Matriz Evaluación de Riesgos Químicos

La evaluación de los riesgos para los productos químicos se realizó de acuerdo a una matriz modificada del método William T. FINE, el cual sirve para cuantificar la magnitud de los riesgos existentes o identificados, logrando jerarquizarlos racionalmente y priorizar las medidas de corrección o acción.

La matriz se basó en la identificación de un Agente Químico, posterior se pudo establecer su riesgo más crítico con base en la información técnica de las sustancias, seguido se evaluó los riesgos identificados con base en cinco categorías de evaluación. (Probabilidad, Gravedad,

Impacto a la Salud, Restricciones dentro de la norma OSHA 1910,119.) El rango de evaluación para cada categoría es de 1 a 5, Finalmente al sumar los valores suministrados por cada categoría de evaluación, se obtiene un valor del riesgo el cual va de valores superiores a 1 e inferiores a 20.

Tabla 2 Matriz evaluación de riesgos químicos

Agente Químico	Descripción del Riesgo	Probabilidad (Ocurrencia)	Gravedad (Impacto)	Impacto a la Salud	Restricciones Normativas OSHA 1910.119	Valor del Riesgo	Nivel de Riesgo
Gas Licuado de Petróleo GLP ACPM	Explosión	3	4	3	0	10	Importante
	Fugas	4	4	4	0	12	Importante

Fuente. Propia

A continuación, se describirá en que consiste cada uno de los parámetros utilizados en la matriz de evaluación de riesgos.

PROBABILIDAD: Es decir, el numero esperado de veces que pueda ocurrir un evento o accidente.

Tabla 3 Escala de probabilidad

ESCALA DE PROBABILIDAD	VALOR
Probabilidad remota (Prácticamente imposible que se presente o coincidencia, no ha ocurrido en ningún proceso similar.	1-2
Es posible (No sería nada extraño si se presenta, ha ocurrido alguna vez en procesos similares a este).	3
Casi segura (Es el resultado más probable y esperado) ha ocurrido más de una vez en otros procesos Similares a este.	4 - 5

Fuente. Propia

SEVERIDAD: Es el nivel de consecuencia esperada que se puede llegar a producir

Tabla 4 severidad del daño

SEVERIDAD DEL DAÑO	VALOR
Daños Superficiales o accidentes menores que no requieren de ningún periodo de incapacidad.	1-2
Daños Serios, lesiones graves, periodo de incapacidad, daños serios a la propiedad.	3
Evento Catastrófico (Numerosas Muertes, Daños graves a la propiedad, cierre de la actividad de la empresa.	4 - 5

Fuente. Propia

IMPACTO A LA SALUD: Es el nivel del potencial de impacto generado a la salud que pueda tener una sustancia química peligrosa en caso de emisiones o derrames no controlados.

Tabla 5 Impacto a la salud

IMPACTO A LA SALUD	VALOR
Ausencia de peligro	1
Puede causar irritación Significativa	2
Puede requerir periodo de incapacidad, lesiones temporales o residuales.	3
Puede causar lesiones graves o permanentes	4
Puede ser letal	5

Fuente. Propia

RESTRICCIONES DE LA OSHA 1910,119: Son las sustancias clasificadas por la normativa OSHA como altamente peligrosas y que por sus características o cantidades requieren de un programa de seguridad de procesos.

El Apéndice A de la norma contiene una lista de productos tóxicos y reactivos altamente peligrosos que presentan un potencial de evento catastrófico

Tabla 6 restricciones de la OSHA 1910,119

	CAS	TQ
Acetaldehyde	75-07-0	2500
Bromine	7726-95-6	1500
Chlorine	7782-50-5	1500
Diethylzinc	557-20-0	10000
Nitrogen Dioxide	10102-44-0	250

Fuente. Propia

NIVEL DEL RIESGO: Este depende de la relación directa de cada una de las categorías a evaluar, indicando el nivel de prevención que se requiere para contrarrestar los efectos negativos que puedan dar a lugar por la ocurrencia de un peligro identificado.

Tabla 7 Valoración del riesgo

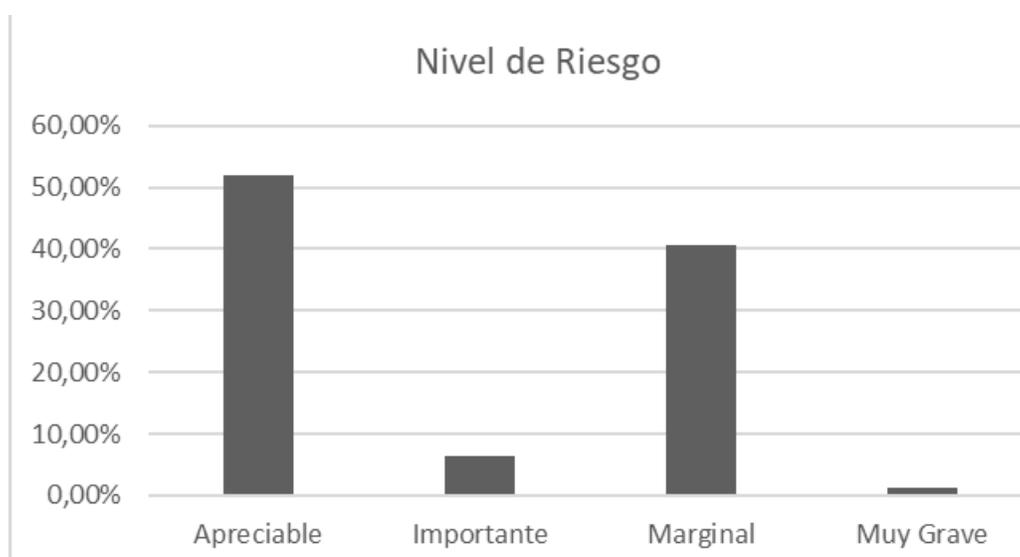
VALORACIÓN DEL RIESGO			16
4	8	12	17
5	9	13	18
6	10	14	19

Fuente. Propia

-  Riesgo muy grave. Requiere de medidas correctivas y preventivas urgente
-  Riesgo importante. Se deben tomar medidas preventivas obligatorias.
-  Riesgo apreciable. Es recomendable introducir medidas preventivas para reducir el riesgo.
-  Riesgo marginal, No requiere medidas preventivas, pero se vigilará

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la fase 2 donde se identificaron y se evaluaron los riesgos más críticos de los agentes químicos.

Grafica 8 Nivel de riesgo



Fuente. Propia

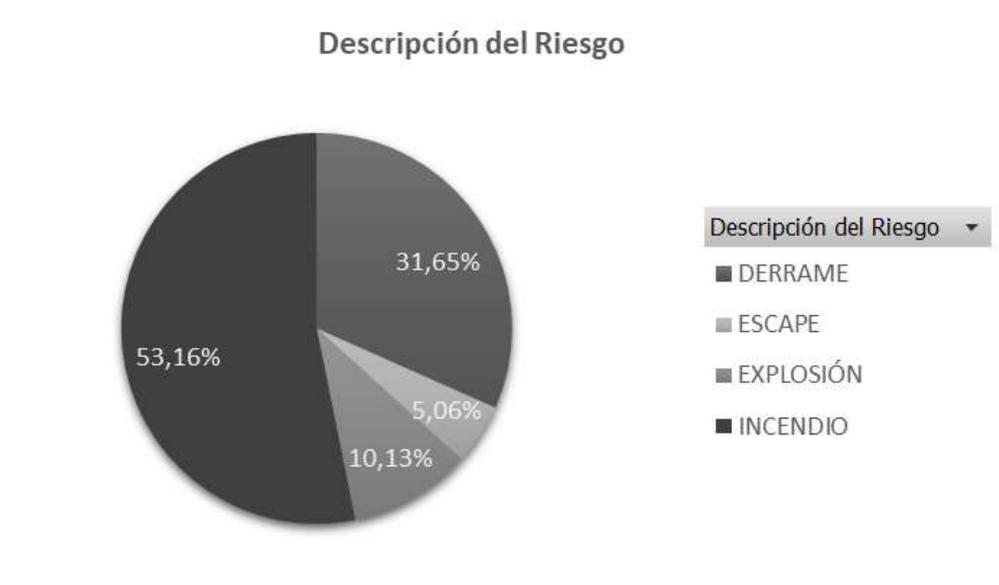
Los químicos con un nivel de riesgo Apreciable son aquellos que requiere de medidas preventivas para reducir el riesgo, en este caso representan el 51% del nivel de riesgo evaluado, seguido por nivel de riesgo Marginal con un 40%.

El nivel de riesgo Importante y muy grave son aquellos que pueden terminar en daños muy

serios o Eventos Catastrófico y representan apenas el 6% Importante y 1% muy grave.

De acuerdo a lo anterior la cantidad de químicos que pueden llevar a un accidente mayor son menos del 7 % de los químicos identificados y evaluados.

Grafica 9 Descripción del riesgo



Fuente. Propia

Los químicos por sus características conllevan a diferentes riesgos de acuerdo a su uso o proceso que lo utiliza.

Se puede analizar de la gráfica anterior que la mayor parte de los químicos 53% pueden generar conato de incendio o fuego, debido a su nivel de inflamabilidad o a su capacidad de reacción con otra sustancia.

El 31% de los químicos evaluados contienen riesgo de derrame, lo que generalmente termina en una contaminación ambiental relacionada con impacto al suelo o al aire.

Por último, el 5% de los químicos representan riesgo de liberaciones accidentales a la atmosfera

Tabla 8 nivel del riesgo

Nivel del Riesgo	Descripción Riesgo	Unidades	%
MARGINAL	Derrame	13	16,46%
	Escape	2	2,53%
	Incendio	17	21,52%
APRECIABLE	Derrame	12	15,19%
	Escape	1	1,27%
	Explosión	3	3,80%
IMPORTANTE	Incendio	25	31,65%
	Explosión	5	6,33%
MUY GRAVE	Escape	1	1,27%

Fuente. Propia

La tabla nivel de Riesgos muestra el tipo de riesgo relacionado a cada nivel del riesgo, en ella se puede encontrar el número de químicos por cada tipo de riesgo. Dentro de los principales datos que se pueden encontrar se tienen que existen 25 químicos relacionados por Incendio en valor de riesgo Apreciable y estos representan el 31% de todos los químicos evaluados.

Los que menor cantidad de químicos presentan son los relacionados con el Escape o liberación a la atmosfera, los cuales solo representan el 2,4% de los datos. Pero que, pese a su baja representatividad en los datos, es el único que está calificado bajo un nivel de Riesgo de Muy Grave.

Tabla 9 Valor del riesgo

QUIMICOS POR VALOR DE RIESGO

VALOR DEL RIESGO	SUSTANCIA QUIMICA	OSHA 1910,119
8	ALCOHOL 70%	NO
	ALCOHOL ACETONA	NO
	GLP	NO
10	POLVOS	NO
	COMBUSTIBLES	NO
11	CALDERAS	NO
	GASOLINA	NO
12	ACPM	NO
17	AMONIACO LIQUIDO	SI

Fuente. Propia

La norma OSHA 1910,119 genera una lista de químicos altamente peligrosos los cuales requieren de su control.

En la tabla anterior se puede observar los químicos que obtuvieron un mayor puntaje dentro de la evaluación de riesgo, dentro de estos se pueden encontrar de menor a mayor el Alcohol con un valor de 8, seguido por el Gas Licuado de Petróleo, la Gasolina y los procesos operativos de las calderas a carbón.

Por último, se pueden observar que el Amoniacó Anhidro es la sustancia con un mayor valor de riesgo (17) y adicional es el único que está catalogado por la OSHA 1910,119 como sustancia controlada.

7.3.Fase 3 Diseño del programa de PSM

En esta fase se diseñó el programa de PSM bajo los estándares de la norma OSHA 29 CFR 1910.119

- **ALCANCE Y APLICACIÓN**

Alcance

El alcance debe incluir todas las fases de las operaciones del sistema o proceso sujeto al programa de PSM en donde se incluya la conceptualización, diseño, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento.

Aplicación

Este procedimiento se aplica a todos los procesos que pertenezcan a la empresa que ejecuta el programa de PSM, y es aplicable a todos los empleados directos y subcontractados (Contratista).

La empresa debe comunicar los riesgos a los representantes de la empresa contratista.

- **FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDAD**

Director de la Empresa

El director de la empresa tiene la responsabilidad general de implementar y mantener un programa de seguridad de procesos cuando este se requiera.

Gerente de Unidad

El gerente de la unidad es la persona encargada de llevar a cabo el programa PSM en su unidad. Él debe:

Proporcionar recursos financieros y humanos suficientes para administrar el riesgo de seguridad del proceso.

Tomar decisiones relevantes con respecto a la implementación de los programas de PSM

Liderar el comité de PSM en las reuniones periódicas.

Llevar a cabo revisiones periódicas del desempeño del programa de PSM

Comité de PSM

El comité de PSM es el garante de desarrollar los programas de PSM, y garantizar la difusión correcta y oportuna de la información.

Las principales actividades del Comité son:

Ejecutar las actividades para llevar a cabo el programa PSM

Establecer parámetros mínimos para la toxicidad e inflamabilidad de las sustancias utilizadas

Revisar periódicamente el desempeño de seguridad de procesos

Apoyar investigaciones de incidentes, análisis de riesgo y otros análisis relacionados con PSM que se desarrollen en su área.

- **DEFINICIONES**

Seguridad de Procesos (PSM)

La Seguridad de Procesos es un marco disciplinado para la gestión de la integridad de los sistemas operativos y procesos de manejo de sustancias peligrosas mediante la aplicación de buenas prácticas de diseño, ingeniería, operación y mantenimiento.

Materiales y Procesos

Procesos Severamente Peligrosos (PSP)

Para hacer un mejor manejo de los riesgos del proceso, se definen algunos químicos como altamente peligrosos. Por lo tanto, los procesos que almacenan o procesan estos productos se clasifican como Procesos Severamente Peligrosos.

En la unidad [Insertar aquí el nombre del sitio], están presentes los siguientes procesos

caracterizados como PSP:

Tabla 10 Procesos Severamente Peligrosos (PSP)

Producto	Cantidad	Sector
Insertar el nombre de la sustancia	Ingrese la cantidad de la sustancia	Inserte el sector o sectores donde se usa esta sustancia
+ insertar más líneas si es necesario	+ insertar más líneas si es necesario	+ insertar más líneas si es necesario

Fuente. Propia

Procesos de Mediano Riesgo (PMR)

La definición de que productos se clasifican como Procesos mediano riesgo (PMR) se basa de acuerdo a la probabilidad de que pueda ocurrir un accidente muy grave, el cual pueda generar muertes o daños a las personas o al medio ambiente dentro del sitio.

Los PMR pueden ser productos químicos tóxicos o corrosivos, productos inflamables y polvo combustible.

Tabla 11 Procesos de Mediano Riesgo (PMR)

Producto	Cantidad	Sector
Insertar el nombre de la sustancia	Ingrese la cantidad de la sustancia	Inserte el sector o sectores donde se usa esta sustancia
insertar más líneas si es necesario	insertar más líneas si es necesario	insertar más líneas si es necesario

Fuente. Propia

Comité de PSM

Los pertenecientes al comité de PSM deben representar áreas críticas para PSM dentro de las actividades o procesos de la empresa. Estos deben ser elegidos por el Gerente de la unidad.

Los miembros del Comité PSM son.

Tabla 12 Comité de PSM

Nombre	Cargo	Función en el Comité	Área de Trabajo
[Inserte el nombre del líder de Operaciones aquí]	Director Regional	Patrocinador	Operaciones
[Inserte aquí el nombre del gerente de la unidad]	Gerente del sitio	Líder de Programa de PSM de la unidad	operaciones

[Inserte aquí el nombre del funcionario]	Gerente de EHS / Gerente Operaciones	Líder de Comité de PSM	EHS u Operaciones
[Inserte aquí el nombre del supervisor]	Representante de EHS (Supervisor o Ingeniero de EHS)	Soporte para implementar y mantener programas PSM en la unidad	EHS
[Inserte aquí el nombre del gerente de proyectos]	Experto técnico en Ingeniería,	implementar y mantener los Programas PSM en la unidad	Ingeniería

Fuentes. Propia

- **VISION GENERAL DEL PROGRAMA**

La empresa administra un programa de gestión de riesgos que aborda la seguridad de procesos con el fin de garantizar que los riesgos del proceso se puedan identificar, evaluar y controlar.

Este programa consta de 10 elementos que deben implementar y administrarse en los sitios de trabajo donde este programa sea requisito.

Información de Seguridad de Procesos (PSI)

Este elemento se encarga de obtener toda la documentación sobre el proceso, dentro de esta información se pueden encontrar diagramas P & ID, matrices de balance de materia y energía, inventarios, entre otros.

Adicional a lo anterior se debe incluir la información relacionada con los equipos, procesos y materiales asociados con químicos peligrosos.

A continuación, se muestran los lugares donde esta información está disponible para todas las personas afectadas:

Inventario máximo de productos peligrosos:

[Insertar aquí]

Hojas de datos de seguridad química:

[Insertar aquí]

P & ID y diagrama de flujo del proceso:

[Insertar aquí]

Descripción del proceso:

[Insertar aquí]

Estudios de vulnerabilidad:

[Insertar aquí]

Hoja de datos, manuales del fabricante y documentación de diseño del equipo de proceso:

[Insertar aquí]

Dispositivos y sistema de seguridad:

[Insertar aquí]

Inventario de dispositivos críticos de seguridad:

[Insertar aquí]

Evaluación de Riesgos de Procesos

La Evaluación de riesgo del proceso tiene el fin de identificar peligros, analizar los riesgos y controles establecidos, verifica si se requieren controles adicionales para mantener los actuales riesgos controlados.

Los métodos manejados generalmente para este proceso se basan en HAZOP (estudios de riesgo y operatividad) o SWIFT (Que pasa sí), estos procesos de evaluación deben hacerlas personas que estén relacionadas con el proceso o método a utilizar.

Debe existir un cronograma de análisis de riesgos que contenga las fechas planeadas para la elaboración de los Análisis de Riesgos de Procesos en los próximos 5 años, garantizando una planificación adecuada. El Cronograma se puede encontrar en la siguiente ubicación:

[Insertar aquí]

Gestión del cambio (MOC)

Gestión del Cambio es un proceso llevado a cabo para revisar todo tipo de cambios, ya sean de tipo permanente o temporal, en equipos, procedimiento y/o operaciones entre otros.

El proceso de MOC incluye evaluación de riesgo, aprobación de cambios, comunicaciones a los afectados por los cambios y documentación para referencia futura.

Los MOC son necesarios para los siguientes cambios permanentes o temporales:

Cambio o nuevo proceso o equipo

[Insertar aquí MOC]

Investigación de Incidentes

Los accidentes o evento relacionados a la seguridad de procesos están relacionados a la pérdida de control no planificada (Fugas) de cualquier material catalogado como peligroso y que genera un proceso de incendio, explosión o colapso.

Todos los eventos se deben reportar utilizando la herramienta [Insertar aquí]

Integridad de Activos

Esta sección busca mantener la integridad de los equipos de forma que se alargue su vida útil, para contener y controlar sustancias peligrosas. Es aplicable a equipos y componentes que realizan una función para:

Contener el material de un proceso dentro de las tuberías, recipientes, y equipos de proceso.

Mantener la operación del proceso dentro de los límites de los parámetros.

Toda la documentación relacionada con la integridad de los activos, incluidos los planes de inspección y prueba, la rutina de mantenimiento predictivo, preventivo y los procedimientos operativos se pueden encontrar en: [Insertar aquí]

Plan de Respuesta ante Emergencias

El plan aborda cualquier escenario de emergencia y especifica el plan de acción de emergencia.

El plan de respuesta a emergencia incluye:

Encuesta de posibles escenarios en la unidad.

Preparación de planes de respuesta.

Definir rutas de escape, puntos de encuentro, procedimiento de evacuación de emergencia y respuesta HAZMAT (Materiales peligrosos).

Planificación de simulacros de emergencia periódicos y análisis crítico de los resultados de los simulacros para mejorar constantemente el plan.

Entrenamiento de brigada de emergencia, incluyendo frecuencia y contenido requerido.

Se puede acceder al Plan de respuesta de emergencia de la unidad para [Insertar aquí]

Revisión de Seguridad Previo al Arranque (PSSR)

Las revisiones de seguridad previas al arranque (PSSR) deben ejecutarse en todas las instalaciones nuevas y para las instalaciones modificadas, esta revisión asegura que:

La construcción está de acuerdo con las especificaciones del Proyecto.

Los procedimientos de seguridad, operación, mantenimiento y emergencia son los adecuados.

Las instalaciones modificadas existentes cumplen los requisitos

Se ha contemplado la capacitación de cada empleado involucrado en la operación de un proceso.

El procedimiento que incluye los pasos para ejecutar el PSSR,

[Insertar aquí]

Procedimientos Operacionales

Los procedimientos de la operación proporcionan instrucciones sobre la ejecución y el desarrollo adecuado de las actividades de rutina en los procesos.

Los pasos del procedimiento deben cubrir la fase operativa, las consideraciones de salud y seguridad y las funciones.

Todos los procedimientos operativos,

[Insertar aquí]

Entrenamiento y Capacitación

El entrenamiento y capacitación es el proceso que brinda a los empleados de la empresa el conocimiento del trabajo y las habilidades necesarias para realizarlo de forma efectiva.

El comité de PSM es responsable elaborar el Plan General de Capacitación,

El plan general de capacitación, se encuentran en la siguiente ubicación.

[Insertar aquí]

Seguridad de Contratistas

La empresa debe garantizar que los contratistas estén informados sobre como de elaborar el trabajo de forma segura

El procedimiento de la empresa que incluye los detalles descritos anteriormente se puede encontrar en la siguiente ubicación; [Insertar aquí]

- **REVISION**

Este documento será revisado cada tres años o cuando haya cambios relevantes en la información contenida en este documento. Todas las revisiones se controlan en la tabla siguiente y las personas afectadas se comunican adecuadamente después de cada revisión.

- **INDICADORES**

Para garantizar la adecuada implementación y mantenimiento del programa de PSM es importante desarrollar una serie de indicadores con el objetivo de mantener controladas las variables o desviaciones del proceso que pueden desencadenar en un accidente o incidente industrial.

Indicadores Reactivos: Muestra cuando el sistema de seguridad ha fallado en la prevención del incidente.

IFS: Índice frecuencia significativa: número de incidentes de PSM con consecuencia clasificada como Muy Grave.

$$\frac{\text{Incidentes Muy graves}}{\text{Total Incidentes}} \times 100$$

IFM: Número de incidentes de PSM con consecuencia clasificada como Importante.

$$\frac{\text{Incidentes Importantes}}{\text{Total Incidentes}} \times 100$$

Indicadores Preventivos: Muestra el nivel de cumplimiento en cuanto al desarrollo de las actividades de Planeadas.

Quasi Accidentes: Cantidad de veces en que una barrera de protección existente actúa para evitar la consecuencia de una desviación en PSM. – Numero de Disparos de los dispositivos de seguridad Críticos.

Porcentaje Válvulas de Seguridad con desvió: Cantidad de válvulas con fallas, las cuales no generaron ninguna consecuencia, pero que permite proveer la ocurrencia de un evento mayor.

$$\frac{\# \text{Valvula seguridad con fallas}}{\text{Total Valvulas seguridad}} \times 100$$

Integridad Mecánica: Porcentaje Cumplimiento Programa de Inspección.

$$\frac{\# \text{Inspecciones Realizadas}}{\text{Inspecciones Planeadas}} \times 100$$

Seguimiento de Acciones: Pueden ser mediciones del cumplimiento de las acciones derivadas de una Auditoria, de un análisis de riesgos PRA, o de una investigación de Accidentes o incidentes.

$$\frac{\# \text{acciones derivadas de PSM Vencidas}}{\text{Total acciones derivadas Vigentes}} \times 100$$

Entrenamiento: Entrenamiento en PSM para posiciones críticas.

$$\frac{\# \text{Total de Personas entrenadas o secciones}}{\# \text{Total de Personas o secciones planificadas}} \times 100$$

Indicadores de Operación y Mantenimiento.

Procedimientos: Mide el progreso del ciclo de revisión del sistema, un indicador bajo muestra que es necesario más atención o recursos para mantener los procedimientos

$$\frac{\# \text{Total de procedimiento revisados o Actualizados}}{\# \text{Total de procedimientos que requieren ser revisados}} \times 100$$

8. Análisis Financiero

A continuación, se muestra el flujo financiero que definió el presupuesto del proyecto y facilito la ejecución de los objetivos específicos del mismo

Imagen 12 presupuesto de proyecto

Presupuesto de Proyecto		Diseño Programa de PSM			
Fecha de Inicio: 02-06-2020		% Reserva de Contingencia		30%	
		Presupuesto	Reservas	Total	
		Total			
		50.680.000,00	15.204.000,00	65.884.000,00	
Categoría	Recurso	Tipo de Unidades	Cantidad	Valor unidad	Presupuesto
Honorarios Profesionales	(1) Profesional	Días	149,00	100.000,00	14.900.000,00
	(1) Profesional	Días	149,00	100.000,00	14.900.000,00
	(1) Profesional	Días	149,00	100.000,00	14.900.000,00
Consultoría	Consultoría Profesional	Horas/jornales	3,00	120.000,00	360.000,00
Materiales	Membresía OSHA	Cantidad	1	240.000,00	240.000,00
	Membresía IARR	Cantidad	1	260.000,00	260.000,00
	Medios Audiovisuales	Cantidad	4	330.000,00	1.320.000,00
	Impresiones y Papelería	Cantidad	1	350.000,00	350.000,00
	Alimentación	Cantidad	140	15.000,00	2.100.000,00
Viajes	Logística de Transporte	# Viajes	90	15.000,00	1.350.000,00
Total Costo					50.680.000,00

Fuente. Propia

8.1. Análisis Relación Beneficio – Costo

Para efectos del análisis financiero del proyecto, se optó por escoger una empresa dedicada a la distribución de producto terminado (Pollo), el cual es despachado a una temperatura aproximada de -20 centígrados. Lograr estas temperaturas tan bajas requieren de un sistema complejo de refrigeración en este caso específico el refrigerante utilizado por la compañía es el Amoniaco anhidro NH₃.

Por tanto, para el análisis financiero del proyecto se describen algunos de los puntos importantes para abordar el análisis, entre estos se tiene como datos la siguiente información.

Tabla 13 Estados financieros

Estados Financieros	
Número de empleados:	230
Ingresos Anuales:	13.000'000.000 COP
Valor de la Propiedad, Planta y Equipo:	4.500'000.000

Fuente. Propia

Existen muchos otros datos como los costos financieros, Impuestos, total activos corrientes entre muchos otros, que no se consideraron relevantes para el análisis financiero y la medición de la relación beneficio/ Costo del proyecto.

8.1.1. Análisis de los Beneficios o Ingresos del Proyecto.

Para lograr un análisis financiero representativo, se utilizaron diferentes formas de analizar los beneficios del proyecto.

Primero se parte desde los resultados de la evaluación de riesgos del proyecto, los cuales se pueden encontrar en la sección 7.2 de este documento, en ella podemos apreciar los niveles de riesgos principales y sus formas de manifestarse, encontrando que las explosiones, incendios y escapes son aquellas que se pueden presentar con una mayor probabilidad.

Al igual basándose en el estado del arte y marco teórico de este documento se puede contrarrestar aquellos resultados y efectivamente a lo largo de la historia estos tipos de eventos son los que suelen presentarse con mayor frecuencia en los procesos que manipulan químicos altamente peligrosos como en este caso el Amoniacó NH₃.

Finalmente se definió que aquellos eventos y sus peores consecuencias eran precisamente lo que el Programa de Seguridad de Procesos de una compañía quiere lograr, por ende, se pudo identificar los siguientes beneficios, los cuales en el flujo financiero aparecen como ingresos o

beneficios del proyecto.

Tabla 14 Beneficios(Ingresos)

Beneficios (Ingresos)	
Accidentes laborales (10) empleados directos	\$ 193.490.000
Catástrofes industriales (Daños a los activos)	\$ 500.000.000
Clausura o cierre del lugar de trabajo (<i>Cierre x 30 días- Decreto 1072-2015</i>)	\$ 1.083.333.333
Multas y sanciones	\$ 908.526.000
Paralización inmediata de trabajos y tareas (10 días)	\$ 361.111.111
Costo de los paros de planta (5 días)	\$ 180.555.556
Reclutamiento de personal de reemplazo	\$ 58.742.130
Remodelación de Áreas	\$ 650.000.000
Retrasos en la producción (Se suman ambos paros de planta)	\$ 541.666.667
Demandas a la empresa	N/A
Oportunidades de Negocio	N/A
Pérdida de prestigio de la Organización	N/A
Afectación a la población	N/A
Nuevos costos jurídicos	N/A
TOTAL INGRESOS	\$ 4.477.424.797

Fuente. Propia

9. Conclusiones

La industria alimentaria contiene riesgos inherentes como cualquier otra industria, con la diferencia de que la industria alimentaria carga con la responsabilidad de garantizar alimentos de calidad y sobre todo en condiciones de inocuidad que no resulten una amenaza para la salud de las personas o de los consumidores.

Al mirarlo bajo esta óptica anterior, aumenta el nivel de importancia y sobre todo de cuidado que debe tener esta industria en el control de sus procesos, ya que de acuerdo a los resultados se puede concluir que la mayor parte de los químicos de la industria alimentaria no van dirigidos al uso o aplicación sobre los alimentos o productos que ofertan, si no que la mayoría de estos químicos peligrosos están relacionado con actividades dirigidas a mantener la integridad estructural de los edificios que soportan los procesos operativos, adicional gran parte de los químicos peligrosos son usados en actividades de construcción ligadas a la proyecciones de crecimiento y ampliación de estas compañías o de este sector.

Finalmente, los químicos peligrosos del sector están siendo usados en procesos que en nada tienen que ver con la actividad que desarrollan, lo que representa un alto riesgo ya que son actividades que no son rutinarias y esto conlleva a que muchas de las actividades que se realizan no tengan una adecuada planeación ni control sobre la forma de ejecutar dichas actividades, ni sobre los químicos que allí se utilizan, los cuales muchos tienen restricciones normativas o un nivel de peligrosidad capaz de generar daños o accidentes muy graves.

Otra conclusión importante de este proyecto se relaciona el marco normativo que lo sustenta, ya que normalmente se tiene la impresión de que los accidentes mayores en Colombia no cuentan con suficientes instrumentos legales que obliguen a crear medidas de prevención y control por parte del sector privado o público. Este proyecto encontró legislación suficiente que van desde el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, pasando por la manipulación y transporte de sustancias químicas peligrosas, terminando en el programa de Prevención de Accidentes Mayores creado por convenio con la Organización Internacional del Trabajo que habla sobre la prevención de accidentes mayores que involucren sustancias peligrosas y la limitación de sus consecuencias. Obligando que las empresas e industrias lo tengan en cuenta dentro de sus requisitos legales aplicables con el fin de identificar, evaluar y controlar los riesgos que puedan provocar accidentes mayores por razones antrópicas o tecnológicas.

Como conclusión final se puede decir que existen un limitado número de químicos altamente peligrosos presentes en la industria alimentaria, estos tienen la característica de no presentar eventos con una alta frecuencia, pero que cuando se presentan tienen una gran implicación para la continuidad de cualquier negocio o empresa, debido a la gravedad de sus consecuencias. El Amoniaco Anhidro NH_3 se pudo identificar como una sustancia altamente peligrosa para la salud de las personas y que requiere de sistemas complejos de refrigeración y de una gran cantidad de Amoniaco NH_3 manejado a altas presiones para garantizar la cadena de frío en las industrias que lo requieren, adicional a lo anterior es una sustancia controlada por la norma CFR 29 OSHA 1910,119, y su operación requiere de un control desde el enfoque de la Gestión de Seguridad de Procesos.

La Gestión de Seguridad de Procesos es abordada desde diferentes metodologías a nivel

mundial descritas en el marco teórico de este proyecto, a nivel nacional existe aún mucho desconocimiento sobre las consecuencias de los accidentes mayores y más aún sobre la forma correcta de implementar un Programa de Seguridad de Procesos, este trabajo concluye que puede diseñarse un programa de PSM basado en la norma OSHA 1910,119 aplicable a la industria de alimentos, el cual facilita la implementación de un estándar internacional, aterrizado a la realidad de la industria nacional, conllevando a que la operación de procesos que manipulan químicos altamente peligrosos como el Amoniacó anhidro NH_3 se puedan controlar operativamente desde un programa de PSM, minimizando de esta forma los eventos mayores que puedan resultar de estos procesos.

10. Recomendaciones

Partiendo desde la problemática expuesta en la fase de resultados y conclusiones, se recomienda a la industria de alimento implementar un programa sólido para el control de sustancia químicas peligrosas que involucre las actividades rutinarias y no rutinarias con el fin de que pueda tener un mejor control de sus procesos y riesgos.

Se recomienda a la vez que se realice una evaluación de riesgos químicos y puedan implementar Programa de Seguridad de Procesos PSM para aquellos procesos que tengan el potencial de generar un accidente mayor que provoque no solamente la pérdida de patrimonio de la empresa, sino que también vaya en contra de la legislación aplicable a la identificación, evaluación y control de riesgos que puedan conllevar accidentes mayores en los procesos productivos.

Se recomienda que no solo sean evaluados los químicos altamente peligrosos que tengan el potencial de generar un accidente mayor, sino que también se abarquen otros tipos de sustancias, elementos o procesos, como por ejemplo el control Adecuado de Polvos Combustibles, los cuales tienen el potencial de generar explosiones, principalmente en los procesos que fabrican alimento balanceado, por otro lado la Operación de las Calderas a gas o Carbón, son procesos que requieren ser llevados bajo un sistema de PSM ya que por las características del proceso y las presiones que se manejan, cualquier desviación puede generar causas graves como incidentes catastróficos.

Se recomienda que el Programa de PSM y el Programa de Control de Químicos vayan articulados al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG- SST de la empresa.

Se recomienda a las empresas del sector industrial, que adapten el programa de PSM expuesto que este proyecto de grado, con el fin de que puedan dar inicio a la implementación de dicho programa en los procesos operativos que puedan generar un accidente mayor.

11. Bibliografía

Aiche, (2011) métricas líderes y rezagadas de seguridad de procesos: no mejora lo que no mide.

Anderson, m. (2005) behavioural safety and major accident hazards. Magic bullet or shot in the dark? Process safety and environmental protection, 83(b2): 109–116.

Becerra, j. A. (junio de 2019). Propuesta metodológica para el diagnóstico y evaluación de sistemas de seguridad de procesos incluyendo principios verdes. Obtenido de universidad ean:
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9676/sarmientojorge2019?sequence=1&isallowed=y>

C.-w. Cheng, h.-q. Yao, t.-c. Wu aplicación de técnicas de minería de datos para analizar las causas de los principales accidentes laborales en la industria petroquímica. J. Pérdida prev. Proceso. Ind. , 26 (2013) , págs. 1269 - 1278 , 10.1016 / j.jlp.2013.07.002

Chizaram d. Nwankwo, s. C. (julio de 2020). Un análisis comparativo de los sistemas de gestión de la seguridad de procesos (psm) en la industria de procesos. Obtenido de sciencedirect:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950423019304802?via%3Dihub>

Cma. (1985). Chemical manufacturers' association.

Deepwater horizon study group (2011): final report on the investigation of the macondo well blowout, disponible en http://ccrm.Berkeley.edu/pdfs_papers/bea_pdfs/dhsgfi_nalreport-march2011-tag.pdf, consultado 20/5/2013.

Freedman, p. (abril de 2003). Hazop como metodología de análisis de riesgos. Obtenido de <http://biblioteca.iapg.org.ar/archivosadjuntos/petrotecnica/2003-2/hazop.pdf>

Gerald zuñiga reyes, (2008) layer of protection análisis applied to ammonia refrigeration systems, thesis, master of science; texas a&m university. 122 pg.

Ins. (2016). Sistema nacional de vigilancia en salud pública -sivigila. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de vigilancia rutinaria por eventos, departamento y semana: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/subdireccionvigilancia/sivigila/estadsticas%20sivigila/forms/public.aspx>

Leandro Mendoza j; Ortiz Jaimes j. (2015) caracterización de los modelos de administración de la seguridad de procesos. Sector petroquímico de Cartagena caso (Cabot colombiana y Ecopetrol refinería de Cartagena). (tesis de magíster) universidad tecnológica de bolívar, Cartagena.

Manuele, f. A. (12 de julio de 2012). Gestión del cambio. Obtenido de

<https://www.jaindc.com/wp-content/uploads/2017/03/jain-seguridad-industrial-post-4.pdf>

Marsden, s., wright, m., shaw, j. And beardwell, c. (2004), the development of a health and safety management index for use by business, investors, employees, the regulator and other stakeholders, research report rr217, hse books, sudbury, uk

Montero, r (2013) sistema para la gestión de la seguridad de procesos: prevención de accidentes catastróficos. Universidad autónoma de occidente.

Montero, r. (2013) los fundamentos teóricos de la práctica de la gestión de la seguridad bajo escrutinio, protección & seguridad, 59(350):6-14, mayo-junio del 2013.

Occupational safety and health administration (1992) 29 cfr parte 1910.119. Gestión de seguridad de procesos de productos químicos altamente peligrosos

Ortiz, m. J. (2007). Sistema de gestión de seguridad en una planta de amoniaco. Obtenido de http://oa.upm.es/48833/1/tfg_mauricio_jose_perez_ortiz.pdf

Osha (1992) rule for process safety management of highly hazardous chemicals (29 cfr 1910.119).

Quintero, n. A. (2007). Implementación del sistema de gestión de seguridad de procesos psm,

basados en las directrices del ccps. Obtenido de

[https://educacion.aciem.org/cimga/2018/trabajos/2018-](https://educacion.aciem.org/cimga/2018/trabajos/2018-003%20tra_col_n_aguado_cimga2018.pdf)

[003%20tra_col_n_aguado_cimga2018.pdf](https://educacion.aciem.org/cimga/2018/trabajos/2018-003%20tra_col_n_aguado_cimga2018.pdf)

Robert b. Reich, (1994) directrices de gestión de seguridad de procesos para el cumplimiento.

Administration de seguridad y salud ocupacional.

Z. Ismail, kk kong, sz othman, kh law, sy khoo, zc ong, sm shirazi (2014) evaluación de

accidentes en la perforación de petróleo en alta mar: imagen regional y reducción del

impacto, pp. 18 – 33

Civil, c. E. (n/a). Materiales peligrosos (hazmat). Obtenido de

[http://pcivil.michoacan.gob.mx/materiales-peligrosos-](http://pcivil.michoacan.gob.mx/materiales-peligrosos-hazmat/#:~:text=hazmat%20el%20t%c3%a9rmino%20ingl%c3%a9s%20%e2%80%9)

[hazmat/#:~:text=hazmat%20el%20t%c3%a9rmino%20ingl%c3%a9s%20%e2%80%9](http://pcivil.michoacan.gob.mx/materiales-peligrosos-hazmat/#:~:text=hazmat%20el%20t%c3%a9rmino%20ingl%c3%a9s%20%e2%80%9)

[chazmat,perjudicar%20al%20p%c3%bablico%20en%20general](http://pcivil.michoacan.gob.mx/materiales-peligrosos-hazmat/#:~:text=hazmat%20el%20t%c3%a9rmino%20ingl%c3%a9s%20%e2%80%9)

Inerco. (s/f). Formación hazmat: una respuesta segura a incidentes con sustancias peligrosas.

Obtenido de [https://www.inerco.com/blog/formacion-hazmat-una-respuesta-segura-a-](https://www.inerco.com/blog/formacion-hazmat-una-respuesta-segura-a-incidentes-con-sustancias-peligrosas/)

[incidentes-con-sustancias-peligrosas/](https://www.inerco.com/blog/formacion-hazmat-una-respuesta-segura-a-incidentes-con-sustancias-peligrosas/)

Gómez, e. S. (2015). Relación costo-beneficio en la implementación de un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo bajo la ntcshas 18001:2007, en el sector de la construcción. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6570/ensayo%20final%20ohsas%202015.pdf;jsessionid=87ae3adacd3e48495edabdd0a45aa24b?sequence=1>