

LINEAMIENTOS DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD DE PROCESOS

LINEAMIENTOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD DE PROCESOS PARA
UNA PLANTA DE GAS

Juan Manuel Galvis Vergara y Óscar Libardo Silva Muñoz

Trabajo de Grado para optar el título de Ingenieros Químicos
Modalidad trabajo investigativo

Director

Carlos Augusto Godoy Ruiz
Especialista en Ingeniería de Gas

Codirector

Hernando Guerrero Amaya
PhD. Electroquímica, Ciencia y Tecnología

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA

2023

Dedicatoria

Juan Manuel

A mis padres Laura y Mauricio, quienes siempre han creído en mí, gracias por su amor, por su sacrificio y enseñarme a nunca rendirme, este logro también es suyo

A mis hermanos Andrey y Julián, por su gran apoyo en esta etapa de mi vida, cuando los necesité siempre estuvieron ahí para mí

A Óscar por su paciencia, perseverancia y por creer en mí para este proyecto, no fue fácil, pero lo logramos colega

A Lucky por su cariño y acompañamiento en tantas noches de estudio esperando a mi lado hasta que me fuera a descansar

Oscar Libardo

A mis padres, Luz Marina Muñoz García y Libardo Silva Ojeda, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación en todo momento. Gracias por su amor incondicional, sus consejos y su confianza en mí. También quiero agradecer a mi hermana Diana Carolina Silva Muñoz por su aliento y por estar siempre presente en los momentos más importantes de mi vida, A mi compañera de mi vida Natalia Velasco Rey, la cual me ha brindado su apoyo, amor y compañía durante todo mi proceso de formación universitaria.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Dios en primer lugar por permitirnos cumplir esta etapa importante de nuestras vidas y a nuestra alma mater la Universidad Industrial de Santander por brindarnos la oportunidad de formarnos integralmente.

Agradecemos a los profesores por su dedicación y compartir sus conocimientos con nosotros en el transcurso de nuestra formación en especial, destacamos la labor de nuestro director de trabajo de grado Carlos Augusto Godoy Ruiz quien nos ha brindado su orientación y paciencia durante todo el proceso de investigación y escritura; al codirector Hernando Guerrero Amaya por su apoyo incondicional.

A mi familia, a mi colega, a todos los que de alguna manera han formado parte de mi vida y me han ayudado de distintas maneras a lo largo de la carrera, gracias por su influencia positiva, su granito de arena contribuyó a alcanzar esta meta de ser ingeniero químico.

“Cuando la gratitud es tan absoluta las palabras sobran.”

- Álvaro Mutis

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Objetivos.....	13
1.1. Objetivo General	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. Marco Conceptual	14
2.1. Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos	16
2.2. Estándar OSHA para Seguridad de Procesos	17
2.2.1. Elementos del estándar 29 CFR 1910.119	18
2.3. Metodología CCPS para seguridad de procesos	24
2.3.1. Elementos del Risk Based Process Safety (CCPS)	25
2.4. Legislación Colombiana para seguridad de procesos	34
3. Estado del Arte	36
4. Metodología	37
5. Resultados	38
5.1. Descripción Planta PSC	40
5.2. Elementos complementarios al PPAM para la gestión de seguridad de procesos	42
5.3. Estructura del sistema de gestión de seguridad de procesos para la planta PSC	44
6. Conclusiones	57
Referencias Bibliográficas.....	58
Apéndices.....	62

Lista de Tablas

Tabla 1. Elementos del decreto 1347 de 2021-PPAM.....	35
Tabla 2. Elementos seguridad de procesas de las tres metodologías	38
Tabla 3. Similitudes entre la norma colombiana y la OSHA.....	39
Tabla 4. Similitudes entre la norma colombiana y la CCPS.....	39

Lista de Figuras

Figura 1. Elementos de la metodología OSHA.....	18
Figura 2. Escala de probabilidad y consecuencia en la metodología IOW's.....	22
Figura 3. Elementos de la metodología CCPS.....	25
Figura 4. Línea de tiempo de la seguridad de procesos en Colombia.....	34
Figura 5. Diagrama de bloques planta PSC	42
Figura 6. Estructura de un sistema de gestión en seguridad de procesos para el caso de estudio..	44

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Desastres industriales que han ocurrido a nivel global.....	62
Apéndice 2. Resumen de accidentes industriales a nivel internacional y nacional	63
Apéndice 3. Información del elemento seguridad del proceso (PSI), de la metodología OSHA..	64
Apéndice 4. Información del elemento análisis de riesgo del proceso, de la metodología OSHA.....	65
Apéndice 5. Información del elemento entrenamiento, de la metodología OSHA	66
Apéndice 6. Información del elemento integridad mecánica, de la metodología OSHA	66
Apéndice 7. Información del elemento gestión del cambio, de la metodología OSHA	67
Apéndice 8. Información del elemento planificación y respuesta ante emergencias de la metodología OSHA.....	67
Apéndice 9. Información del elemento Auditorías de cumplimiento, metodología OSHA	68
Apéndice 10. Principios de la cultura de seguridad de procesos, de la metodología CCPS.....	68
Apéndice 11. Principios del elemento cumplimiento de estándares, de la metodología CCPS	69
Apéndice 12. Principios del elemento competencias en la seguridad de procesos, de la metodología CCPS.....	69
Apéndice 13. Principios del elemento participación de la fuerza laboral, de la metodología CCPS.....	70
Apéndice 14. Principios del elemento divulgación a los grupos de interés, de la metodología CCPS.....	71
Apéndice 15. Principios del elemento proceso gestión del conocimiento, de la metodología CCPS.....	71
Apéndice 16. Principios del elemento identificación de peligros y análisis del riesgo, de la metodología CCPS.....	72
Apéndice 17. Principios del elemento procedimiento operativo, de la metodología CCPS.....	73
Apéndice 18. Principios del elemento prácticas de trabajo seguro, de la metodología CCPS ..	74
Apéndice 19. Principios del elemento integridad de activos y confiabilidad, de la metodología CCPS.....	74
Apéndice 20. Principios del elemento gestión de contratistas, de la metodología CCPS	76
Apéndice 21. Principios del elemento Garantizar el entrenamiento, de la metodología CCPS	76

Apéndice 22. Principios del elemento gestión del cambio, de la metodología CCPS.....	77
Apéndice 23. Principios del elemento disponibilidad operacional, de la metodología CCPS ..	78
Apéndice 24. Principios del elemento conducta en operaciones, de la metodología CCPS.....	79
Apéndice 25. Principios del elemento gestión de emergencias, de la metodología CCPS.....	80
Apéndice 26. Principios del elemento investigación de incidentes, de la metodología CCPS..	81
Apéndice 27. Principios del elemento mediciones y métricas (indicadores), de la metodología CCPS.....	82
Apéndice 28. Principios del elemento Auditorias, de la metodología CCPS	83
Apéndice 29. Principios del elemento revisión por parte de la gerencia y mejora continua, de la metodología CCPS.....	84
Apéndice 30. Comparativo PPAM del Decreto 1347 de 2021 – 29 CFR 1910.119 de OSHA.	84
Apéndice 31. Comparativo PPAM del Decreto 1347 de 2021 – RBPS de CCPS.....	86
Apéndice 32. Formato para las hojas de vida de los equipos.	88
Apéndice 33. Formato MOC para la gestión del cambio.....	89

Resumen

Título: LINEAMIENTOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD DE PROCESOS PARA UNA PLANTA DE GAS*

Autor: Juan Manuel Galvis Vergara, Óscar Libardo Silva Muñoz**

Palabras clave: CCPS, OSHA, PPAM, PSM, Peligro, Riesgo, Incidente, Accidente

Descripción: Los sistemas de gestión en seguridad de procesos (Process Safety Management - PSM) tienen la finalidad de evitar, disminuir y mitigar riesgos que conlleven a la materialización de accidentes mayores; en la implementación de un sistema de seguridad de procesos existen varias metodologías o normativas según el país o región donde se aplique, existen dos que son muy utilizadas y aceptadas a nivel internacional, fueron desarrolladas por las organizaciones Occupational Safety and Health Administration (OSHA) en su estándar 29 CFR 1910.119 y la Center for Chemical Process Safety (CCPS) con su metodología Risk Based Process Safety (RBPS); se investigó el contenido de estas dos metodologías para tener una estructura clara y detallada de los elementos que conforman un sistema de gestión de seguridad de procesos.

La finalidad de esta investigación es estructurar y complementar el sistema de gestión de seguridad en procesos para la planta PCS, aplicando la normativa Colombiana vigente dada por el decreto 1347 de 2021, esta normativa evidencia los elementos mínimos que se deben cumplir para adoptar el programa de prevención de accidentes mayores (PPAM), pero no describe su paso a paso o requerimientos para cada elemento, de igual manera se busca fortalecer esta normativa complementándola metodología CCPS y con la metodología OSHA, donde se explica lo que debe abarcar cada elemento desde como ejecutar el proceso hasta como ser documentado el mismo, de esta manera ser más precisos en la estructuración e implementación de un sistema de seguridad de procesos, así se podrán prevenir o mitigar futuros accidentes mayores, esto también servirá para posteriores instalaciones o procesos relacionados.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Ingeniería Química. Director: Carlos Augusto Godoy Ruiz. Especialista en Ingeniería de Gas. Codirector: Hernando Guerrero Amaya. PhD. Electroquímica, Ciencia y Tecnología.

Abstract

Title: GUIDELINES FOR A PROCESS SAFETY MANAGEMENT SYSTEM FOR A GAS PLANT*

Author: Juan Manuel Galvis Vergara, Óscar Libardo Silva Muñoz**

Keywords: CCPS, OSHA, PPAM, PSM, Danger, Risk, Incident, Accident

Description: Process Safety Management (PSM) systems have the purpose of avoiding, reducing and mitigating risks that lead to the materialization of major accidents; in the implementation of a process safety system there are several methodologies or regulations depending on the country or region where it is applied, there are two that are widely used and accepted internationally, they were developed by the organizations Occupational Safety and Health Administration (OSHA) in its standard 29 CFR 1910.119 and the Center for Chemical Process Safety (CCPS) with its Risk Based Process Safety (RBPS) methodology; the content of these two methodologies was investigated in order to have a clear and detailed structure of the elements that make up a process safety management system.

The purpose of this research is to structure and complement the process safety management system for the PCS plant, applying the current Colombian regulation given by decree 1347 of 2021, this regulation evidences the minimum elements that must be fulfilled to adopt the major accident prevention program (PPAM), but it does not describe its step by step or requirements for each element, In the same way, we seek to strengthen this regulation by complementing it with the CCPS methodology and with the OSHA methodology, where it is explained what each element must cover from how to execute the process to how to document it, in this way to be more precise in the structuring and implementation of a process safety system, so future major accidents can be prevented or mitigated, this will also serve for subsequent installations or related processes.

* Degree Work

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Ingeniería Química. Director: Carlos Augusto Godoy Ruiz. Especialista en Ingeniería de Gas. Codirector: Hernando Guerrero Amaya. PhD. Electroquímica, Ciencia y Tecnología.

Introducción

Los accidentes relacionados con procesos industriales donde se utilizan sustancias químicas peligrosas, inflamables o tóxicas suelen ser de baja frecuencia, pero de muy altas consecuencias ya que pueden afectar la infraestructura, al medio ambiente, personal de la empresa y grupos de interés aledaños. Algunos accidentes industriales con mayor impacto en la historia han sido; el de Bhopal, India en 1984, con más de 7.000 decesos; accidente de Seveso, Italia en 1976, sin fatalidades, pero causó gran contaminación al medio ambiente; la explosión ocurrida en Flixborough, Inglaterra en 1974, provocó la fatalidad de 28 personas; a partir de estos eventos se encendieron las alarmas para promover legislaciones con el fin de mitigar y controlar estos incidentes (García, 2022). La seguridad de procesos nace aproximadamente a inicios del siglo XIX, a pesar de que el concepto de seguridad de procesos existe desde hace más de 200 años su implementación y crecimiento han sido inconsistentes. La gestión de seguridad de procesos tiene como objetivo prevenir y controlar eventos que tengan el potencial de liberar sustancias peligrosas o energía que afecten a las personas, el medio ambiente y activos de una compañía; define un marco que permite gestionar y controlar la integridad de los sistemas operativos y procesos que utilizan sustancias peligrosas, a través de la identificación y análisis de los peligrosos existentes, la evaluación y control de los niveles de riesgos.

En Colombia también se han reportado accidentes industriales, uno de ellos en 2005 en la Planta Demex de Barrancabermeja, con 2 fatalidades, 7 heridos y pérdidas de 9 millones de dólares en bienes materiales; en 2011 resultaron 31 personas fallecidas y 70 heridos en el poliducto de Ecopetrol Dos Quebradas, donde una perforación ilegal al poliducto generó un derrame por una quebrada y luego una serie de explosiones (García, 2022). La seguridad de procesos en Colombia se rige por el decreto 1347 de 2021 y su objetivo es adoptar el programa de prevención de accidentes mayores (PPAM) el cual tiene el mismo objetivo que los programas de gestión de seguridad de procesos.

El siguiente documento académico está dirigido a la investigación y comparación de los lineamientos de las diferentes organizaciones reconocidas para la gestión de seguridad de procesos como lo son la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y la Center for Chemical

LINEAMIENTOS DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD DE PROCESOS

Process Safety(CCPS) y la normativa Colombiana; la intención es aplicar y complementar los lineamientos de la normativa Colombiana con otros lineamientos o estándares asociados a la de gestión de riesgo para ser utilizados en una planta de gas, previniendo futuros accidentes industriales que comprometan la infraestructura de la planta, vidas humanas y el medio ambiente.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Plantear los lineamientos de un sistema de seguridad de procesos para una planta de gas natural

1.2. Objetivos Específicos

- Identificar metodologías asociadas a la estructuración de sistemas de gestión en seguridad de procesos mediante revisión del estado de arte, con el fin de caracterizar los principales aspectos
- Establecer el estado actual de la implementación de sistemas de gestión en seguridad de procesos en Colombia teniendo en cuenta la normatividad vigente, para identificar los lineamientos usados en la industria nacional
- Proponer la estructura de un sistema de gestión en seguridad de procesos para la planta caso de estudio, implementando la metodología aplicable a nivel nacional

2. Marco Conceptual

A través de la historia han existido procesos industriales a nivel mundial con el fin de conseguir beneficios como el desarrollo económico de la región, generación de empleos y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, los procesos industriales pueden ser peligrosos debido a la manipulación de sustancias tóxicas, inflamables o peligrosas, lo que puede llevar a accidentes catastróficos que causen daños a la estructura de la planta, pérdida de insumos, dinero y vidas humanas. Para evitar estos accidentes, se necesitan técnicas y lineamientos adecuados para controlar, mitigar y prevenirlo. A continuación, se describen una serie de accidentes mayores que conllevaron a crear un sistema de gestión de seguridad de procesos:

- **Explosión de Oppau, 21 de septiembre de 1921, Alemania:** En la planta de BASF en Oppau, Alemania, durante la Primera Guerra Mundial, la producción de sulfato de amonio se cambió a nitrato de amonio debido a la escasez de azufre. El nitrato de amonio era higroscópico y, al mezclarse con el sulfato de amonio, formaba una capa en los silos. Los trabajadores utilizaron dinamita para ablandar la mezcla solidificada sin tener en cuenta la naturaleza explosiva del nitrato de amonio. La explosión mató a 500 personas, dejó a más de 2.000 heridos, destruyó el 80% de los edificios de la planta y dejó un cráter de 125 metros de largo y 19 metros de profundidad. La onda explosiva se escuchó a más de 300 kilómetros de distancia (Innova, 2019).
- **Desastre de Seveso, 10 de julio de 1976, Italia:** Se presentó una explosión menor en una planta industrial de la firma ICMESA, que generó una nube tóxica de dioxina en la ciudad de Seveso y comunidades aledañas. La empresa tardó 10 días en confirmar la liberación de la dioxina. Aunque no hubo víctimas mortales ni heridos, la población sufrió consecuencias traumáticas y huyó dejando bienes materiales y animales que murieron de hambre. Se registraron 193 casos de cloracné, un tipo de acné producido por el contacto con compuestos aromáticos. Este incidente dio lugar a nuevas reglamentaciones en la seguridad industrial, detono el nacimiento de la directiva de Seveso de la comunidad europea originada en 1982 y luego modificada en 1996 y 2005, que busca mejorar la seguridad en sitios que manejan grandes cantidades de productos químicos peligrosos (Innova, 2019).

- **Desastre de Bhopal, 3 de diciembre de 1984, India:** El peor desastre industrial de la historia ocurrió en una planta de pesticidas en la India, propiedad de Unión Carbide y el gobierno de la India. Una fuga de gas isocianato de metilo produjo la liberación de 30 toneladas de gas altamente tóxico en la atmósfera. La nube de gas se dispersó hacia Bhopal, causando la muerte inmediata de 2,259 personas y estimando que otras 8,000 fallecieron después por enfermedades relacionadas con la exposición al gas. Aún se debaten las causas exactas de la fuga (Innova, 2019).

La industria y los gobiernos se han dado cuenta de los desastres causados por la falta de seguridad en los procesos industriales. Incidentes ocurridos en Oppau Alemania y el accidente de Seveso en Italia motivaron la iniciativa del Advisory Committee on Major Hazards (ACMH) y la Directiva de Seveso. El desastre de Bhopal, India, llevó a la conciencia sobre los peligros potenciales de las instalaciones químicas y a la creación del Centro de Seguridad de Procesos Químicos (CCPS) de la Asociación Americana de Ingenieros Químicos. A pesar de estas normativas para la seguridad de procesos todavía se siguen identificando incidentes en la industria química como:

- **Desastre de Chernóbyl, 25-26 de abril de 1986, Ucrania:** La explosión en el reactor número 4 de la planta de Chernóbil, la cual generó una nube de lluvia radioactiva que afectó cientos de kilómetros cuadrados en Ucrania, Rusia y Belarús. Los efectos radioactivos fueron 400 veces mayores que la bomba de Hiroshima. El gobierno evacuó a 135,000 personas y se estableció una zona de exclusión de 30 km. Inmediatamente después de la explosión, hubo 30 muertes confirmadas. Desde 1986, ha habido innumerables víctimas mortales debido a los síntomas de la radiación, a pesar de los esfuerzos del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Organización Mundial de la Salud (García, 2022).
- **Desastre de Toulouse, 21 de septiembre de 2001, Francia:** El protagonista de este desastre industrial fue el nitrato de amonio, ocurrió en la planta de fertilizantes AZF, se produjo una explosión de 300 toneladas de nitrato de amonio, dejando 29 muertos y más de 2.500 heridos, la fábrica quedó totalmente destruida dejando un cráter de 30 metros de profundidad y 200 metros de diámetro. Las causas de la explosión no se pudieron establecer con claridad, se tiene la hipótesis de que un empleado vertió un recipiente mal etiquetado contenido con 500

kilogramos de dicloroisocianurato de sodio, el cual habría reaccionado con el nitrato de amonio formando tricloruro de nitrógeno compuesto altamente inestable que, al descomponerse, puede liberar el calor y presión necesarios para detonar el nitrato de amonio (Innova, 2018).

- **Explosión de Jilin, 13 de noviembre de 2005, China:** Una serie de explosiones en la planta de anilinas de Jilin, en el noroeste de china dejó 70 heridos y 5 personas muertas, además se produjo un derrame de benceno y nitrobenceno al río Songhua produciendo que millones de personas se quedaran sin acceso a agua potable durante 10 días teniendo que evacuar sus viviendas. Las causas de la explosión de acuerdo a las investigaciones posteriores fueron que los operarios de la planta intentaron desbloquear una columna de rectificación de nitrobenceno dejando una válvula abierta que aumento la temperatura. El fuego alcanzo a los tanques de almacenamiento de benceno, nitrobenceno y ácido nítrico que posteriormente explotaron (Innova, 2018).
- **Accidente Nuclear de Fukushima, 11 de marzo de 2011, Japón:** Este accidente fue causado por un terremoto que afectó la planta nuclear de Fukushima I, los reactores se apagaron automáticamente debido al terremoto y al tsunami, posteriormente se produjo un apagón provocando la pérdida de refrigeración, lo que permitió el sobrecalentamiento de los reactores creando serios problemas de radiación (García, 2022).

A partir de dichas catástrofes mencionadas la gestión de sistemas de seguridad en procesos ha venido en un auge constante a nivel nacional e internacional. La creación de lineamientos para los sistemas de gestión de seguridad en procesos es una muestra del compromiso que han adquirido las organizaciones para garantizar la seguridad de sus trabajadores y del medio ambiente.

2.1. Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos

(Process Safety Management - PSM): Tiene como principal objetivo evitar la materialización de accidentes mayores como: fuga de gases tóxicos, daños en la infraestructura de la planta, explosiones, pérdida de producción o afectaciones negativas a la imagen de la compañía. Estos incidentes tienen como resultado, afectaciones medioambientales significativas, daños en los equipos mayores, pérdidas económicas y en el peor de los escenarios la pérdida de vidas humanas en las instalaciones y alrededores donde utilicen, almacenen, produzcan o manipulen sustancias caracterizadas como peligrosas.

El sistema de gestión de seguridad de procesos es ampliamente conocido por la prevención y mitigación en el número de accidentes mayores, abordando aspectos relacionados con la operatividad, productividad, estabilidad y calidad de los procesos. Para la implementación de un sistema de gestión de seguridad de procesos se tienen diferentes metodologías o referencias, las más utilizadas y aceptadas se encuentran desarrolladas por las organizaciones OSHA y CCPS (Inerco, 2021).

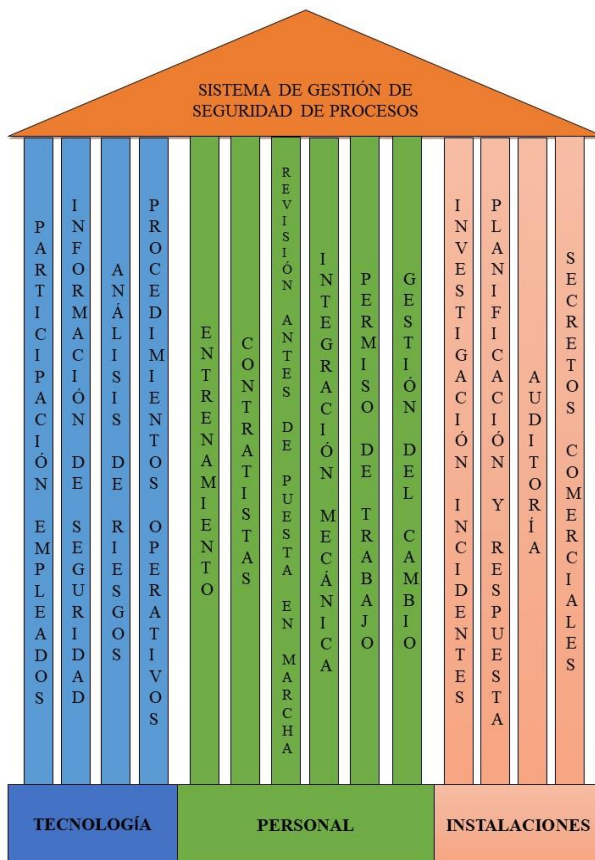
2.2. Estándar OSHA para Seguridad de Procesos

Después del incendio en la planta de refinación en Texas, que dejó 24 víctimas fatales y 128 heridos, se realizó una inspección completa y se impuso una multa elevada, además llevó a la creación de una nueva norma en 1992 para prevenir desastres similares. La norma de seguridad de procesos de OSHA tiene 14 elementos organizados en tres pilares para evitar, controlar y reducir desastres en la industria de procesos. El estándar 29 CFR 1910.119 de OSHA brinda lineamientos para prevenir y minimizar las consecuencias de emisiones catastróficas de sustancias químicas. Este estándar incluye los lineamientos para manejar los riesgos asociados a procesos que usan, almacenan, fabrican, manipulan o movilizan productos químicos altamente peligrosos (HHC). El objetivo principal de la OSHA en la gestión de seguridad de procesos es evitar la liberación no deseada de productos químicos peligrosos en áreas donde pueden exponer a los grupos de interés a riesgos mayores (Buitrago et al., 2021).

La metodología OSHA se aplica a operaciones que involucran productos químicos tóxicos, reactivos y explosivos en o por encima de un umbral especificado. Hay 137 productos químicos enumerados en la metodología se aplica a líquidos o gases inflamables en cantidades de 10,000 libras o más, excepto en ciertas situaciones como combustibles utilizados exclusivamente para consumo en el lugar de trabajo, líquidos inflamables almacenados en el punto de ebullición atmosférico sin beneficio de enfriamiento o refrigeración, la fabricación de explosivos y la fabricación de pirotecnia. La metodología OSHA en su estándar CFR 1910.119 se organiza en tres pilares: tecnología, personal e instalaciones (Aguado, 2017). Cada pilar contiene elementos específicos para ejercer la seguridad de procesos y evitar accidentes de riesgo mayor, fatalidades, daño a la estructura de la planta e incidentes en el medio ambiente. La figura muestra cómo se organizan estos pilares y elementos.

Figura 1.

Elementos de la metodología OSHA



Nota. Adaptado de (Aguado, 2017)

2.2.1. Elementos del estándar 29 CFR 1910.119

1. Participación de los Empleados (EP): Este elemento busca fomentar la cultura de seguridad de procesos en el área de trabajo, los empleados son activos involucrados en la identificación y solución de problemas en la seguridad, se les da la libertad y los recursos necesario para hacerlo. La OSHA en su estándar 29 CFR 1910.119, establece que la compañía deberá desarrollar un plan escrito de la participación de los empleados que se debe ser extraído del manual que tendrá los siguientes entregables:

- I. Plan de participación de los empleados- Extraído del manual PSM.
- II. Hoja de asistencia del empleado, una lista de todos los empleados de toda la planta.

2. Información seguridad del proceso (PSI): Establece que las compañías deberán desarrollar toda la información de seguridad del proceso escrita antes de cualquier análisis de proceso requerido. la recopilación de la información escrita debe ayudar a la compañía y al empleado que está involucrado a identificar y comprender los riesgos asociados a aquellos procesos que tienen químicos altamente peligrosos. En este elemento se destacan los siguientes aspectos claves:

- I. Ficha de datos de seguridad.
- II. Compilación de los posibles efectos peligrosos por error en las mezclas.
- III. Diagramas de flujo de proceso, Diagramas de flujo en bloque.
- IV. Química del proceso.
- V. Inventario máximo previsto de los tanques de la planta.
- VI. Límites de funcionamiento seguro, parámetros para el control de proceso.
- VII. Consecuencias de la desviación de operar fuera de los límites aceptables.
- VIII. Materiales de construcción de los equipos.
- IX. Diagrama de tuberías con los componentes relacionados del flujo del proceso físico.
- X. Clasificación eléctrica de la planta.
- XI. Las bases del diseño y los detalles de todos los sistemas de alivio de equipo.
- XII. Diseño del sistema de ventilación.
- XIII. Resumen de los códigos de diseño y normas utilizadas para el diseño de las instalaciones.
- XIV. Balance de masa y energía para todos los procesos.
- XV. Descripción de los sistemas de seguridad de la planta.
- XVI. El plano de la planta destacando características importantes de seguridad, incluidas las vías de salida, sistemas de seguridad, etc.

3. Análisis de riesgos del proceso (PHA): Es un proceso sistemático que busca identificar y evaluar los riesgos asociados con los procesos industriales y las instalaciones, y establecer medidas de control para minimizar estos riesgos y proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente, la propiedad y la comunidad. Las partes para determinar estos riesgos son:

- I. Análisis de riesgo HAZOP.
- II. Informes de PHA.

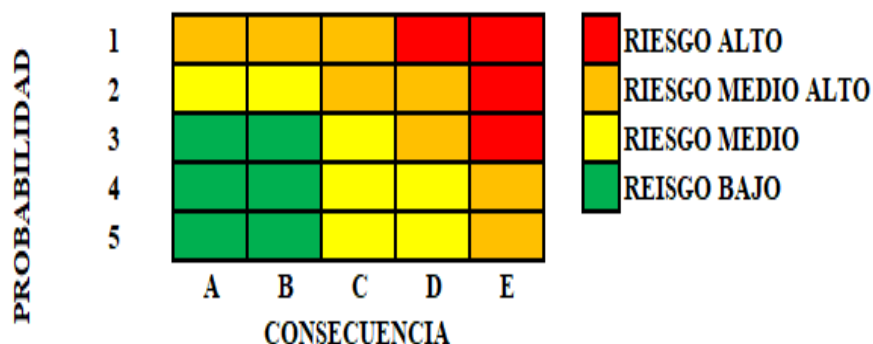
- III. Informes sobre elementos de acción del PHA, listados de puntos de acción y el reporte de condiciones de la planta.
- 4. Procedimientos Operativos (SOP):** Se refiere a los procedimientos escritos que fundamentan los pasos y medidas necesarios para realizar de manera segura las actividades relacionadas con los procesos industriales, las instalaciones y los procedimientos operativos ejecutados por los empleados. Estos procedimientos deben cubrir todas las asociadas con el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta la transformación, producción y manejo de productos finales. Los procedimientos por tratar son:
- I. Operación paso a paso.
 - II. Procedimientos para el sitio o planta.
 - III. Procedimientos temporales.
 - IV. Cierres de emergencia, incluyendo las condiciones bajo las cuales se requiere el cierre.
 - V. Operaciones de emergencia.
 - VI. Cierres normales.
 - VII. Arranque después de un cierre de emergencia.
- 5. Entrenamiento (TR):** Este elemento establece que la empresa deberá desarrollar programas y necesidades de capacitación para mejorar la seguridad de sus empleados. El PSM requiere que cada empleado involucrado en la operación de un proceso nuevo reciba capacitación en el proceso general y en los procedimientos de operación. El programa de entrenamiento de los empleados debe contener los siguientes elementos:
- I. Plan maestro de acciones del diagrama de flujo del proceso.
 - II. Registros de entrenamiento.
 - III. Materiales de capacitación que contengan información de equipos claves del proceso.
 - IV. Formularios de autorización del empleado.
 - V. Lista de frecuencias de entrenamiento de renovación.
 - VI. Formularios de registro de prueba de rendimiento.
- 6. Contratistas (CO):** Este elemento incluye disposiciones relacionadas con los contratistas y sus empleados, haciendo hincapié en la importancia de evitar poner en peligro a quienes trabajan cerca de sus tareas. Se destaca la necesidad de que los empleados realicen una auditoría continua del desempeño del programa de contratistas y de las prácticas seguras por parte de ellos.

Los aspectos necesarios para este elemento son:

- I. Lista de contratistas aprobados.
 - II. Lista de verificación de los contratistas.
 - III. Registro de lesiones o enfermedades del contratista.
 - IV. Resumen de seguridad y lista de verificación y resultados de los exámenes de seguridad.
 - V. Formulario de evaluación de licitación, seguridad del contratista.
 - VI. Auditoria de cumplimiento de la seguridad del contratista.
- 7. Revisión de Seguridad Antes de la Puesta en Marcha (PSSR):** Este elemento sugiere que los operadores realicen una revisión completa de seguridad antes de poner en marcha cualquier equipo o proceso nuevo o modificado. El objetivo de esta revisión es identificar cualquier riesgo potencial de seguridad asociado con el nuevo equipo o proceso, y tomar medidas para reducir los riesgos antes de ponerlo en funcionamiento. Los aspectos a ser considerados en este elemento son:
- I. La construcción y el equipo están de acuerdo a las especificaciones del diseño.
 - II. Los procedimientos de seguridad, operación, mantenimiento y emergencia son adecuados.
 - III. Análisis de riesgos de proceso para nuevas instalaciones.
 - IV. Capacitación completa de cada empleado involucrado en el proceso.
 - V. Listas de verificación de la PSSR.
- 8. Integridad Mecánica (MI):** Este elemento hace referencia a la necesidad de garantizar que los equipos y sistemas mecánicos utilizados en los procesos industriales y las instalaciones están diseñados, contruidos, instalados, operados y conservados de manera adecuada y efectiva para prevenir fallas mecánicas que resulten en lesiones graves para los trabajadores. El programa de integridad para los equipos estacionarios se aborda mediante dos ítems:
- I. Un plan de inspección o mantenimiento completo.
 - II. Ventanas operativas de integridad (IOW's) adoptadas para cada equipo.

Figura 2.

Escala de probabilidad y consecuencia en la metodología IOW's



Nota. Adaptado de (Molina, 2019)

9. Permisos de trabajo caliente (HWP): Este elemento indica la necesidad de establecer y seguir procedimientos específicos para realizar trabajos que involucran fuentes de calor, chispas o llamas en áreas donde pueden estar presentes sustancias inflamables o explosivas. Estos procedimientos son documentos escritos que autorizan la realización de trabajos que involucran fuentes de calor en áreas peligrosas, y que fundamentan las medidas de seguridad necesarias para prevenir incendios y explosiones. Los aspectos necesarios para el cumplimiento de este elemento son:

- I. Documentar que los requisitos de prevención y protección contra incendios se han implementado antes de comenzar las operaciones de trabajo en caliente.
- II. Debe indicar las fechas autorizadas para el trabajo en caliente e identificar el objetivo por el cual se realizará el trabajo en caliente.
- III. El permiso debe mantenerse en el archivo hasta la finalización del trabajo en caliente.

10. Gestión del cambio (MOC): Este elemento tiene como objetivo establecer un proceso estructurado y formalizado para identificar, evaluar y gestionar los cambios en los procesos, equipos, materiales y personal que puedan afectar la seguridad de los trabajadores o la integridad del proceso. La gestión del cambio busca identificar las posibles consecuencias de un cambio en la operación o procedimientos, y planificar con anticipación para adoptar medidas adecuadas antes de producir el cambio. El proceso debe garantizar que:

- I. Se identifiquen, analicen los peligros y analizar los riesgos.
- II. Manejar niveles aceptables de riesgo.

- III. Que el cambio no introduzca nuevos riesgos que pasen inadvertidos.
- IV. El cambio no debe potenciar los peligros ya resueltos.
- V. Desarrollo de planes de acción.

11. Investigación de Incidentes (II): Se lleva a cabo una investigación formal de los incidentes de seguridad, incluyendo accidentes, lesiones, enfermedades ocupacionales y situaciones de peligro, para identificar las causas raíz y tomar medidas para prevenir futuros incidentes. La investigación de incidentes es importante para comprender los factores que contribuyen a estos, evaluar eficacia de las medidas de control existentes y proponer soluciones para evitar que se repitan. Las principales características de la investigación de incidentes son:

- I. Procedimiento de investigación antes de que ocurran los incidentes.
- II. La investigación debe ser iniciada en cuanto sea posible, es esencial capturar información antes de que se desvanezca, deben comenzar a más tardar 48 horas después del incidente.
- III. Sistema para asegurar el seguimiento y el cierre de la investigación.
- IV. Los informes de incidentes deben ser revisados con todo el personal de operación, mantenimiento y sujetos de interés.
- V. Los informes de incidentes de emisiones catastróficas o eventualmente catastróficas de productos químicos peligrosos deben conservarse durante al menos 5 años.

12. Planificación y respuesta ante emergencias (ERP): Este elemento establece la necesidad de seguir un plan formalizado y estructurado para prevenir y responder a situaciones de emergencia en el lugar de trabajo. El plan debe incluir la identificación de situaciones de emergencia potenciales, la definición de medidas de control asociados a la capacitación del personal involucrado, la comunicación con los servicios de emergencia y la realización de simulacros periódicos para evaluar la eficacia del plan.

Las características principales para tener en cuenta de este elemento son:

- I. Análisis de consecuencias.
- II. Acciones para terminar cualquier liberación de material peligroso.

13. Auditoría de Cumplimiento (CA): La realización auditorías proporcionan datos para medir el cumplimiento de la normativa del programa de gestión de seguridad de procesos establecido. Dichas auditorías deben ser realizadas por al menos una persona conocedora del proceso, con el objetivo de llevar a cabo una auditoría de cumplimiento. Además, se debe desarrollar un

informe de los hallazgos encontrados durante la auditoría, y documentar todas las deficiencias que hayan sido corregidas. El informe debe contener:

- I. Los elementos del programa de gestión de seguridad de procesos que son auditados periódicamente.
- II. La retroalimentación positiva se incluye en las fortalezas significativas, así como en la retroalimentación correctiva.

14. Secretos Comerciales (TS): Este elemento hace referencia a la protección de información confidencial y de propiedad exclusiva de las organizaciones. Dicha información puede incluir fórmulas, diseños, patentes, procesos, planes de negocio, estrategias de marketing, entre otros aspectos. La metodología OSHA establece que los usuarios deben identificarse y proteger los secretos comerciales en el lugar de trabajo, tomando medidas para evitar su divulgación y recopilando información de seguridad del proceso.

Los productos entregables del empleador son:

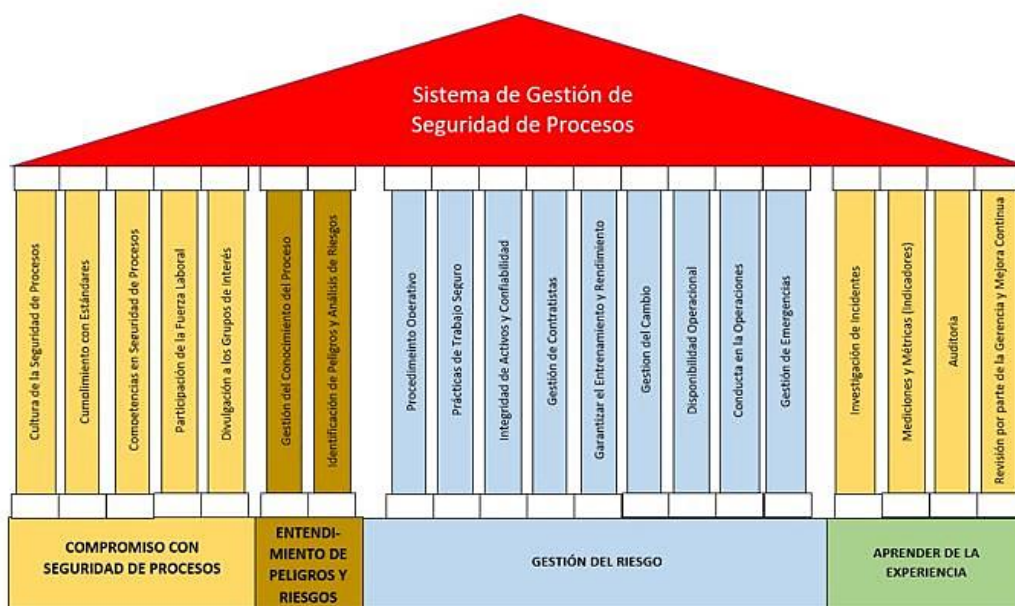
- I. Acuerdo de confidencialidad en blanco.
- II. Acuerdo de confidencialidad tramitado.

2.3. Metodología CCPS para seguridad de procesos

Esta organización ha establecido una serie de lineamientos para implementar un sistema de gestión de seguridad de procesos basado en riesgos denominado Risk Based Process Safety (RBPS). El objetivo principal es construir y operar un sistema más efectivo, basado en cuatro factores: compromiso con seguridad de procesos, entendimiento de peligros y riesgos, gestión del riesgo y aprender de la experiencia. El enfoque RBPS se basa en la premisa de que se deben aplicar niveles apropiados de detalle y rigor en la práctica de seguridad de procesos. El sistema está organizado en 4 pilares y 20 elementos, que se distribuyen de acuerdo con los factores mencionados, y que se pueden observar a continuación:

Figura 3.

Elementos de la metodología CCPS



Nota. Adaptado de (CCS, 2022)

2.3.1. Elementos del Risk Based Process Safety (CCPS)

Pilar 1. Compromiso con la seguridad de procesos: Este pilar es la piedra angular de la excelencia en el sistema de gestión de seguridad de procesos, ya que hace énfasis en que el liderazgo y la cultura organizacional son fundamentales para mantener el enfoque en la seguridad y lograr la excelencia en los aspectos técnicos de la seguridad de procesos.

Pilar 2. Entendimiento de los peligros y riesgos: Este pilar se centra en el entendimiento de los peligros y riesgos asociados con los procesos químicos, con el objetivo de identificar y evaluar los posibles escenarios de falla, y determinar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar o minimizar los efectos de un incidente.

Pilar 3. Gestión del riesgo: Este pilar se enfoca principalmente en la identificación y evaluación de riesgos, la selección de medidas de control, y la implementación y monitoreo de esas medidas, con el objetivo de reducir la probabilidad de incidentes y minimizar las consecuencias. La gestión del riesgo ayuda a la organización o empresa a desplegar un sistema de gestión que contribuye a mantener operaciones a largo plazo, sin incidentes y rentablemente.

Pilar 4. Aprender de la experiencia: Este pilar se enfoca en aprender de la experiencia pasada para mejorar la gestión del riesgo. Esto incluye la identificación de lecciones aprendidas de incidentes y su implementación en la mejora continua del sistema de gestión de seguridad de procesos. Además, se busca fomentar una cultura de mejora continua y aprendizaje en toda la organización para prevenir incidentes futuros.

1. Cultura de la seguridad de procesos: Este elemento establece los valores y comportamientos de una organización que determina la manera en que se maneja la seguridad de procesos. Las definiciones más completas incluyen las respuestas a preguntas como: ¿Cómo hacemos las cosas aquí?, ¿Qué esperamos aquí? y ¿Cómo nos comportamos cuando nadie nos mira? Aquí se pueden encontrar:

- Política de seguridad de procesos.
- Comunicación efectiva.
- Capacitación y formación.
- Evaluaciones de seguridad.
- Participación y compromiso.
- Monitoreo y mejora continua.

2. Cumplimiento de estándares: En este elemento se aborda la identificación de los estándares, códigos, normas y leyes de la seguridad de procesos a lo largo de la producción. Se centra en garantizar que los procesos químicos sean diseñados, construidos y operados de manera segura y confiable, cumpliendo con las normas y estándares establecidas. Algunos entregables que se deben tener en cuenta en el cumplimiento de estándares son:

- Identificación de estándares.
- Evaluaciones de cumplimiento.
- Desarrollo de planes de acción.
- Implementación de controles.
- Monitoreo y mejora continua.

3. Competencias en seguridad de procesos: Este elemento se refiere al desarrollo, mantenimiento y mejora de la competencia en seguridad de procesos, que abarca tres acciones interrelacionadas: mejora continua del conocimiento y la competencia, asegurar que la

información adecuada esté disponible para las personas que la necesiten y aplicar consecuentemente lo que se ha aprendido. Este elemento debe contener los siguientes aspectos.

- Identificación de competencias necesarias para cada función.
- Evaluación y validación periódica de las competencias del personal.
- Desarrollo y entrega de programas de capacitación.
- Establecimiento de procedimientos de certificación.
- Asignación de responsabilidades y autoridades claras para garantizar la capacitación del personal.

4. Participación de la fuerza laboral: En este elemento se encuentra todo lo referente al conjunto de lineamientos y prácticas recomendadas para involucrar a los trabajadores en la identificación, gestión y evaluación de los riesgos asociados con los procesos químicos y las instalaciones industriales. La participación de la fuerza laboral proporciona un sistema para permitir la participación activa de los empleados de la compañía y los contratistas en el diseño, desarrollo, implementación y la mejora continua del sistema de gestión RBPS. Los aspectos principales para considerar en este elemento son:

- Fomentar la participación activa y efectiva de la fuerza laboral.
- Proporcionar capacitación y recursos para la contribución efectiva en la seguridad de procesos.
- Establecer mecanismos para que los trabajadores puedan reportar incidentes.
- Garantizar que la participación de los empleados sea valorada y reconocida.
- Establecer un sistema de retroalimentación para evaluar y mejorar la participación de la fuerza laboral.

5. Divulgación a los grupos de interés: Este elemento enfatiza en los lineamientos y prácticas recomendadas para comunicar información relevante sobre los riesgos y el desempeño en seguridad y salud ocupacional de los procesos químicos y las instalaciones industriales a los grupos de interés. Este elemento estimula el intercambio de información relevante y de las lecciones aprendidas con instalaciones similares dentro de la compañía y otras organizaciones en el mismo grupo industrial. Los aspectos principales para tener en cuenta en el cumplimiento de este elemento son:

- Identificar y priorizar a los grupos de interés.

- Desarrollar y aplicar estrategias de comunicación efectiva para informar y educar a los grupos de interés.
- Establecer canales de comunicación.
- Asegurar la transparencia y la disponibilidad de la información relevante.
- Evaluar periódicamente la eficiencia de las estrategias de comunicación.

6. Proceso de gestión del conocimiento: Este elemento se enfoca principalmente en la información que puede ser fácilmente registrada en documentos, tales como documentos técnicos escritos y especificaciones, planos y cálculos de ingeniería, especificaciones para diseño, fabricación e instalación de los equipos de operación, y otros documentos escritos generales, como hojas de datos de seguridad (FDS). Las características para asegurar el cumplimiento de este elemento son:

- Identificar y documentar el conocimiento relevante para la seguridad de procesos.
- Establecer procesos para almacenar el conocimiento relevante.
- Establecer procesos para transferir el conocimiento relevante a través de la organización.
- Establecer mecanismos para evaluar la eficacia del proceso de gestión del conocimiento.
- Integrar el proceso de gestión del conocimiento en el sistema de gestión de seguridad de procesos.

7. Identificación de peligros y análisis de riesgo: Este elemento establece pautas y prácticas para identificar, evaluar y manejar los riesgos asociados con los procesos químicos e instalaciones industriales. Su objetivo es proporcionar una base sólida para la gestión de riesgos, la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de control y mitigación para minimizar los riesgos y priorizar la mejora continua. Se plantean tres preguntas principales para evaluar el riesgo: ¿qué podría salir mal?, ¿qué tan grave podría ser? y ¿con qué frecuencia podría suceder? Este elemento contiene los siguientes aspectos esenciales para su desarrollo y cumplimiento con eficacia:

- Identificar los peligros asociados con las operaciones de la organización.
- Evaluar los riesgos asociados con los peligros identificados.
- Establecer medidas de control para minimizar los riesgos identificados.
- Establecer procesos para monitorear y revisar periódicamente la efectividad de las medidas de control.
- Comunicar los resultados del análisis de riesgos a los trabajadores y sujetos de interés.

- Integrar el proceso de identificación de peligros y análisis de riesgo en el sistema de gestión de seguridad de procesos y asegurar su continuidad a largo plazo.

8. Procedimiento operativo: Este elemento contiene procedimientos operativos escritos que describen detalladamente los peligros, herramientas, equipos de protección y controles necesarios para que los operadores comprendan y puedan verificar que los procesos funcionen correctamente. Estos procedimientos se utilizan para controlar actividades como cambios de producto, limpieza de equipos, preparación para el mantenimiento y otras actividades rutinarias de los operadores. Los aspectos que debe contener este elemento son:

- Identificar la actividad a realizar y su propósito.
- Descripción detallada de los pasos a seguir para completar la actividad.
- Información sobre los riesgos asociados con la actividad y como controlarlos.
- Instrucciones claras y precisas sobre el uso de equipos y herramientas.
- Medidas de seguridad específicas a seguir durante la actividad.
- Procedimientos de emergencias a seguir en caso de incidentes.
- Roles y responsabilidades de los trabajadores involucrados en la actividad.
- Fechas de revisión y actualización del procedimiento operativo.
- Registros necesarios para documentar la ejecución de la actividad.
- Autorización y aprobación del proceso operativo.

9. Prácticas de trabajo seguro: Este elemento se enfoca en las prácticas recomendadas para crear un ambiente de trabajo seguro y saludable en los procesos químicos e instalaciones industriales. Esto incluye la identificación y evaluación de peligros y riesgos, la implementación de medidas de control y la capacitación de los trabajadores en prácticas de trabajo seguro.

Los entregables de este elemento son:

- Identificación de las prácticas de trabajo seguro.
- Desarrollo de procedimientos y políticas.
- Capacitación.
- Implementación de controles.
- Revisión continua.

10. Integridad de activos y confiabilidad: Este elemento del sistema de gestión de seguridad de procesos RBPS ayuda a garantizar que los equipos estén bien diseñados e instalados de acuerdo con las especificaciones y sigan aptos para su uso hasta que salgan de servicio. Es la aplicación

sistemática de actividades, como inspección y pruebas, necesarias para asegurar que el equipo sea adecuado a lo largo de su vida útil.

Los entregables que deben contener este elemento son:

- Identificación de activos críticos.
- Evaluación de riesgos.
- Desarrollo de planes de mantenimiento.
- Implementación de controles.
- Capacitación.
- Revisión continua.

11. Gestión de contratistas: Este elemento implica la identificación y evaluación de los riesgos asociados con las actividades de los contratistas, incluyendo la selección de contratistas calificados, la evaluación de sus prácticas de seguridad y salud ocupacional, la implementación de medidas de control y mitigación adecuada para minimizar los riesgos. En este elemento se pueden encontrar entregables como:

- Evaluación de contratistas.
- Planificación de trabajo.
- Requisitos de seguridad.
- Capacitación de los contratistas.
- Supervisión de los contratistas.
- Comunicación con los contratistas.
- Evaluación del desempeño.

12. Garantizar el entrenamiento y rendimiento: El entrenamiento es la instrucción práctica de los requisitos y métodos de trabajo. Puede proporcionarse en un aula o en el lugar de trabajo y su objetivo es permitir que los trabajadores cumplan con las normas mínimas de rendimiento inicial, mantengan su dominio o califiquen para ascender a una posición más exigente.

Los entregables del elemento garantizar el entrenamiento y rendimiento son:

- Identificación de necesidades de capacitación.
- Desarrollo de programas de capacitación.
- Evaluación de efectividad de la capacitación.
- Capacitación continua.
- Desarrollo de competencias.

- Evaluación del rendimiento.
- Registro y documentación.

13. Gestión del cambio: El elemento gestión del cambio ayuda a asegurar que los cambios en un proceso no introduzcan nuevos riesgos inadvertidamente o aumenten los riesgos de los peligros existentes. Incluye un proceso de revisión y autorización para la evaluación de las definiciones propuestas en el diseño, las operaciones, organización o actividades de las instalaciones antes de su implementación. Este elemento considera los siguientes apartados:

- Identificación de cambios.
- Evaluación de riesgos.
- Revisión y aprobación de los cambios.
- Comunicación de los cambios a las partes involucradas.
- Capacitación haciendo énfasis en los cambios aprobados.
- Implementación y seguimiento.
- Revisión y mejora continua.

14. Disponibilidad operacional: En este elemento se encuentran las instrucciones para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los procesos y las instalaciones industriales, a través de la implementación de planes de mantenimiento preventivo y predictivo, la identificación y evaluación de los riesgos asociados con el mantenimiento y las actividades de reparación, así como la implementación de medidas de control y mitigación adecuada para minimizar los riesgos. Los aspectos a considerar en este elemento son:

- Identificación de los activos críticos.
- Evaluación de riesgos.
- Mantenimiento preventivo.
- Pruebas de integridad.
- Monitoreo y control de la integridad.
- Plan de contingencia.
- Revisión y mejora continua.

15. Conducta en las operaciones: La conducta en las operaciones es la ejecución de las tareas operativas y de gestión de manera disciplinada y estructurada. A veces se conoce como "disciplina operativa" y está estrechamente relacionado con la cultura de una organización. Este elemento busca la excelencia en el desempeño de todas las tareas y minimizar las

variaciones en el rendimiento. Para obtener un buen desempeño del elemento en la conducta de las operaciones se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecimiento de políticas y procedimientos.
- Capacitación en seguridad.
- Evaluación del desempeño.
- Comunicación efectiva para promover la conducta en las operaciones.
- Investigación y análisis de incidentes.
- Revisión y mejora continua.

16. Gestión de emergencias: Este elemento se refiere a un conjunto de lineamientos y prácticas recomendadas para prevenir, preparar y responder a situaciones de emergencia en procesos químicos e instalaciones industriales, con el objetivo de proteger la salud, la seguridad y el medioambiente. Incluye la planificación de posibles emergencias, la práctica y la mejora continua del plan, así como la capacitación e información a empleados, contratistas y autoridades locales. El plan de emergencias debe contener los siguientes aspectos:

- Plan de respuesta ante emergencias.
- Capacitación en gestión de emergencias.
- Ejercicios de simulación de emergencias.
- Comunicación efectiva para alertar el personal y partes involucradas.
- Investigación y análisis de incidentes.
- Revisión y mejora continua con el fin de identificar oportunidades para mejorar el proceso y asegurar eficiencia.

17. Investigación de incidentes: La investigación de incidentes es un proceso que implica la presentación de informes, seguimiento e investigación de estos. Incluye un proceso formal para la investigación, incluyendo la documentación y seguimiento de las investigaciones de incidentes de seguridad de procesos. Además, implica el análisis de los datos de incidentes para identificar tendencias y situaciones recurrentes. Los aspectos pertenecientes a la investigación de incidentes son:

- Establecer procedimientos claros y detallados para la investigación de incidentes.
- Informes de incidentes.
- Análisis de causas subyacentes.
- Seguimiento y verificación.

- Comunicación efectiva para informar las causas del incidente a las partes involucradas.
- Revisión y mejora continua.

18. Mediciones y métricas (indicadores): Este elemento establece los indicadores de rendimiento y eficiencia para controlar la eficacia en tiempo casi real del sistema de gestión RBPS, sus elementos constitutivos y las actividades de trabajo. Las medidas y métricas consideran qué indicadores son relevantes, con qué frecuencia se deben recopilar los datos y qué se debe hacer con la información para garantizar el funcionamiento efectivo del sistema. Los aspectos establecidos por este elemento son:

- Planes de medición.
- Tablero de indicaciones.
- Informes de desempeño.
- Análisis de tendencias.
- Acciones correctivas.

19. Auditorías: En este elemento se presentan las recomendadas para realizar evaluaciones sistemáticas y periódicas de los procesos y las prácticas de seguridad en una instalación industrial, con el objetivo de identificar áreas de mejora y prevenir incidentes. El propósito es evaluar si los sistemas de gestión se están implementando según lo previsto y si están logrando los resultados esperados. Los entregables de este elemento son:

- Plan de auditorías.
- Informes de las auditorías.
- Seguimiento de acciones correctivas.
- Análisis de tendencias.

20. Revisión por parte de la gerencia y mejora continua: La revisión por parte de la gerencia es una evaluación periódica para determinar si los sistemas de gestión se están implementando según lo previsto y si se están logrando los resultados deseados de manera eficiente. Estas revisiones tienen muchas características similares a una auditoría, como la dotación del personal, la programación y la evaluación de todos los elementos del sistema RBPS. Los entregables que se deben proporcionar en este elemento son:

- Plan de revisión.
- Informes de revisión.
- Acciones de mejora.

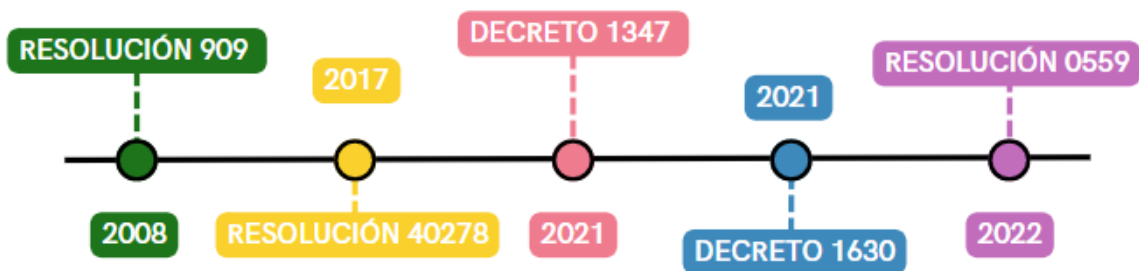
- Seguimiento de acciones de mejora.
- Análisis de tendencias.

2.4. Legislación Colombiana para seguridad de procesos

A nivel nacional existen diferentes resoluciones y decretos para la implementación de sistemas de gestión de seguridad de procesos que se han ido actualizando con el paso de los años para tener una normativa más consistente. Se inició con la resolución 909 del 5 de junio de 2008, en la cual se encuentran los requisitos para la evaluación y control de riesgos asociados a los procesos productivos que pueden afectar la seguridad y salud de los trabajadores. El 4 de abril de 2017, se expidió la resolución 40278, la cual contiene el reglamento técnico aplicable a las estaciones de servicio que suministran gas natural para uso vehicular y se dictan otras disposiciones.

Figura 4.

Línea de tiempo de la seguridad de procesos en Colombia



El Decreto 1347 del 26 de octubre de 2021 es una normativa que contempla los elementos de gestión de seguridad de procesos establecidos en las resoluciones anteriores. Su objetivo principal es adoptar el Programa de Prevención de Accidentes Mayores (PPAM) en Colombia, el cual busca prevenir y controlar los accidentes mayores que pueden ocurrir en instalaciones industriales y comerciales en todo el país (Decreto 1347, 2021). Además, este decreto establece medidas para identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con la operación de dichas instalaciones, garantizando la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y la protección del medio ambiente. Los elementos de seguridad de procesos incluidos en este decreto son:

Tabla 1.

Elementos del decreto 1347 de 2021-PPAM

Elementos de gestión de seguridad de procesos del decreto 1347 del 26 de octubre de 2021

1. Política de prevención de accidentes mayores.
2. Información de seguridad.
3. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos.
4. Participación de los trabajadores.
5. Procedimiento de operación.
6. Entrenamiento.
7. Evaluación de contratistas.
8. Revisión de seguridad pre-arranque.
9. Integridad mecánica.
10. Permiso de trabajo.
11. Gestión del cambio.
12. Preparación y respuesta ante emergencias.
13. Investigación de incidentes y accidentes mayores.
14. Indicadores de desempeño.
15. Auditorias de cumplimiento.
16. Revisión por la dirección.

Nota. Adaptada de (Decreto 1347, 2021)

Tras la expedición del decreto 1347, se ha continuado complementando la normativa con el fin de adoptar una serie de elementos de gestión de seguridad más completos. En ese sentido, se emitió el decreto 1630 del 30 de noviembre de 2021, el cual tiene como objetivo principal adoptar medidas para la gestión integral de las sustancias químicas industriales, en el marco del sistema globalmente armonizado (SGA) para la clasificación y etiquetado de Sustancias químicas peligrosas. Asimismo, se publicó la resolución 0559 del 24 de junio de 2022, mediante la cual el país adopta valores nacionales de riesgo máximo individual accidental para instalaciones fijas y en especial aquellas que manejan sustancias químicas peligrosas. En esta resolución se detallan los valores máximos permisibles para la exposición a sustancias químicas peligrosas.

3. Estado del Arte

En Colombia, el Consejo Nacional de Seguridad cambió la metodología del Centro de Seguridad de Procesos Químicos llamada "Seguridad de Procesos Basado en Riesgo" (RBPS). Este sistema de gestión proporciona un marco para una gestión eficaz de la seguridad de los procesos químicos. Además, el Ministerio de Trabajo tiene un proyecto de decreto para el Programa de Prevención de Accidentes Mayores (PPAM) para establecer una técnica progresiva en la prevención de accidentes mayores y cumplir con las legislaciones nacionales como el Decreto 1347 del 26 de octubre de 2021; en Colombia se llevó a cabo un estudio dirigido por el instituto ABS grupo Colombia S.A.S denominado "Implementación del sistema de gestión de seguridad de procesos PSM, basados en las directrices del CCPS". En el estudio se plantea que la ocurrencia de accidentes industriales ha motivado la implementación de modelos de sistemas de gestión de seguridad de procesos en la industria petroquímica, su propósito es reducir y mitigar accidentes mayores en la industria (Aguado, 2007).

La sociedad de economía mixta Ecopetrol, que participa en la cadena de producción de hidrocarburos desde la exploración hasta la comercialización, publicó en su portal de información en línea un artículo de buenas prácticas en los sistemas de gestión de seguridad de procesos. El artículo incluye guías para el desarrollo seguro de actividades como trabajos en andamios, escaleras, espacios confinados, radiografías industriales y sistemas de aislamiento de plantas y equipos, con el fin de prevenir y reducir accidentes mayores (Ecopetrol, 2022).

En la Universidad de Coventry, en Inglaterra, se realizó una investigación llamada "Un análisis comparativo de los sistemas de gestión de la seguridad de procesos (PSM) en la industria de procesos". Los profesores Chizaram D. Nwankwo, Stephen C. Theophilus y Andrew O. Arewa explican cada uno de los métodos utilizados en la gestión de seguridad de procesos. Aunque los métodos varían según su origen geográfico, coinciden en que la mayoría de los accidentes de seguridad de procesos ocurren por falta de cultura de seguridad, fallos de comunicación y descuidos en los procedimientos de trabajo (Nwankwo et al., 2019). El documento describe un marco comparativo que ayuda en la selección de un sistema de gestión de seguridad de procesos apropiado para un sector industrial específico. Se analizó la investigación de Carla Rodríguez

Paniagua "Sistema de seguridad industrial en una planta de gasificación de gas natural", que describe la elaboración de un sistema de gestión de seguridad industrial en una planta de regasificación de gas natural. Se utilizó la normativa estándar OSHA 18001:2007 para su realización (Rodríguez, 2017). El sistema de gestión recoge los procesos utilizados para controlar las actividades de la organización y prevenir riesgos para los trabajadores relacionados con el proceso de regasificación del gas natural.

4. Metodología

Fase 1

- Revisión bibliográfica e identificación de las diferentes metodologías donde se fundamentan los sistemas de seguridad de procesos
- Caracterización de los sistemas de gestión de seguridad de procesos expuestos en las investigaciones nombradas en el estado de arte con el fin de evidenciar los principales aspectos, los cuales que pueden ser utilizados en nuestro caso de estudio

Fase 2

- Revisión del decreto 1347 del 26 de octubre del 2021, con la finalidad de identificar y acoger los lineamientos que rigen los sistemas de gestión de seguridad de procesos en la industria nacional
- Identificación del estado actual de los sistemas de gestión en seguridad de procesos en Colombia basados en los lineamientos del Consejo Colombiano de Seguridad, con la finalidad de obtener aspectos comunes entre la normativa y las organizaciones OSHA y CCPS

Fase 3

- Establecimiento de las similitudes entre la normatividad colombiana y el sistema de seguridad de procesos basado en riesgos Process Safety Management con la finalidad de proponer los lineamientos para la planta caso de estudio
- Planteamiento de la estructura de un sistema de gestión de seguridad en procesos fundamentado en la metodología RBPS, que cumpla con la normatividad colombiana para que pueda ser implementado en la planta caso de estudio

5. Resultados

A continuación, se presenta una tabla que muestra los elementos de los sistemas de gestión de seguridad de procesos de la metodología OSHA estándar 29 CFR 1910.119, CCPS (Risk Based Process Safety) y la normativa colombiana, basada en el Decreto 1347 de 2021.

Tabla 2.

Elementos seguridad de procesas de las tres metodologías

ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE PROCESOS DE CADA METODOLOGÍA		
Metodología OSHA (estándar 29 CFR 1910.119)	Metodología CCPS (RBPS)	Normativa Colombiana (Decreto 1347 de octubre 2021)
1. Participación de los empleados.	1. Cultura de la seguridad de procesos.	1. Política de prevención de accidentes mayores.
2. Información seguridad del proceso.	2. Cumplimiento de estándares.	2. Información de seguridad.
3. Análisis de riesgos del proceso.	3. Competencias en seguridad de procesos.	3. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos.
4. Procedimientos operativos.	4. Participación de la fuerza laboral.	4. Participación de los trabajadores.
5. Entrenamiento.	5. Divulgación a los grupos de interés.	5. Procedimiento de operación.
6. Contratistas.	6. Proceso de gestión del conocimiento.	6. Entrenamiento.
7. Revisiones de seguridad antes de la puesta en marcha.	7. Identificación de peligros y análisis de riesgo.	7. Evaluación de contratistas.
8. Integridad mecánica.	8. Procedimientos operativos.	8. Revisión de seguridad pre-arranque.
9. Permisos de trabajo caliente.	9. Prácticas de trabajo seguro.	9. Integridad mecánica.
10. Gestión del cambio.	10. Integridad de activos y confiabilidad.	10. Permiso de trabajo.
11. Investigación de incidentes.	11. Gestión de contratistas.	11. Gestión del cambio.
12. Planificación y respuesta ante emergencias.	12. Garantizar el entrenamiento y rendimiento.	12. Preparación y respuesta ante emergencias.
13. Auditorias de cumplimiento.	13. Gestión del cambio.	13. Investigación de incidentes y accidentes mayores.
14. Secretos comerciales.	14. Disponibilidad operacional.	14. Indicadores de desempeño.
	15. Conducta en las operaciones.	15. Auditorias de cumplimiento.
	16. Gestión de emergencias.	16. Revisión por la dirección.
	17. Investigación de incidentes.	
	18. Mediciones y métricas (indicadores).	
	19. Auditorias.	
	20. Revisión por parte de la gerencia y mejora continua.	

Tabla 3.*Similitudes entre la norma colombiana y la OSHA*

Elementos similares de la normativa colombiana basada en el decreto 1347 de 2021 y la metodología OSHA.	
Normativa Colombiana	Metodología OSHA
1. Información de seguridad.	1. Información seguridad del proceso.
2. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos.	2. Análisis de riesgos del proceso.
3. Participación de los trabajadores.	3. Participación de los empleados.
4. Procedimiento de operación.	4. Procedimientos operativos.
5. Entrenamiento.	5. Entrenamiento.
6. Evaluación de contratistas.	6. Contratistas.
7. Revisión de seguridad pre-arranque.	7. Revisiones de seguridad antes de la puesta en marcha.
8. Integridad mecánica.	8. Integridad mecánica.
9. Permiso de trabajo.	9. Permisos de trabajo caliente.
10. Gestión del cambio.	10. Gestión del cambio.
11. Preparación y respuesta ante emergencias.	11. Planificación y respuesta ante emergencias.
12. Investigación de incidentes y accidentes mayores.	12. Investigación de incidentes.
13. Auditorias de cumplimiento.	13. Auditorias de cumplimiento.

Tabla 4.*Similitudes entre la norma colombiana y la CCPS*

Elementos similares de la normativa colombiana, basados en el decreto 1347 de 2021 y la metodología CCPS basada en riesgos (Risk Based Process Safety).	
Normativa Colombiana (Decreto 1347 de octubre 2021)	Metodología CCPS (RBPS)
1. Política de prevención de accidentes mayores.	1. Cultura de la seguridad de procesos.
2. Información de seguridad de procesos.	2. Competencia en seguridad de procesos.
3. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos.	3. Identificación de peligros y análisis de riesgos.
4. Participación de los trabajadores.	4. Participación de la fuerza laboral.
5. Procedimientos de operación.	5. Procedimientos operativos.
6. Entrenamiento.	6. Garantizar el entrenamiento y rendimiento.
7. Evaluación de contratistas.	7. Gestión de contratistas.
8. Integridad mecánica.	8. Integridad de activos y confiabilidad.
9. Gestión del cambio.	9. Gestión del cambio.
10. Preparación y respuesta ante emergencias.	10. Gestión de emergencias.
11. Investigación de incidentes y accidentes mayores.	11. Investigación de incidentes.
12. Indicadores de desempeño.	12. Mediciones y métricas (indicadores).
	13. Auditorias.

13. Auditorias de cumplimiento.**14.** Revisión por la dirección.**14.** Revisión por parte de la gerencia y mejora continua.

5.1. Descripción Planta PSC

La planta PSC caso de estudio está ubicada en el Magdalena medio cerca a sabana de torres es una planta productora de gas tales como propano, butano y gasolina, inició actividades a inicios de los años 60 con el propósito de generar productos blancos, a la fecha mantiene su diseño y capacidad original. Esta se encuentra en un proceso de identificación, estructuración e incorporación de un sistema de seguridad de procesos para su planta de procesamiento, desea adoptar una metodología basada en riesgos como la CCPS, además se tienen en cuenta los lineamientos existentes a nivel nacional dados por el decreto 1347 de 2021 y de cómo puede ser complementado por la metodología OSHA y CCPS con el fin de generar un sistema de seguridad más íntegro para las actuales instalaciones.

La planta posee tanques de almacenamiento, red de tuberías, torres de refrigeración, calentadores, torres fraccionadoras, oficina de operadores con monitoreo 24/7 implementando un sistema de supervisión control y adquisición de datos (SCADA) para asegurar la calidad en el funcionamiento de la planta. Durante su tiempo de operación se han realizado cambios en equipos mayores, construcción de una torre de enfriamiento e innovaciones en los sistemas de control de proceso, todas estas modificaciones han sido realizadas bajo estándares de calidad y diseño internacionales. Para llevar a cabo una correcta funcionalidad en la planta se posee un manual de operaciones donde se describe de manera general la planta, sus sistemas de control y los procedimientos operacionales. El proceso de producción se describe en 4 grandes etapas:

- **Gas de entrada y absorbedor:** El gas entra a una presión de 780 psi y una temperatura de 120 °F se condensa para separar los líquidos, se filtra y pasa por un intercambiador gas-gas que baja la temperatura hasta los 70 ° donde se inyecta glicol para deshidratar el gas, luego el glicol rico en gas pasa por un chiller que tiene una temperatura promedio de -3 °F, el gas se enfría y se envía a una torre absorbidora de contraflujo que opera a 760 psi con queroseno a 35 °F y presión mayor a la de la torre para extraer el propano, el butano y la gasolina, el aceite del fondo es rico en estos se envía a un separador flash a 300 psi donde se separan las trazas de etano, al final

se divide en dos corrientes una rica y otra pobre, la rica pasa al desetanizador y la pobre va como carga fría a la salida de la torre desetanizadora. En esta primera etapa se tienen ventanas operativas para la temperatura del glicol debe estar entre 235-245 °F, gas en la salida del chiller entre -21 a -10 °F, el flujo de la torre absorbadora debe estar entre 35-60 gpm.

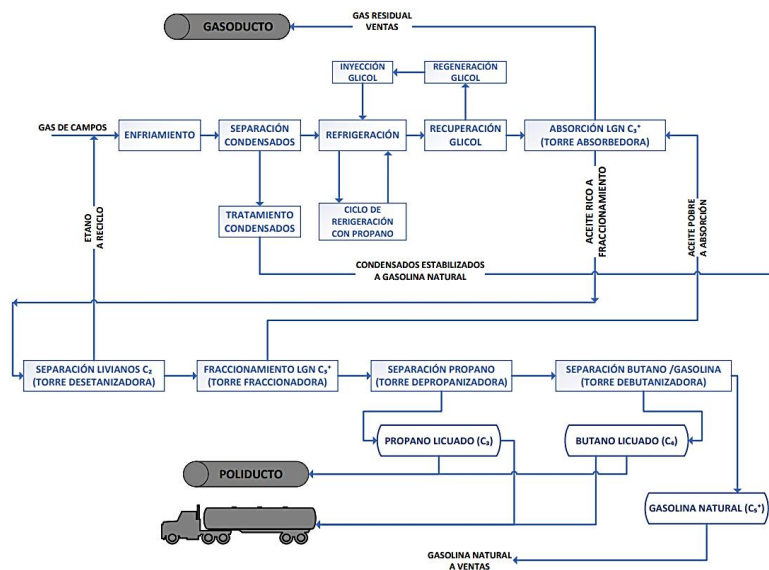
- **Desetanizador:** El aceite rico proveniente del separador flash entra por el tope a una presión de 280 psi y en el fondo alcanza una temperatura de 280 °F por medio del reboiler, con aceite proveniente de los hornos, esto permite separar las moléculas de etano que salen por el tope de la torre, el aceite rico continua al proceso de fraccionamiento. La ventana operativa para la torre desetanizadora debe operar a una presión 170-185 psi, la temperatura de entrada reboiler debe estar entre 250-350 °F y la temperatura de salida reboiler 245-265 °F.
- **Fraccionamiento y calentadores:** El aceite rico proveniente del desetanizador entra a la torre fraccionadora a una presión de 140 psi donde se recircula entre hornos y la torre para mantener una temperatura promedio de 465 °F, este proceso desprende el propano, butano y gasolina, el producto crudo se condensa, pasa a un acumulador y continua a la sección despropanizadora y desbutanizadora. Las condiciones de operación para la torre fraccionadora están 125-140 psi, su temperatura esta entre 200-472 °F, los calentadores operan entre 455-472 °F.
- **Despropanizador y desbutanizador:** El producto crudo entra al despropanizador a una presión de 202 psi y en el fondo se eleva hasta una temperatura de 232 °F, en este proceso se desprende el propano y sale por el tope de la torre, luego se condensa y una parte se envía a los tanques de almacenamiento de propano mientras la otra se recircula a la despropanizadora, lo que sale por el fondo pasa a la torre desbutanizadora. En el desbutanizador entra por la parte superior a una presión de 120 psi y en el fondo se eleva hasta los 240 °F, aquí se separa el butano que sale por la parte superior, se condensa y una parte se envía a los tanques de almacenamiento de butano mientras la otra se recircula a la desbutanizadora. En el fondo de la torre queda la gasolina, pasa por un intercambiador de calor para condensarla y es enviada a los tanques de almacenamiento. Las ventanas operativas para el despropanizador, presión 185-205 psi, temperatura tope 90-225 °F, temperatura fondo 215-230 °F, en el desbutanizador presión 95-120 psi, temperatura tope 130-230 °F, temperatura fondo 215-230 °F.

En las etapas de producción se utilizan altas presiones, altas temperaturas y sustancias químicas, algunos de los peligros más generales entre etapas son explosiones, incendios,

sobrepresión, sobrecalentamiento, exposición a temperaturas extremas, fuga de productos químicos y fallas en los equipos; como medidas de protección se tiene el sistema SCADA que controla y monitorea en tiempo real las actividades de la planta, si se llega a presentar algún incidente o falla el sistema ya está programado para alertar, notificar y actuar, algunas de las acciones dependiendo del acontecimiento son el cierre de válvulas que suministran combustible a los calentadores, cierre de válvulas de entrada y salida de aceite en los hornos, detener las bombas, abrir válvulas de alivio de las torres, cierre de válvulas que van hacia tanques de almacenamiento, estas acciones son realizadas desde el cuarto de control de no ser así también pueden ser ejecutadas de forma manual.

Figura 5.

Diagrama de bloques planta PSC



5.2. Elementos complementarios al PPAM para la gestión de seguridad de procesos

A pesar de que el sistema de gestión de seguridad en procesos en Colombia, postulado en el Decreto 1347 de octubre de 2021, es un sistema bastante completo, de acuerdo con el caso de estudio que propone lineamientos para un sistema de seguridad de procesos en una planta de gas, es necesario contar con la aplicación de los siguientes elementos con el fin de prevenir y minimizar incidentes y accidentes mayores.

- 1. Cumplimientos de estándares:** En la normativa colombiana, este elemento no se observa de manera explícita. Tomando en cuenta el caso de estudio, la planta de gas fue construida en el año 1960, por lo que es necesario evidenciar los estándares, códigos, normas y leyes que se podrían haberse utilizado para la construcción de los equipos, su interconexión y la infraestructura de la planta.
- 2. Divulgación a los grupos de interés:** Tomando como base el caso de estudio, es de vital importancia la divulgación de información a los grupos de interés sobre los riesgos asociados a los equipos e instalaciones. Se hace necesaria la comunicación de los cambios realizados en la planta en cuanto a equipos o mantenimiento, ya que este elemento ayuda a identificar posibles riesgos y tomar medidas preventivas.
- 3. Prácticas de trabajo seguro:** Debido a la antigüedad de la planta de gas utilizada en el caso de estudio, se pueden evidenciar deficiencias en cuanto a las prácticas de trabajo seguro. Es muy posible que existan riesgos laborales asociados a la antigüedad de las instalaciones y los equipos. Por tal motivo, la implementación de este elemento sería fundamental para garantizar la seguridad de los trabajadores y minimizar los riesgos asociados a la operación de la planta.
- 4. Conducta en las operaciones:** Este elemento ayuda a garantizar que los trabajadores y la dirección de la planta actúen de manera responsable y ética durante la operación. Partiendo del caso de estudio de la planta de gas construida en la década de 1960, que entró en operación en 1962, se pueden evidenciar riesgos asociados a la antigüedad de sus instalaciones o equipos. Además, a lo largo del tiempo se han realizado cambios para mejorar la operación, como la instalación de equipos mayores, entre otros. Por lo tanto, resulta indispensable establecer este elemento para garantizar que las se lleven cabo de manera segura y responsable.
- 5. Revisión por parte de la gerencia y mejora continua:** En la normativa colombiana, solo se estipula el elemento de revisión por parte de la dirección, dejando de lado la mejora continua. La implementación de equipos mayores a lo largo del ciclo productivo puede aumentar la complejidad de las operaciones de la planta de estudio y los riesgos asociados a ellos, como fallas en los equipos o posibles liberaciones de gas por falta de mantenimiento, entre otros. La implementación de la mejora continua en la gestión de la seguridad de procesos de la planta de gas permitirá a la dirección ya los trabajadores adaptarse a los cambios con el fin de mejorar la operación de la planta y garantizar la seguridad de todos los involucrados en ella.

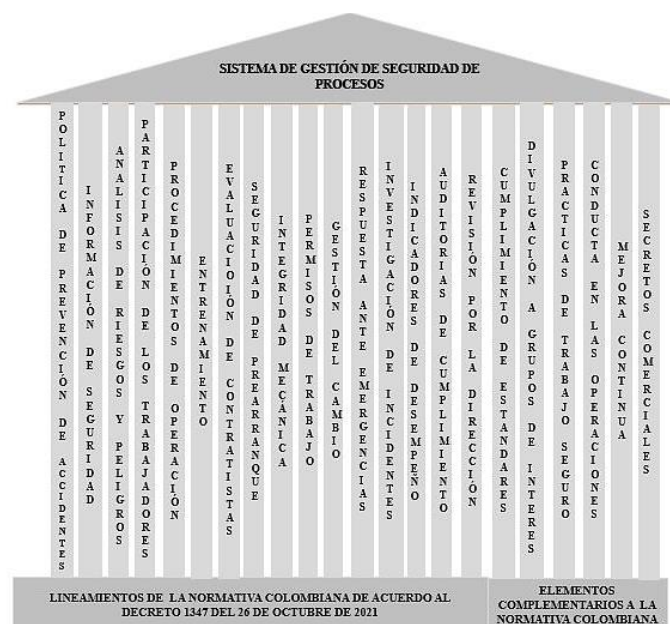
6. Secretos comerciales: La normativa colombiana no evidencia la existencia de este elemento en el sistema de gestión de seguridad de procesos estipulado en el decreto 1347, pero es muy importante debido a que esta información es exclusiva de la empresa, puede incluir formulas, diseños, procesos, estrategias de marketing, información de clientes o proveedores. Esta información se mantiene en secreto para proteger la ventaja competitiva en el mercado y evitar que sea utilizada por competidores, estos secretos deben estar protegidos por leyes de propiedad intelectual para que llegado el caso se filtre se puedan tomar medidas legales.

5.3. Estructura del sistema de gestión de seguridad de procesos para la planta PSC

La estructura de un sistema de gestión en seguridad de procesos para la planta de gas del caso de estudio de acuerdo con los elementos de gestión de seguridad de procesos que se evidencian en el decreto 1347 del 26 de octubre del 2021 y los elementos complementarios de acuerdo con la metodología CCPS basada en riesgos; constará de los elementos estipulados en la normativa colombiana que son los requisitos mínimos para cumplir a nivel nacional con la seguridad de procesos y los elementos complementarios de la metodología propuesta por el centro de seguridad de procesos químicos basada en riesgos.

Figura 6.

Estructura de un sistema de gestión en seguridad de procesos para el caso de estudio



5.4. Lineamientos propuestos para la planta de gas natural caso de estudio

Los lineamientos propuestos para en el marco de la seguridad de procesos de acuerdo con el caso de estudio son:

1. Política de prevención de accidentes mayores: Tomando en base el caso de estudio de la planta PSC podemos evidenciar que la planta cuenta con una serie de equipos y sistemas de control supervisados por el sistema de supervisión control y adquisición de datos (SCADA), que permite monitorear y controlar el funcionamiento de la planta en tiempo real y detectar posibles fallas o desviaciones en los procesos.

Este elemento debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Identificación de riesgos de los equipos y sistemas.
- Definir las medidas de control como a implementación de equipo de protección personal, sistema de detección de incendios, sistemas de corte de energía en situaciones de emergencia.
- Capacitación y entrenamiento.
- Monitoreo de los sistemas y equipos presentes en las cuatro etapas del proceso.
- Comunicación de los riesgos asociados al proceso, medidas de control, respuestas ante emergencias a los sujetos interesados.

2. Información de seguridad de procesos: Este elemento se refiere a la recolección, almacenamiento y análisis de información relacionada con la seguridad de procesos que se llevan a cabo en la planta. En el caso de la planta PSC cuenta con un manual de operaciones que describe de manera general la planta, sus sistemas de control y los procedimientos operativos, lo cual permite una mejor comprensión de los riesgos asociados a los procesos que lleva a cabo la instalación industrial y las medidas de prevención de accidentes mayores.

Este elemento debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Descripción de los procesos y operaciones realizadas en la planta.
- Normas de seguridad para el personal.
- Identificación de los productos químicos y sustancias peligrosas utilizadas en los procesos.
- Procedimientos de emergencias en casa de accidentes mayores incluyendo notificación de emergencias, evacuación, control de derrames y fugas de sustancias peligrosas.

3. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos: En la planta PSC se pueden evidenciar algunos peligros potenciales como: riesgos de incendios y explosión debido a los materiales inflamables como los combustibles y el gas, riesgos de intoxicación teniendo en cuenta la presencia de los gases tóxicos liberados durante el proceso de producción y los riesgos de caídas y lesiones derivados a la presencia de superficies resbaladizas en las áreas de trabajo. Tomando en cuenta los riesgos mencionados anteriormente se realiza un análisis de riesgos para determinar la probabilidad que ocurra un evento peligroso con el fin de determinar medidas para reducir los riesgos identificados.

En este elemento se debe considerar:

- Identificar los peligros asociados con las operaciones de la planta PSC.
- Análisis de los riesgos asociados con cada proceso en la planta.
- Evaluación de los riesgos identificados para establecer su nivel de prioridad.
- Procedimientos y controles necesarios para minimizar los riesgos identificados.
- Identificación de medidas de control incluyendo el diseño de equipos y sistemas de seguridad.

4. Participación de los trabajadores: En la planta PSC la participación de los trabajadores es de vital importancia ya que estos pueden ayudar a la identificación de peligros y la evaluación de riesgos en las respectivas áreas donde se desenvuelven, además que pueden colaborar en el desarrollo e implementación de procedimientos de seguridad en la instalación.

Los aspectos por cumplir en este elemento en la planta PSC son:

- Comités de seguridad mediante reuniones periódicas para analizar la eficiencia de los programas de seguridad cada mes.
- Capacitación y entrenamiento mediante programas de capacitación para que los trabajadores estén adecuadamente preparados para realizar las tareas.
- Establecer canales de comunicación efectivos y confiables para que los empleados puedan reportar peligros, incidentes, accidentes y sugerencias de mejoras.
- Descripción de los roles y responsabilidades de los trabajadores en la identificación y prevención de peligros e informes de incidentes.

5. Procedimientos de operación: Este elemento de gestión de seguridad en procesos se puede evidenciar en la planta caso de estudio en el seguimiento de procedimientos de operación detallada para la manipulación segura de los productos químicos, el funcionamiento de los

equipos de procesamiento, la limpieza y mantenimiento de los equipos involucrados en las etapas de entrada de gas y absorbedor, desetanizador, fraccionamiento y calentadores, despropanizador y desbutanizador. Para la planta PSC, se debe tener en cuenta:

- Procedimientos de arranque se debe tener en cuenta las competencias del operador, experiencia en arranques anteriores o que se realicen bajo supervisión.
 - Paradas programadas: Se deben asegurar los siguientes niveles como mínimo, querosene (mínimo 200 galones), tanque de propano refrigerante al máximo, piscina inferior de la torre de enfriamiento al máximo, glicol 200 galones para reposición.
 - Paradas de emergencia: Se deben tener en cuenta si es una parada remota, ruptura de tubo dentro de los calentadores y drenaje de vasijas.
 - Adición de querosene a la torre fraccionadora: Verificar que el nivel de querosene este entre 600-800 galones, controlar la apertura y cierre de válvulas.
 - Producción de propano para refrigeración: Verificar la presión del acumulador de propano entre 225 y 230 psi. Incremento de la temperatura a la desetanizadora hasta 290 °F. La presión del acumuladore debe estar en 210 psi aproximadamente, en el almacenamiento se deben abrir las válvulas hacia el tanque de propano especial y cierre de válvulas de entrada a los tanques de propano comercial.
 - Cambio de unidad de deshidratación: Se debe verificar que la unidad a entrar en servicio tenga toda la instrumentación conectada, verificar el retorno de glicol a la unidad a entrar a servicio, operación de la unidad que entre en servicio.
 - Cambio de bombas: El cambio de las bombas se realiza mensualmente o cada vez que falle. Para el cambio de bombas se debe verificar las válvulas de succión y descarga, apagar la bomba que sale del servicio localmente, verificación en el sistema SCADA que la bomba que entro en servicio mantenga los parámetros normales de operación, si se presenta alguna falla en las bombas de cambio se debe informar al departamento de mantenimiento de carácter inmediato.
 - Rutinas de operación: Las rutinas de operación están divididas en tres turnos día, tarde, noche, en los cuales cada empleado debe registrar fallas o novedades que ocurran durante su operación y al final de su turno brindar esta información al siguiente operario.
- 6. Entrenamiento:** Este elemento busca la capacitación y entrenamiento de los trabajadores para realizar las actividades de forma segura y eficiente, de acuerdo a la planta caso de estudio es

de vital importancia que los empleados estén capacitados en el manejo de sustancias químicas, el uso de los equipos en las diferentes etapas del proceso.

De acuerdo con este elemento en la planta PSC se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacitación en seguridad de procesos, incluye capacitación en el uso de equipos de protección personal, manejo de sustancias peligrosas, primeros auxilios entre otros.
- Capacitación en operación incluye el uso y manejo de equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades de operación.
- Capacitación en gestión ambiental, incluye el manejo de residuos peligrosos, el control de emisiones y vertimientos y el cumplimiento de las normas nacionales y locales.
- Capacitación en gestión de riesgos incluye la identificación, evaluación y gestión de riesgos asociados a los procesos de producción de gas.

Estas capacitaciones se recomiendan realizarlas al menos una vez al año para mantener a los trabajadores actualizados sobre los procedimientos de seguridad y operación de la planta. Es de vital importancia que se realicen capacitaciones adicionales se presentan nuevos riesgos o cuando se incorporen nuevos equipos o procesos.

7. Evaluación de contratistas: En la planta PSC hay empresas contratistas que realizan trabajos de mantenimiento y construcción, por tal razón este elemento es crucial para garantizar que estas empresas implementen protocolos de seguridad en la planta y puedan desarrollar de manera segura. Para la evaluación de contratistas en la planta PSC se debe tener en cuenta:

- Requisitos para la selección de contratistas, tener en cuenta experiencia, habilidades, conocimientos técnicos, registros de seguridad.
- Procedimiento de evaluación de contratistas, revisar su historial de seguridad y salud una evaluación de sus habilidades técnicas.
- Requisitos de seguridad y salud que incluyan listas de verificación de seguridad y salud, requisitos de formación y capacitación y medidas de seguridad específicas para la planta.
- Procedimientos de auditoria con el fin de conocer si los contratistas cumplen con los requisitos de seguridad y salud; incluyendo inspecciones periódicas y revisiones documentales. Estas inspecciones se deben realizar mínimo cada mes para con fin de detectar deficiencias.

8. Revisión de seguridad pre-arranque: La revisión de pre-arranque es de vital importancia para la puesta en marcha de los equipos y sistemas de la planta PSC ya que garantiza la

seguridad en las medidas tomadas para minimizar los riesgos de seguridad. En este elemento se deben realizar la revisión de los procedimientos operativos, el entrenamiento de los trabajadores y verificación de los equipos de protección personal.

En la revisión de seguridad de pre-arranque se debe establecer:

- Verificación de niveles.
- Verificación de presión de gas combustible y gas de instrumentos debe ser mayor a 30 psi.
- Reseteo paro remoto en el cuarto de control.
- Encendido de hornos (calentadores), tener en cuenta que el arranque de la bomba de aceite rico a los hornos tenga un caudal en 220 gal/min aproximadamente, subir la temperatura desde el cuarto de control de los hornos hasta 350°F.
- Arranque de la bomba de glicol, el bypass de aceite caliente al rehervidor alcance una temperatura de 230°F, el cierre de bypass y desde el controlador en la pantalla a 240°F.
- Arranque bomba de aceite pobre, verificar válvulas de succión y descarga.
- Apertura de válvulas a tanques de almacenamiento.
- Arranque de bomba de agua de torre de enfriamiento.
- Arranque de ventiladores.
- Arranque de compresores refrigerantes, tener en cuenta que el arranque del compresor debe estar a 400 RPM. Y válvulas de succión a 14 psi.
- Arranque de bombas de reflujo, tener en cuenta que se debe ajustar el flujo de la bomba a 15 gal/mnt mientras se estabiliza el proceso, después de esto ajustarlo a 24 gal/mnt.
- Revisión final de las condiciones de operación, identificar si las condiciones del proceso se cumplen en todos los equipos.

9. Integridad mecánica: De acuerdo a la planta de estudio este elemento es vital importancia en la seguridad de procesos debido a la presencia de sustancias químicas peligrosas y la presencia de presión alta en equipos y tuberías, se debe aplicar diversas medidas para garantizar la integridad mecánica de los equipos como la implementación de programas de mantenimiento preventivo y predictivo para en los equipos para prevenir fallas, uso de sistemas de monitoreo en línea para detectar posibles fugas o fallas en los equipos, remplazo o reparación de equipos dañados o en mal estado. De acuerdo con este elemento es necesario incluir los siguientes aspectos:

- Identificación de fallas y mecanismos de deterioro de los equipos críticos.

- Definición de los planos de inspección y mantenimiento preventivo.
- Especificación de los procedimientos para la ejecución de la limpieza incluyendo requisitos de capacitación y certificación del personal involucrado.
- Establecer criterios para la evaluación de la corrosión, fatiga, deformaciones y otros daños potenciales en los equipos.
- Descripción de los procedimientos de monitoreo continuo incluyendo la definición de los sistemas de monitoreo y frecuencias y criterios.
- Establecimiento de un sistema de registro y documentación de mantenimiento de los equipos del sistema.
- Mantenimiento a los equipos mayores instalados en la planta como separadores de gas entrada y salida, unidades de glicol, torre de enfriamiento. Generando hojas de vida de los equipos.

10. Permisos de trabajos: Este elemento hace referencia a la implementación de un sistema de permisos y autorizaciones para trabajos que involucren equipos procesos peligrosos en las instalaciones, de acuerdo a la planta de gas natural PSC se puede evidenciar que se necesitan estos trabajos ya que se manejan sustancias químicas peligrosas y los equipos que funcionan a alta presión. En la implementación de este elemento se puede incluir:

- Descripción detallada del procedimiento para solicitar.
- Identificación de los tipos de trabajo para realizar en la planta como trabajo en las alturas, trabajos a presiones y temperaturas altas.
- Registro y archivo de los permisos de trabajo solicitados por la planta.

11. Gestión del cambio: Para el caso de estudio, en la planta se han realizado mejoras en la línea de producción para aumentar la eficiencia y reducir los costos de operación, estos cambios realizados pueden tener un impacto significativo en la seguridad y la integridad del proceso por lo que es esencial implementar una gestión efectiva del cambio. Con el fin de identificar peligros potenciales asociados a estos nuevos cambios y prevenir incidentes mayores.

Este elemento de acuerdo con la planta PSC debe contener:

- Los cambios realizados a la planta son cambios en equipos mayores como intercambiador térmico TH gas-gas e intercambiador Chiller, construcción de una nueva torre de enfriamiento y migración parcial del sistema instrumentado de control del proceso.
- Definir por que se realizaron los cambios en los equipos mencionados.

- Evaluación de los riesgos asociados a la nueva torre de enfriamiento, intercambiadores TH gas-gas y Chiller.
- Verificación de que estos equipos cumplen con la función deseada que es mejorar la producción de gas en planta.
- Evaluación de los nuevos riesgos asociados a los cambios ocurridos en equipos mayores.

12. Preparación y respuesta ante emergencias: Es importante que la planta PSC cuente con un plan de emergencias que contemple los posibles riesgos asociados al proceso, así como los procedimientos para responder a estas situaciones. El plan de emergencias de la planta debe contener acciones para contemplar los riesgos asociados a la manipulación de gases inflamables y/o tóxicos, fallas en los sistemas de control y monitoreo (SCADA), sistemas de detención de fugas y capacitación del personal en el manejo seguro de los equipos y materiales. Los aspectos por cumplir de acuerdo a este lineamiento para la planta PSC son:

- Se deben identificar las posibles emergencias como derrames de sustancias químicas, incendios producidos por la falla de los equipos como intercambiadores, en los gases de entrada o tanques de almacenamientos de las sustancias.
- Designación de un equipo para atender estas emergencias.
- Mantenimiento y pruebas periódicas de los sistemas de alarma, extintores, equipos de respiración autónoma, sistema de detección de incendios, realizar estos mantenimientos cada mes para estar listos a cualquier situación emergencia que se presente.
- Capacitación del personal sobre los procedimientos de emergencias.
- Identificación y ubicación de los equipos de seguridad como extintores, botiquines de primeros auxilios, rutas de evacuación.
- Actualización del plan de emergencias al menos cada año o cuando se produzca algún cambio de equipos en las instalaciones industriales.
- Realizar simulacros y ejercicios periódicos para poner a prueba el plan de emergencias para asegurar su funcionamiento adecuado.

13. Investigación de incidentes y accidentes mayores: Este elemento permite a la planta caso de estudio identificar las causas fundamentales de cualquier evento que se produzca. En caso de que la planta presente un incidente o accidente mayor se debe coordinar una investigación exhaustiva para determinar las causas. Esta investigación debe contener recopilación de datos,

análisis de los procedimientos de operación, revisión de los controles de seguridad e identificación de las medidas correctivas con el fin de prevenir futuros eventos no deseados.

Los aspectos claves para este elemento en la planta PSC son:

- Definición de que se considera un incidente y un accidente mayor en la planta de gas.
- Procedimientos claros para reportar, registrar accidentes mayores, incluyendo tiempo y canales de comunicación.
- Proceso detallado de recolección de evidencia, entrevistas a testigos e identificación de las causas fundamentales del incidente o accidente.
- Procedimientos para la comunicación de los resultados de la investigación del incidente a las partes de interés.
- Identificación de las medidas de corrección y prevención para abordar las causas fundamentales del incidente o accidente.

14. Indicadores de desempeño: En la planta caso de estudio se mantiene su producción original pero no se evidencia que existan indicadores de desempeño como sus emisiones de gases de invernadero, la confiabilidad de esta que se mide mediante el seguimiento de fallas técnicas o el tiempo que demora en mantenimiento o reparaciones cuando ocurren las fallas.

Se debe poner en consideración los siguientes aspectos en la planta:

- Identificar de los indicadores para la seguridad, eficiencia y productividad de la planta, como la eficiencia en la producción de gas natural, cumplimiento con los tiempos estipulados y la tasa de incidentes de seguridad.
- Definición de los procedimientos y herramientas necesarios para medir y monitorear los indicadores identificados.
- Informe de desempeños de los indicadores para evaluar su cumplimiento.
- Revisión y actualización de los indicadores de desempeño al menos una vez al año, si se presenta algún cambio significativo en la operación de la planta se hace necesario actualizar los indicadores antes de la revisión anual.

15. Auditorias de cumplimiento: En el caso de estudio existen registros internos donde se tienen datos de la calidad del gas y operacionales, pero hay ausencia de una identificación, evaluación y elaboración de informes de auditoría que señale si se está cumpliendo con los requisitos normativos y legales en sus procedimientos o donde muestre posibles áreas de incumplimiento,

carece de un informe detallado con conclusiones y recomendaciones. En este lineamiento se debe contemplar:

- Planificación y programación de las auditorías se recomienda realizar estas auditorías internas de cumplimiento anualmente, pero si se presentan cambios significativos se puede programar auditorías adicionales.
- Contar con profesionales experimentados en el campo de la gestión de seguridad de procesos y en el sector de la industria de gas natural que tengan conocimientos de la normativa aplicable.
- Presentación de informes acerca de los resultados de la auditoría, en caso de presentar fallas se debe programar una auditoría al mes para corregir estos casos.

16. Revisión por la dirección: Este elemento es importante porque permite a la organización evaluar el rendimiento de la planta y determinar si se está logrando con los objetivos y metas establecidos. Aquí se debe revisar los resultados financieros, evaluación del cumplimiento legal o identificar oportunidades de mejora. La revisión debe ser realizada por la alta gerencia y se debe tener en cuenta la opinión de todos los interesados relevantes.

Se debe tomar a consideración los siguientes aspectos:

- Revisión de la política de seguridad de la planta PSC.
- Evaluación del desempeño del sistema de gestión de seguridad de procesos e identificación de las áreas de mejora.
- Evaluar la eficacia de la capacitación y entrenamiento del personal en el manejo de los equipos.
- Revisión de los incidentes y accidentes mayores que se hayan presentado en las instalaciones industriales.
- Las revisiones por la dirección se deben hacer anualmente y debe ser liderada por la alta dirección de la planta como la gerencia.

17. Cumplimiento de estándares: Aquí se asegura que la planta esté operando de manera segura y eficiente, se verifica que se estén cumpliendo con los estándares de seguridad, ambientales, de calidad y gestión de riesgo, es importante cumplirlos para evitar sanciones económicas o legales y para gestionar de manera adecuada los riesgos asociados a la operación de la planta. Este elemento debe contener aspectos como:

- Identificación de leyes, normas internas y normas externas, enfocadas en la seguridad de procesos como el decreto 1347 de 26 de octubre de 2021 de la normativa colombiana.
- Incluir auditorías internas, revisiones por parte la dirección y evaluaciones de terceros para verificar el cumplimiento de estas normas y leyes. Las auditorías internas se realizarán anualmente.
- Al momento de identificar fallas en los equipos y sistemas, determinar medidas correctivas y preventivas para abordarlos.
- Documentar toda la información obtenida por las auditorías internas de la planta PSC.

18. Divulgación a los grupos de interés: Es un aspecto importante para construir y mantener relaciones de confianza con estos grupos, aquí se debe tener una buena comunicación concisa y afectiva, la divulgación precisa de la información relevante y oportuna, la respuesta a las preguntas o datos sobre los impactos a la seguridad, la salud o al medio ambiente, estos grupos de interés van relacionados con la población aledaña, líderes organizacionales y políticos, además de todos aquellos que puedan verse afectados por las actividades de la planta. En este lineamiento se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Identificar los grupos de interés relevantes como comunidad local que viven cerca de la planta ubicada en Sabana de torres, autoridades locales y ambientales, empleados de la planta y accionistas.
- Definir un plan de comunicación a los grupos de interés.
- Definir los medios de comunicación, como reuniones con los grupos de interés para comunicar la información relevante.
- Identificación de los riesgos potenciales como derrames de sustancias químicas manejadas sustancias utilizadas en el proceso, posibles incendios por fugas de gas natural debido a sobre presiones en los equipos.
- La prioridad de la divulgación de la información depende de la planta PSC, se recomienda que cuando ocurra algún incidente comunicarlo de manera rápida y eficiente.

19. Prácticas de trabajo seguro: Son fundamentales ya que ayudan a reducir los riesgos para los empleados y garantizar un entorno de trabajo seguro, para lograrlo se debe proporcionar equipos adecuados de protección personal, inspección y mantenimientos de equipos, identificación y control de riesgos, capacitación y entrenamientos íntegros, contar con un procedimiento de emergencia en caso de que exista algún incidente. Los aspectos por considerar son:

- Identificación y explicación de las prácticas de trabajo seguro
- Capacitaciones integras al personal al menos 2 meses antes de operar un equipo.
- Implementación de controles en los empleados para cumplan con los implementos de seguridad.
- Revisión continua de máquinas y equipos al menos una vez por semana, si hay alguna novedad reportarla inmediato.

20. Conducta en las operaciones: La conducta en las operaciones hace referencia a la actitud y el comportamiento de los trabajadores de la planta durante las operaciones diarias. De acuerdo con la planta caso de estudio está directamente relacionado con el elemento de entrenamiento y participación de los trabajadores, con el fin de garantizar la seguridad de los empleados y evitar accidentes que provoquen daños a la infraestructura de la planta, al medio ambiente y a los grupos de interés.

- Establecer políticas y procedimientos seguros.
- Capacitación en seguridad a todo el personal de la empresa.
- Evaluar el desempeño de los trabajadores en cuestiones de seguridad de procesos.
- Investigar y analizar accidentes que lleguen a ocurrir en la planta, dar a conocer los motivos con los trabajadores para prevenir incidentes similares.

21. Mejora continua: Este elemento se refiere a la implementación de prácticas y estrategias para identificar y corregir constantemente los posibles riesgos y mejorar la eficiencia de los procesos de la planta. La implementación de este elemento en la planta PSC puede aplicarse a la revisión y actualización periódica de los protocolos de seguridad, procedimientos operativos de la planta incluyendo la evaluación continua de los procesos y equipos con el fin de identificar oportunidades de mejora en la eficiencia, calidad, seguridad y protección ambiental.

- Realizar plan de revisiones semestrales para los equipos principales, secundarios, sistemas de control y redes de transporte.
- Realizar el respectivo informe de las revisiones cada vez que se ejecuten, se debe reportar cada novedad y deben ser archivados.
- Realizar las acciones de mejora necesarias de acuerdo con los informes.
- Seguimiento a las acciones de mejora para que si se cumplan.

22. Secretos comerciales: Este elemento se refiere a la protección de la propiedad intelectual y la información confidencial de la empresa. Por tal razón es de vital importancia que la planta PSC

implemente políticas y procedimientos para la gestión y protección del manejo del proceso, las investigaciones que lleven a cabo, con el fin de mantener la confiabilidad de sus operaciones y puedan obtener o mantener la ventaja competitiva respecto a sus competidores o terceros no autorizados.

- Limitar el acceso de la información solo a las personas necesarias.
- Controlar el acceso físico y digital de la información.
- Acuerdos de confidencialidad firmados por las personas con acceso a la información.
- Capacitar a los empleados acerca de la importancia de proteger los secretos comerciales y de las consecuencias legales en caso de filtrar dicha información.

6. Conclusiones

- ❖ A través de la revisión del estado del arte, se identificaron las principales metodologías aplicables a la seguridad de procesos, entre las que destacan la metodología de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y la establecida por el Consejo de Seguridad de Procesos basada en riesgos (RBPS). Es importante caracterizar los aspectos clave de estas metodologías, tales como los lineamientos que forman parte de su estructura, ya que estos son esenciales para prevenir y reducir accidentes de riesgo mayor en instalaciones industriales, asegurando así la seguridad de procesos.
- ❖ Tomando en cuenta la normatividad colombiana y la metodología para la gestión de seguridad de procesos generados por la RBPS, se identifican elementos semejantes lo cual indica que la normativa colombiana es congruente al estándar internacional de la metodología CCPS. Revisando la normativa colombiana con la metodología propuesta por la administración de seguridad y salud ocupacional (OSHA), se evidencia que son congruentes y es coherente a lo requerido internacionalmente en la seguridad de procesos.
- ❖ Con el fin de proponer una estructura de gestión de seguridad de procesos para la planta de gas caso de estudio es de vital importancia reconocer los procesos que esta realiza, e identificar las áreas de mejora en la gestión de seguridad de procesos. Por esta razón de la estructura para el caso de estudio se basa en la implementación de los elementos de seguridad de procesos estipulados en el decreto 1347 del 26 de octubre de 2021 de la normativa colombiana y los lineamientos complementarios a esta normativa dados por la metodología CCPS y OSHA, con el fin de proponer una estructura integral conformada por 21 elementos en la seguridad de procesos.

Referencias Bibliográficas

Aguado, N. (2007) "implementación del sistema de gestión de seguridad de procesos PSM, basados en las directrices del CCPS (CCPS Risk Based Process Safety, RBPS)" Disponible en: <https://es.scribd.com/document/416033246/Nain-Aguado-Implementacion-Del-Sistema-de-Gestion-de-Seguridad-de-Procesos-PSM-Basados-en-Las-Directrices-Del-CCPS-CCPS-Risk-Based-Process-Safety>

Aguado, N. (2017) "Los 14 elementos OSHA PSM" (Edición No.3) Revista digital Latinoamericana Lubricación y mantenimiento industrial. Disponible en: https://higherlogicdownload.s3-external-1.amazonaws.com/AICHE/RL_LMI_3_Agosto_2017%20_VF2.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAVRDO7IEREB57R7MT&Expires=1681346513&Signature=%2FaGIDcTFQThs0Uybl9V4VsXRU9c%3D

Buitrago, C.L; Rodríguez, V.E; Herrera L, (2021) "Diseño del programa de gestión de seguridad de procesos bajo la norma OSHA CFR 29 1910.119 para químicos altamente peligrosos en la industria de alimento". Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/962>

Center for chemical process safety CCPS (2011), "Guidelines for auditing process safety management systems" (2^a ed.) Wiley-Blackwel

Consejo Colombiano de Seguridad. (2022) "Liderazgo y Cultura de Seguridad de Procesos". Disponible en: <https://ccs.org.co/portfolio/liderazgo-y-cultura-de-seguridad-de-procesos/>

Decreto 1347 (2021) Presidencia de la República de Colombia. Disponible en: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201347%20DEL%2026%20DE%20OCTUBRE%20DE%202021.pdf>

Decreto 1630 (2021) Presidencia de la República de Colombia. Disponible en: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201630%20DEL%2030%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202021.pdf>

Dekra (2023) “Análisis de riesgos de proceso (HAZOP)”. Disponible en: <https://www.dekra.es/es/analisis-de-riesgos-de-proceso-hazop/>

Ecopetrol (2022) "Buenas prácticas - Aspectos HSE". Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/GruposInteres/GestionDeAbastecimiento/GestionContractual/BuenasPracticasAspectosHSE>

El Espectador (2011) “Técnicos de Ecopetrol evalúan causas de tragedia en Dosquebradas”. Disponible en: <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/tecnicos-de-ecopetrol-evaluan-causas-de-tragedia-en-dosquebradas-article-318230/>

García, J. (2022) “Seguridad de procesos y accidentes mayores: revisión histórica, contexto colombiano y nueva normatividad”. Disponible en: <https://ccs.org.co/portfolio/seguridad-de-procesos-y-accidentes-mayores-revision-historica-contexto-colombiano-y-nueva-normatividad/>

Inerco (2021) "Gestión de Seguridad de Procesos - Process Safety Management (PSM) - INERCO". Disponible en: <https://www.inerco.com/es/centro-de-recursos/gestion-de-seguridad-de-procesos-process-safety-management-psm/>

Innova (2018) "Los 9 Peores Desastres De La Industria Química". Disponible en: <https://www.innovaambiental.com.co/los-9-peores-desastres-de-la-industria-quimica/>

La voz de Galicia (2007) “Cuatro muertos en una explosión en una planta química en Florida”. Disponible en: <https://www.lavozdegalicia.es/noticia/internacional/2007/12/20/cuatro-muertos-explosion-planta-quimica-florida/00031198133091762738193.htm>

Molina, A. (2019). “Ventanas operativas de integridad (iow) como herramienta de análisis de riesgo a la integridad”. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/ventanas-operativas-de-integridad-iow-como-analisis-riesgo-molina/?originalSubdomain=es>

NBBI (2023) "National board inspection code". Disponible en:
<https://www.nationalboard.org/index.aspx?pageID=4>

Nwankwo, C., Theophilus, S., Arewa, A., (2019) "A comparative analysis of process safety management (PSM) systems in the process industry". Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950423019304802>

OSHA (2015) "29 CFR 1910.119, Process safety management of highly hazardous chemicals -- compliance guidelines and enforcement procedures". Disponible en:
<https://www.osha.gov/enforcement/directives/cpl-2-245a-ch-1>

Portafolio (2011) "Ecopetrol lamentó tragedia en Dosquebradas (Risaralda)". Disponible en:
<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/ecopetrol-lamento-tragedia-dosquebradas-risaralda-143394>

Prevenir México (2016) "Top 10: Los peores desastres industriales". Disponible en:
<https://prevenir.com.mx/2016/03/06/top-10-los-peores-desastres-industriales/>

Resolución 0559 (2022) Presidencia de la República de Colombia. Disponible en:
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Resoluciones/RESOLUCION-0559-24-JUNIO-2022.PDF>

Resolución 40278 (2017) Presidencia de la República de Colombia. Disponible en:
https://www.minenergia.gov.co/documents/2702/37446-Resoluci%C3%B3n-40278-04Abr2017_jWwnee9.pdf

Resolución 909 (2008) Presidencia de la República de Colombia. Disponible en:
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-909-de-2008.pdf>

Rodríguez, C. (2017) "Sistema de seguridad industrial en una planta de gasificación de gas natural"
Disponible en: https://oa.upm.es/47321/1/TFG_CARLA_RODRIGUEZ_PANIAGUA.pdf

Ross, J. (2013) “The 14 elements of OSHA inspections: How they affect maintenance processes”. Disponible en: <https://www.plantengineering.com/articles/the-14-elements-of-osha-inspections-how-they-affect-maintenance-processes/>

Seguridad minera (2022) “¿Qué es la MSDS u hoja de seguridad?”. Disponible en: <https://www.revistaseguridadminera.com/materiales-peligrosos/que-es-la-msds-u-hoja-de-seguridad/>

Apéndices

Apéndice 1. Desastres industriales que han ocurrido a nivel global.

- **Desastre de Flixborough:** El 1 de junio de 1974, la planta de la compañía inglesa Nypro en Flixborough, Reino Unido, explotó debido a una fuga de ciclohexano, matando a 28 trabajadores e hiriendo a 86 personajes. La causa fue una grieta en el reactor número 5 que se desconectó del sistema de producción y se conectó a través de una línea de bypass defectuosa. El incidente ocurrió el fin de semana, lo que redujo el número de trabajadores presentes en la planta. Los incendios continuaron durante más de 10 días y afectaron alrededor de 2000 propiedades cercanas.
- **Schweizhalle:** Ocurrido el 1 de noviembre de 1986, en Suiza, el accidente tuvo origen en la planta de agroquímicos de Sandoz, fue extinguido con los sistemas de incendio de la misma planta, el agua utilizada estaba mezclada con alrededor de 30 toneladas de pesticidas se derramó en el río Rin, tiñéndolo de rojo. Se estima que el vertido causó la muerte de unos 500.000 peces y se convirtió en el peor desastre ambiental de Europa en esa época, la restauración del río tardó casi 10 años.
- **Explosión en la refinería British Petroleum:** El 23 de marzo de 2005, ocurrió un accidente en una refinería de Estados Unidos que dejó 15 personas muertas y 200 heridas. La causa fue un escape de hidrocarburos que entró en contacto con una fuente de ignición, probablemente el motor de un vehículo en funcionamiento dentro de la planta. Se identificaron factores contribuyentes como el cansancio de los trabajadores, el recorte de gastos, la desorganización, la falta de informes técnicos y el mal mantenimiento de los instrumentos de seguridad. La refinería era la tercera más grande de Estados Unidos, con una capacidad de 437,000 barriles por día.
- **Explosión en la refinería de Imperial Sugar:** Ocurrió el 7 de febrero de 2008, en Estados Unidos ocurrió una explosión en el estado de Georgia. Como resultado se produjo el fallecimiento de 14 personas y más de 40 heridos. La causa se atribuyó a la acumulación de azúcar de las bandas transportadoras que generaron una atmósfera explosiva.
- **Explosión de Beirut:** El 4 de agosto de 2020, en Líbano, capital bancaria del Líbano fue sacudida por una fuerte explosión, después de que una reserva abandonada de 2.750 toneladas de nitrato de amonio se incendiara en un almacén, la explosión dejó más de 200 muertos y cerca de 6.000 heridos, el estallido arrasó edificios cercanos y causó grandes daños a la propiedad. Cientos de miles de personas quedaron sin hogar debido al incidente, el poder judicial libanés emitió una orden de detención contra 28 personas relacionadas con la explosión.

Apéndice 2. Resumen de accidentes industriales a nivel internacional y nacional

Lugar	Fecha	Descripción	Muertes	Heridos
Reino Unido	14/10/1913	Explosión causada por la liberación de gas metano.	439	511
Estados Unidos	16/04/1947	Incendio en el barco de carga Grandcamp, cargado de nitrato de amonio explosiones en cadena en refinerías cercanas.	578	-
Francia	10/03/1906	Explosión causada por la ignición de polvo de carbón.	1.099	-
Bangladesh	24/04/2013	Incendio y derrumbamiento del edificio textil de Savar.	1.129	-
China (Lianoning)	26/04/1942	Explosión de gases liberados por el carbón.	1.549	-
Pakistán (Ojhri)	10/04/1988	Explosión en un depósito utilizado por milicianos afganos para almacenar armas.	1.300	-
Colombia (Barranquilla)	21/12/2022	Incendio en tanques de almacenamiento de gasolina.	Daños a la calidad del aire.	-
Nigeria	17/10/1998	Derrame de combustible debido a una fuga realizada con el objetivo de robar combustible, inicia un gran incendio.	1.000	-
Brasil (Cubatao)	25/02/1974	Fuga en el oleoducto provoco una nube de gasolina que causa una gran explosión.	508	-
Egipto (Dronka)	02/11/1994	Tren que trasportaba combustible se descarrilo y provoco una gran explosión.	500	-
Colombia (Valle de Aburra, Medellín)	16/06/2021	Incendio en la fábrica de pinturas de la empresa Invesa.	3	2
Estados Unidos (Pennsylvania)	18/005/1918	Explosión de TNT en una fábrica de químicos.	210	-
Colombia (Santa Marta)	29/07/2013	Explosión de una bodega de químicos.		500 heridos y 80 de gravedad.
México (Ciudad de México)	18/11/1984	Falla en la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de Gas licuado del petróleo, causo sobrepresión conduciendo a una fuga y posteriores explosiones.	500	700

Colombia (Dosquebradas)	23/11/2011	Con el fin de extraer gasolina de manera ilícita, se produce una fuga de combustible produciendo una gran explosión, aunque la otra causa fue el mal estado de instalación producida por la fatiga.	31	70
Escocia (Aberdeen)	06/07/1988	Cuatro explosiones a causa de una fuga de gas a alta presión.	167	-
Colombia (Barrancabermeja)	18/12/2005	Error en la falta de comunicación entre operarios de la planta, produce una explosión en la planta Demex de la refinería de Ecopetrol.	2	7
Golfo de México	20/04/2010	Explosión en la plataforma Deepwater a causa de fallas mecánicas, diseño de ingeniería defectuosos, e interacción inadecuada, dan origen al derrame de petróleo más grande de la historia de la humanidad.	11	-
Países Bajos (Enschede)	13/05/2000	Incendio en un almacén de fuegos artificiales de la empresa SE Fireworks.	23	947
Estados Unidos (Jacksonville)	19/12/2007	Explosión en los laboratorios T-2, dedicados a la fabricación de disolventes químicos y aditivos para combustibles.	4	32

Apéndice 3. Información del elemento seguridad del proceso (PSI), de la metodología OSHA

Fichas de datos de seguridad (FDS): Es un documento técnico que proporciona información detallada y completa sobre un producto controlado. Contiene especificaciones sobre los efectos en la salud debido a la exposición del producto, así como una evaluación de los peligros relacionados con la manipulación, almacenamiento o uso del mismo

- **Identificación:** En la MSDS se identifica el producto químico, así como los usos recomendados y la información del proveedor.
- **Identificación de los Peligros:** Identifica los peligros del químico presentado y la información de advertencia relacionada con estos peligros.
- **Composición/Información sobre los ingredientes:** Se identifica los ingredientes contenidos en el producto indicado, se debe incluir impurezas y los aditivos estabilizadores. Esta sección contiene datos sobre mezclas y todos los productos químicos en los que se reclama un secreto comercial.
- **Medidas de Primeros Auxilios:** Describe la atención inicial que debe brindar los socorristas no capacitados a una persona que hubiera estado expuesta a la sustancia.
- **Medidas de Lucha Contra Incendios:** Proporciona las recomendaciones para combatir un incendio provocado por el producto químico.

- **Medidas de Liberación Ambiental:** Brinda las recomendaciones sobre la respuesta más adecuada a derrames, fugas o escapes; incluidas las prácticas de contención y limpieza para prevenir o minimizar la exposición de las personas, las propiedades o el medio ambiente.
- **Manejo y Almacenamiento:** Contiene la orientación sobre las prácticas de almacenamiento y condiciones para el almacenamiento seguro del producto.
- **Controles de Exposición/Protección personal:** En esta sección están indicados los límites de exposición al producto o sustancia química, así como los controles de ingeniería, medidas de protección personal que pueden ser usadas para minimizar la exposición al producto.
- **Propiedades físicas y químicas:** Identifica las propiedades físicas y químicas como textura, olor, tablas de conductividad eléctrica y térmicas relacionadas con la sustancia o producto.
- **Estabilidad y Reactividad:** Describe los peligros de reactividad del producto químico y la información sobre la estabilidad química; esta sección se puede dividir en tres partes: reactividad, estabilidad química y otros.
- **Información Toxicológica:** En esta sección se identifica la información toxicológica del producto así como los efectos sobre la salud humana, en caso de no tener los datos se deberá especificar que dichos datos aún no están disponibles.
- **Información Ecológica:** Esta sección, aunque no es obligatoria colocarla en la MSDS, deberá proporcionar los datos necesarios para evaluar el impacto ambiental del producto o las sustancias químicas que se liberan al medio ambiente.
- **Consideraciones de Eliminación:** Brinda orientación sobre las prácticas adecuadas de eliminación del producto químico, reciclaje o recuperación de este. Esta sección es de carácter no obligatorio.
- **Información de Transporte:** Aunque se considera una sección no obligatoria, en este apartado se deberá proporcionar información sobre la clasificación para el transporte del producto químico, ya sea por aire, agua, o tierra.
- **Información Reglamentaria:** Identifica las normas de seguridad, salud y medio ambiente determinadas para el producto que no se indican en ninguna otra parte de la MSDS.
- **Otra Información:** En esta sección indica cuando se redactó la MSDS o cuando se realizó la última versión conocida.

Apéndice 4. Información del elemento análisis de riesgo del proceso, de la metodología OSHA

Análisis de riesgo HAZOP

El estudio HAZOP es una técnica sistemática utilizada para identificar y evaluar posibles riesgos en un proceso industrial. Este examina detalladamente cada aspecto del proceso con el fin de detectar posibles desviaciones de las condiciones normales de operación y sus consecuencias potenciales.

Los diagramas PFD, los diagramas de proceso, el plan de instalación y la descripción del proceso de operación son la información base para realizar el estudio HAZOP. Además, se requieren hojas de datos de los equipos e instrumentación, balances de masa y energía, matriz de causa y efecto, planos eléctricos de la planta y plano de cañerías como soportes de información necesarios. Es importante destacar que la calidad y validez del estudio se puso totalmente de la calidad y cantidad de información disponible.

Apéndice 5. Información del elemento entrenamiento, de la metodología OSHA**Materiales de capacitación**

Las herramientas utilizadas para el entrenamiento del personal incluyen normalmente: equipos clave del proceso, materias primas, productos intermedios y finales por proceso, peligros químicos por proceso, principales variables operativas y límites por proceso, sistemas, descripciones de equipos de seguridad de procesos y descripciones de sistemas de emergencias por proceso.

Apéndice 6. Información del elemento integridad mecánica, de la metodología OSHA**Ventanas operativas de integridad (IOW's)**

Son una metodología para definir los límites preestablecidos en las variables del proceso con el fin de evitar posibles accidentes de contención que pueden ocurrir como resultado de la degradación o corrosión inesperada de los materiales utilizados para la construcción debido a ciertos desvíos de parámetros del proceso en los equipos. El resultado de establecer ventanas operativas de integridad es relacionar las actividades con el tiempo de respuesta respecto a su nivel de criticidad con el programa de seguridad de procesos PSM.

Los planes de inspección y las frecuencias se deben llevar a cabo de acuerdo a:

- NBIC NB-23 parte 2, inspección, hace referencia al código de inspección de la junta nacional (NBIC), publicado por primera vez en 1946 como una guía para los inspectores jefes. Se ha convertido en un estándar reconocido internacionalmente y ha sido adoptado por la mayoría de las jurisdicciones de EE.UU. y Canadá. El apartado 2 hace hincapié en las orientaciones necesarias para realizar y documentar las inspecciones de todos los tipos de elementos que retienen presión. Incluye información sobre la seguridad personal, exámenes no destructivos, pruebas, mecanismo de falla, tipos de equipos a presión, aptitud para el servicio, evaluaciones basadas en riesgo y estándares basados en el desempeño.
- API 510, código de inspección de los recipientes a presión: en servicio inspección, clasificación, reparación y alteración.
- API 570, código de inspección de tuberías: Inspección en servicio, reparación y alteración de sistemas de tuberías.
- API RP 576, inspección de dispositivos de alivio de presión.
- CSA B51, caldera, recipiente de presión y tubería de presión.
- API 653, inspección, reparación, alteración y reconstrucción.
- CSA Z662, sistemas de oleoductos y gasoductos.
- ABS AB-506, requisitos de inspección y mantenimiento para equipos a presión en servicio.

Otros aspectos que debe cubrir el elemento de integridad mecánica son:

- Áreas cubiertas del proceso del MI.
- Procedimientos.
- Requisitos de frecuencia, equipos, el tipo de inspección, prueba requerida, la frecuencia de inspección, resultados de la prueba e informes mensuales.
- Informes mensuales de tanques de almacenamiento.
- Informes mensuales del equipo de rotatorio.
- Alarmas, sensores, registro fuera del sistema.
- Sistema general de seguridad de la planta en el formulario mensual de informes de seguridad.
- Inspección trimestral de dispositivos de socorro.
- Controles trimestrales como posibles inspecciones de interbloqueo.

- Lista de equipos: Lista compilada de todos los recipientes a presión.
- Tanques de almacenamiento y equipos rotativos en servicio de lugar y sujetos a inspección.
- Lista de controles: Una lista de controles principales sujetos a pruebas trimestrales.

Apéndice 7. Información del elemento gestión del cambio, de la metodología OSHA

En este elemento se debe garantizar que:

- Identificación y análisis de peligros y riesgos.
- Manejo de niveles aceptables de riesgo, tomando las decisiones adecuadas para evitar, eliminar y controlar estos riesgos durante el proceso de cambio.
- Evitar que el cambio introduzca nuevos riesgos inadvertidos.
- No potenciar los peligros ya resueltos.

La gestión del cambio debe considerar:

- Seguridad de los empleados que realizan los cambios.
- Seguridad de los empleados y trabajadores auxiliares.
- Seguridad de los empleados encargados de la operación de equipos.
- Aspectos ambientales como, seguridad pública, seguridad y calidad del producto, protección contra incendios para evitar daños materiales, y la interrupción de actividades.

Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones antes de llevar a cabo cualquier cambio en el proceso:

- Base técnica para el cambio propuesto.
- Impacto del cambio en la seguridad y salud de los empleados.
- Modificaciones a los procedimientos.
- Periodo de tiempo necesario para el cambio.
- Requisitos de autorización para el cambio propuesto.

Al personal que se desenvuelva en las diferentes áreas de la organización se le debe hacer entrega de las siguientes herramientas al realizar un cambio:

- Formulario MOC en blanco.
- Lista de comprobación técnica y mecánica de los equipos.
- Lista de verificación de revisión de seguridad respondiendo a la pregunta ¿Qué pasa sí?

Apéndice 8. Información del elemento planificación y respuesta ante emergencias de la metodología OSHA

Análisis de consecuencias: En este apartado se debe desarrollar un plan de respuesta y control de emergencia por escrito de toda la planta con el fin de mitigar las posibles consecuencias derivadas del análisis de consecuencias. Este plan debe abordar las siguientes temáticas:

- Notificación y coordinación de esfuerzos con organizaciones apropiadas de respuesta a emergencias.
- Notificación al personal afectado.
- Notificación a los organismos reguladores apropiados.
- Rutas y planes de evacuación.
- Contabilidad del personal.
- Operaciones de salvamento, incluida la asistencia médica.
- Designación de los centros de control de emergencia primarios y alternos.

Las acciones encaminadas a finalizar cualquier tipo de liberación de materiales peligrosos deben tener en cuenta lo siguiente:

- Procedimientos de parada de emergencia, incluyendo aislamiento, ventilación o purga tal cual sea apropiado.
- Activación de sistemas de emergencia tales como pulverizadores de agua o sistema de diluvio.

Apéndice 9. Información del elemento Auditorías de cumplimiento, metodología OSHA

En el caso donde se registren lugares donde se necesiten mejoras en la organización por medio de las auditorías se deben tener en cuenta Las siguientes pautas a manejar:

- Establecer las frecuencias para todas las auditorías.
- Usar listas de verificación para cada uno de los elementos del PSM a fin de completar auditorías.
- Abordar y corregir rápidamente cualquier incumplimiento detectado durante la auditoría.
- Realizar auditorías de cumplimiento OSHA al menos cada tres años para los procedimientos.
- Certificar la finalización de la auditoría requerida, por un equipo con al menos una persona con conocimientos en el proceso de auditoría.
- Preparar de un informe con resultados.
- Responder prontamente a las deficiencias documentadas.
- Documentar la corrección de las deficiencias.
- Mantener los dos informes de auditoría y la documentación de la corrección de las deficiencias.

Apéndice 10. Principios de la cultura de seguridad de procesos, de la metodología CCPS

Los principios fundamentales de este elemento son:

1. Mantener una práctica confiable: En este apartado se debe garantizar que la práctica se implemente de manera coherente con el tiempo. Para algunos elementos, esto puede implicar un procedimiento escrito como característica esencial del elemento. Con respecto al elemento de cultura de seguridad de procesos, para el cumplimiento a cabalidad de este principio se debe considerar:

- Establecer la seguridad de procesos como valor fundamental.
- Ofrecer un liderazgo sólido.
- Establecer altos estándares de desempeño.
- Documentar el énfasis y enfoque de la cultura de seguridad de procesos.

2. Desarrollar e implementar una cultura confiable: Este principio refleja las actitudes y comportamientos que acepta una organización como válidos y posteriormente incorpora dentro de la organización con el fin de tener éxito en los desafíos que se presenten. Los aspectos a tener en cuenta en este principio son:

- Mantener un sentido de vulnerabilidad.
- Empoderar a los sujetos de interés para que cumplan con éxito sus responsabilidades de seguridad.
- Valorar la experiencia.
- Garantizar comunicaciones abiertas y efectivas.
- Establecer un entorno de cuestionamiento y aprendizaje.
- Promover confianza mutua.

➤ Ofrecer una respuesta oportuna a los asuntos de preocupaciones de seguridad de procesos.

3. Monitorear y guiar la cultura: En este principio es de vital importancia ya que ayuda a la organización a monitorear y guiar la cultura de seguridad para aumentar el desempeño de esta.

Apéndice 11. Principios del elemento cumplimiento de estándares, de la metodología CCPS

1. Mantener una práctica confiable: Al desarrollar cualquier actividad la organización desea que se realice de la forma correcta y coherente a lo largo de la producción e instalación, con el fin de asegurarse que las actividades de gestión de seguridad de procesos se ejecuten de la manera técnica y sin errores. Las características de cumplimiento de este principio son:

- Asegurar la implementación coherente del sistema de estándares.
- Identificar cuando se requiere el cumplimiento de estándares.
- Involucrar al personal competente.
- Asegurarse de que las prácticas de cumplimiento de los estándares sean efectivas.

2. Realizar actividades de cumplimiento: El sistema de estándares proporciona un mecanismo de comunicación para informar a la gerencia y al personal acerca del estado de las obligaciones y cumplimiento de la compañía. Además, el elemento de estándares es el punto central para monitorear los cambios a las obligaciones y el impacto de estos en la compañía. Este principio debe cumplir con:

- Proporcionar información apropiada para las actividades de estándares.
- Realizar actividades de aseguramiento de cumplimiento.
- Determinar periódicamente el estado del cumplimiento según se requiera y proporcionar un informe del estado de gerencia.
- Revisar la aplicabilidad de los estándares cuando surja nueva información o cambios.

3. Seguimiento por medio de decisiones, acciones y uso de resultados de cumplimiento: Los resultados de las evaluaciones del cumplimiento pueden dictar acciones por parte de la organización. Si se logra el cumplimiento, no se requieren acciones más allá de la notificación del cumplimiento. Sin embargo, cuando no se logra el cumplimiento, se informa a la gerencia y el elemento de estándares participa en las actividades para lograr el cumplimiento los aspectos principales a cumplir de este principio son:

- Actualizar los documentos e informes del cumplimiento según se requiera.
- Comunicar el cumplimiento o presentar informes de aseguramiento del cumplimiento a las entidades externas.
- Mantener registros de trabajo del elemento.

Apéndice 12. Principios del elemento competencias en la seguridad de procesos, de la metodología CCPS

1. Mantener una práctica confiable: En la búsqueda del éxito de la organización en la gestión de seguridad de procesos se debe fomentar el aprendizaje intencional establecido en los objetivos y crear planes para lograrlos. Las condiciones necesarias para que una organización invierta en la competencia de seguridad de procesos debe contener un modelo de negocios que describa los beneficios esperados y el nivel de recursos que deben ser invertidos para

lograr estos beneficios, evaluación de la tecnología. Los aspectos a considerar en este principio son:

- Establecer objetivos.
- Designar un gerente de nivel superior dentro de la empresa, que ayude a establecer las expectativas de gestión de este elemento.
- Identificar beneficios.
- Promover una organización que aprende.
- Tolerar errores y equivocaciones, pero aprender de ellos.

2. Ejecutar actividades para el mantenimiento y mejora de la competencia de seguridad de procesos:

Es necesario llevar a cabo acciones concretas que permitan mantener y mejorar dicha competencia, es decir, transformar estos elementos en acciones prácticas para lograr un cambio positivo en materia de seguridad de procesos. Este principio se contempla:

- Nombrar administradores de tecnología.
- Tener conocimiento de los documentos.
- Asegurar que la información sea accesible.
- Estructura proporcional.
- Proporcionar conocimiento al personal adecuado.
- Aplicar el conocimiento.
- Actualizar información.
- Promover la interacción personal.
- Planificar las transiciones del personal.
- Solicitar conocimiento de fuentes externas.

3. Revisión periódica de la mejora de la competencia: Se debe revisar periódicamente el estado de los esfuerzos para mejorar la competencia en seguridad de procesos, ajustar los planes y alinear las actividades con las necesidades identificadas.

Apéndice 13. Principios del elemento participación de la fuerza laboral, de la metodología CCPS

Este elemento se fundamenta en los siguientes principios con el fin de obtener éxito en la seguridad de procesos:

1. Mantener la práctica confiable: Es de vital importancia que la fuerza laboral lleve a cabo sus acciones o actividades de manera confiable en los procesos de instalación u operación de las organizaciones. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Asegurar una implementación consistente.
- Involucrar personal competente.

2. Conducir actividades: Este principio refleja que la organización de orientar del personal o fuerza laboral al cumplimiento de manera eficiente y segura. Se deben cumplir los siguientes aspectos:

- Proporcionar contribuciones apropiadas.
- Aplicar los procesos de trabajo adecuado y crear productos de trabajo de los elementos.

3. Monitorear la efectividad del sistema: El monitoreo constante de las actividades que se realizan dentro del sistema de gestión de seguridad de procesos es de vital importancia ya que ayuda a identificar riesgos o características que no se pueden observar a simple vista. Se debe prestar atención en:

- Asegurar que las prácticas de la participación laboral permanezcan efectivas.

- 4. Promover el programa de participación de la fuerza laboral:** El objetivo principal de este principio es que la fuerza laboral de la organización se comprometa a realizar las actividades de manera eficiente. Se hace debe hacer énfasis en:
- Estimular la participación de la fuerza laboral.
 - Adoptar nuevas oportunidades en la participación de la fuerza laboral.
 - Publicar el progreso del programa.

Apéndice 14. Principios del elemento divulgación a los grupos de interés, de la metodología CCPS

Este elemento está fundamentado en los siguientes principios:

- 1. Mantener prácticas confiables:** Para que las actividades a llevar a cabo sean ejecutadas de forma confiable a través de las compañías se debe involucrar una variedad de personas y situaciones además de las siguientes características:
 - Asegurar una implementación consistente.
 - Involucrar el personal competente.
 - Mantener practicas efectivas.
- 2. Identificar las necesidades de comunicación y divulgación:** Para lograr una comunicación eficaz y construir relaciones solidas entre las partes involucradas se debe comprender las perspectivas de cada una de las partes, además que el nivel de esfuerzo y rigor debe ser necesario para identificar las necesidades y riesgos percibidos. Se debe tener en cuenta las siguientes particularidades:
 - Identificar partes interesadas relevantes.
 - Definir el alcance apropiado.
- 3. Cumplir con los compromisos y acciones:** La organización deber ser responsable de los compromisos y acciones que adquiera en la divulgación de información acerca del sistema de gestión de seguridad de procesos a las partes involucradas. Los aspectos principales en este principio son:
 - Seguimiento de compromisos a las partes interesadas y recibir retroalimentación.
 - Compartir las preocupaciones de las partes interesadas con las directivas.
 - Documentar los encuentros de divulgación.

Apéndice 15. Principios del elemento proceso gestión del conocimiento, de la metodología CCPS

Los principios fundamentales en los que se basa este elemento para su desempeño son:

- 1. Mantener una práctica confiable:** El conocimiento exacto y completo del proceso es de vital importancia para identificar a fondo los peligros del proceso y el análisis del riesgo. El enfoque RBPS no puede ser aplicado sin un entendimiento del peligro y el riesgo los cuales a su vez dependen del elemento de conocimiento. El diseño y construcción de una unidad de proceso moderna eficiente y segura requiere una importante inversión inicial, además de la inversión inicial, la mayoría de las unidades son modificadas con el tiempo para aumentar el rendimiento o eficiencia. Se debe tener un especial énfasis en:
 - Asegurar una implementación consistente.
 - Definir el alcance.
 - Documentar completamente los riesgos químicos de reactividad y de compatibilidad.
 - Asignar responsabilidad a personal competente.

- 2. Catalogar el conocimiento de procesos de una manera que facilite la recuperación:** En este apartado se necesita que la información este actualizada y ordenada, con el fin de evitar que esta información se pierda o se deseche.
 - Crear información disponible y proporcionar una estructura.
 - Proteger el conocimiento de una pérdida inadvertida.
 - Almacenar cálculos, datos de diseño e información relevante en archivos centrales.
 - Información documentada de manera amigable.
- 3. Proteger y actualizar el conocimiento:** En este principio la organización debe proteger y actualizar la información acerca del conocimiento de la seguridad de procesos con el objetivo de reconocer nuevos conocimientos en el tema, los aspectos de este principio son:
 - Controlar o limitar el acceso a documentos desactualizados.
 - Mantener la exactitud.
 - Protección ante un cambio inadvertido.
 - Proteger en contra de una remoción física o electrónica de un archivo incorrecto.
 - Apoyar esfuerzos para gestionar el cambio adecuadamente.
- 4. Utilizar el conocimiento de procesos:** El conocimiento de procesos proporciona poco valor si se encuentra latente en un archivo. Este conocimiento será subutilizado en alguna de las siguientes situaciones:
 - Los documentos no son accesibles.
 - La información no puede ser localizada dentro de los documentos.
 - El personal tiene baja confianza en que el conocimiento del proceso este actualizado y preciso.
 - El personal no es consciente de como acceder al conocimiento de procesos.

Apéndice 16. Principios del elemento identificación de peligros y análisis del riesgo, de la metodología CCPS

Los principios para dar el cumplimiento a este elemento son:

- 1. Mantener una práctica confiable:** Para que el sistema de gestión de riesgo sea ejecutado de manera confiables y segura a través de una instalación que involucra variedad de personas y situaciones se debe tener en cuenta que:
 - Documentar el sistema de gestión de riesgo que se desea.
 - Integrar las actividades HIRA en el ciclo de vida de proyectos y procesos.
 - Definir claramente el alcance físico del sistema de riesgo.
 - Involucrar personal competente.
 - Hacer juicio de riesgo de manera consistente.
 - Verificar que las practicas HIRA permanecen efectivas.
- 2. Evaluar riesgos y tomar decisiones basadas en riesgo:** Una vez identificados los riesgos y peligros asociados con el proceso, la aceptabilidad del riesgo debe ser considerada. Algunas industrias pueden juzgar el riesgo aceptable del sistema y se conformar con un estándar mínimo, tal como un código de regulación, mientras otras compañías requieren que el riesgo sea reducido al mínimo.
- 3. Seguir a través de los resultados de la evaluación:** Este principio busca que la gerencia debe resolver formalmente cada recomendación hecha por los equipos de análisis de riesgo, ya sea implementando cambios, medidas alternativas para la reducción de riesgo o aceptando el riesgo como es.

- Comunicar los resultados importantes a la gerencia.
- Documentar el riesgo residual.
- Resolver las recomendaciones y realizar seguimiento del completamiento de las acciones.
- Comunicar los resultados internamente.
- Comunicar los resultados externamente.
- Mantener registros de la valoración de riesgo.

Apéndice 17. Principios del elemento procedimiento operativo, de la metodología CCPS

El procedimiento operativo basa su desempeño en:

- 1. Mantener una práctica confiable:** Con el objetivo de mantener un practica confiable la organización debe poseer la documentación de los procedimientos operativos actualizados y precisos ya que esto asegura que el personal de cada turno opere los procesos de manera segura y consistente. Los aspectos a tener en cuenta en este principio son:
 - Establecer controles por parte de la gerencia.
 - Control de procedimientos y formato de contenido.
 - Documentos de control.
- 2. Identificar que procedimientos operativos son necesarios:** Este principio realiza un énfasis en las tareas que deben ser escritas en los procedimientos que dependen del conocimiento, la experiencia y las habilidades de los trabajadores calificados. Una falla en proporcionar los procedimientos necesarios de la forma adecuada dará lugar a una baja confiabilidad humana. Los aspectos sensibles de este principio son:
 - Conducir el análisis de tareas.
 - Determinar que procedimientos son necesarios y su nivel apropiado de detalle.
 - Considerar todos los modos operativos, incluyendo condiciones anormales y no rutinarias.
- 3. Desarrollar procedimientos:** El desarrollo de procedimientos es una actividad compleja, sin embargo, la identificación de las tareas y cómo se deben llevar a cabo en el proceso es utilizada para resolver diferencias y llegar a un único método planeado contribuyendo a la mejora del funcionamiento general de la instalación y a la reducción del riesgo. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Utilizar un formato apropiado.
 - Asegurarse de que los procedimientos describen la respuesta esperada del sistema.
 - Considerar límites de operación segura y las consecuencias de desviación de esos límites.
 - Considerar condicione límites para la operación.
 - Proporcionar instrucciones claras y precisas.
 - Suplementar procedimientos con listas de verificación.
 - Hacer uso eficaz de cuadros y diagramas.
 - Desarrollar procedimientos escritos para controlar operaciones.
 - Interconectar las tareas de manera lógica.
 - Validar los procedimientos y verificar que las practicas actuales cumplan los mismos.
- 4. Utilizar los procedimientos para la mejora del rendimiento humano:** Se deben seguir los procedimientos en su totalidad para que no se vuelvan obsoletos. Los procedimientos deben estar a disposición del usuario en el momento y lugar que se necesiten.
 - Usar procedimientos en el entrenamiento.
 - Responsabilizar a la organización para que los procedimientos se sigan de manera consistente.

➤ Asegurar que los procedimientos estén disponibles.

5. Asegurar que los procedimientos son mantenidos: Cuando los procedimientos se sostienen en la organización estos ayudan a mejorar la eficiencia del sistema de gestión de seguridad, sin embargo, los procedimientos están desactualizados o no son exactos por lo cual los hace inadecuados tanto para garantizar la seguridad del proceso y para otros aspectos de operación eficaz. Se debe seguir unos aspectos para asegurar la permanencia de los procedimientos:

- Gestión de cambios.
- Corregir errores y omisiones en el momento oportuno.
- Revisar periódicamente todos los procedimientos operativos.

Apéndice 18. Principios del elemento prácticas de trabajo seguro, de la metodología CCPS

Este elemento se basa en:

1. Mantener una práctica confiable: Se debe crear una política que describa el alcance del elemento de trabajo seguro, identificando los procedimientos de trabajo seguro, permisos reguladores de actividades específicas de trabajo no rutinarias, definición de funciones y responsabilidades para la implementación de las actividades asociadas a este elemento de trabajo seguro, esta política debe considerar:

- Definir el alcance.
- Especificar cuando el ciclo de producción de la instalación se aplica en los procedimientos de trabajo seguro.
- Asegurar una implementación consistente.
- Involucrar personal competente.

2. Controlar eficazmente las tareas no rutinarias: La gestión eficaz de los riesgos asociados con el trabajo no rutinario requiere sistemas robustos, formación y sensibilización exhaustiva y una cultura sólida en seguridad de procesos. Las características que se deben tener en cuenta son:

- Desarrollar procedimientos seguros de trabajo, permisos, listas de control y otras normas escritas.
- Entrenar empleados y contratistas.
- Controlar el acceso a las zonas especialmente peligrosas.
- Revisar en su totalidad los permisos.

Apéndice 19. Principios del elemento integridad de activos y confiabilidad, de la metodología CCPS

Los principios básicos de este elemento son:

1. Mantener la práctica confiable: Si una organización decide implementar un programa formal de integridad de activos, es importante que desarrollen políticas o procedimientos escritos para guiar su implementación y ejecución. Estos documentos deben detallar qué áreas abarcan el programa, qué funciones y responsabilidades tienen los involucrados, así como también normas y otros aspectos importantes del sistema de gestión. Se debe tener en cuenta:

- Desarrollar un programa de las políticas escritas.
- Determinar el alcance del elemento de integridad de activos.
- Diseño e inspección y mantenimiento preventivo (ITPM) basadas en estándares.

- Involucrar personal competente.
 - Actualizar prácticas en base a nuevos conocimientos.
 - Integrar el elemento de integridad de activos con otros objetivos.
- 2. Identificar equipos y sistemas que están dentro del alcance del programa de integridad de activos y asignar tareas ITPM:** En este principio se evidencian las principales tareas a cumplir dentro del elemento integridad de activos. Su objetivo es prevenir o reducir los efectos de la pérdida de contención o la liberación repentina de energía. Se deben considerar los siguientes aspectos:
- Identificar equipos y sistemas para su inducción en el elemento de integridad de procesos.
 - Desarrollar el plan ITPM.
 - Actualizar el plan IPTM cuando cambien las condiciones del equipo.
- 3. Desarrollar y mantener los conocimientos, habilidades, procedimientos y herramientas:** En este principio se pueden hallar las herramientas necesarias para llevar a cabo inspecciones, pruebas, reparaciones, y programar tareas IPTM. Es esencial que los trabajadores estén capacitados para utilizar estas herramientas y sistemas adecuadamente para obtener resultados precisos y confiables.
- Desarrollar procedimientos de inspección, ensayo, reparación, y actividades de mantenimiento.
 - Entrenar empleados y contratistas.
 - Asegurar que los inspectores mantengan certificaciones apropiadas.
 - Proporcionar las herramientas correctas.
- 4. Garantizar la aptitud continua para los fines previstos:** Para medir el cumplimiento del elemento integridad de activos se debe asegurar que el equipo siga siendo apto para los fines especificados, con el fin garantizar lo mencionado anteriormente se debe tener especial cuidado en:
- Llevar a cabo las inspecciones y pruebas iniciales como parte de la puesta en marcha de la planta.
 - Realizar pruebas e inspecciones durante las operaciones.
 - Ejecutar la calibración, ajuste, mantenimiento preventivo y las actividades de reparación.
 - Planificar, controlar y ejecutar las actividades de mantenimiento.
 - Asegurar la calidad de repuestos y de los materiales de mantenimiento
 - Asegurar que las revisiones, reparaciones y pruebas no vayan en detrimento de la seguridad.
- 5. Considerar fallas y deficiencias de equipo:** Se deben entregar informes detallados acerca de los equipos que presentes fallas o deficiencias dentro de instalación con el fin de conocer los riesgos y peligros generados para su mitigación. Se debe tener en consideración los siguientes aspectos:
- Abordar inmediatamente cualquier condición que pueda conducir a una falla.
 - Revisar las pruebas y los reportes de inspección.
 - Examinar los resultados para identificar temas más amplios.
 - Investigas las fallas crónicas utilizando una metodología estructurada.
 - Planear actividades de mantenimiento y reparación.
- 6. Analizar datos:** El análisis de datos ayuda a la organización a conocer el estado de una pieza del equipo en un punto específico en el tiempo, la intención de este principio base de la integridad de activos es identificar si los equipos están aptos para el servicio. Para el cumplimiento de este principio se debe tener en cuenta:

- Recolectar y analizar datos.
- Ajustar frecuencias y métodos de inspección.
- Llevar a cabo las inspecciones o pruebas adicionales si fuera necesario.
- Planear reemplazos u otras acciones correctivas.
- Archivar datos.

Apéndice 20. Principios del elemento gestión de contratistas, de la metodología CCPS

El elemento gestión de contratistas estipulado en la metodología CCPS se basa en los siguientes principios:

- 1. Mantener una práctica confiable:** Para que la gestión de contratistas sea una práctica confiable para la organización, se deben considerar los siguientes aspectos claves:
 - Asegurar una implementación consistente.
 - Identificar cuándo es necesaria la gestión de contratistas.
 - Involucrar personal competente.
 - Asegurar que las practicas permanecen efectivas.
- 2. Realizar actividades de trabajo del elemento:** Al solicitar una oferta a un contratista, la compañía debe incluir en el contrato los requisitos y expectativas del programa de seguridad y su desempeño. Estas expectativas deben ser claras, específicas y explícitas, y no limitarse a los requisitos generales, como el cumplimiento con las regulaciones aplicables. La organización deberá considerar los siguientes aspectos:
 - Establecer expectativas, roles y responsabilidades para la implementación y cumplimiento del programa de seguridad.
 - Asegurar que el personal del contratista esta entrenado apropiadamente.
 - Cumplir con las responsabilidades de la empresa con respecto al desempeño de la seguridad.
- 3. Monitorear el sistema de gestión del contratista por eficiencia:** En este principio se debe tomar él cuenta; las auditorias al proceso de la selección del contratista y el monitoreo y evaluación del rendimiento de seguridad del contratista.

Apéndice 21. Principios del elemento Garantizar el entrenamiento, de la metodología CCPS

Este elemento se basa en los principios:

- 1. Mantener una práctica confiable:** Para que el desempeño del personal sea confiable, es necesario que reciban el entrenamiento adecuado. Se espera que el personal lleve a cabo actividades de monitoreo de forma permanente en los equipos, considerando las siguientes características:
 - Definir roles y responsabilidades.
 - Validar la eficacia del programa.
 - Documentar el control.
- 2. Identificar que entrenamiento es necesario:** La formación es un principio de gran importancia para reducir las brechas de destrezas, habilidades y conocimientos de un trabajador actual con un solicitante de trabajo. Se deben aplicar pruebas de rendimientos para descubrir esas brechas e identificar las necesidades donde se debe intensificar la capacitación.
 - Llevar a cabo un análisis del trabajo.
 - Determinar los requisitos mínimos o esenciales de los candidatos.

- Determinar qué entrenamiento necesita.
 - Capacitación en grupo en los programas lógicos.
 - Gestionar los cambios.
- 3. Proporcionar entrenamiento físico:** El objetivo de las capacitaciones es ayudar a los trabajadores a tener éxito en el trabajo que realizan, el éxito significa que el trabajador pueda realizar la tarea asignada con un estándar concreto de calidad.
- Desarrollar o adquirir materiales de capacitación.
 - Considerar la sincronización.
 - Entrelazar temas relacionados.
 - Asegurarse de que el entrenamiento esté disponible.
- 4. Monitorear el rendimiento de los trabajadores:** Para garantizar el rendimiento de la producción, se requiere que los trabajadores hagan más que señalar las respuestas correctas a preguntas en cuestionario escrito. El único criterio significativo para la medición de la efectividad del entrenamiento es si los trabajadores pueden realizar exitosamente sus trabajos o tareas asignadas en el área de interés. Las características de este principio son:
- Calificar los trabajadores inicialmente.
 - Evaluar a los trabajadores periódicamente.
 - Revisar todos los requisitos de calificación periódicamente.

Apéndice 22. Principios del elemento gestión del cambio, de la metodología CCPS

La gestión del cambio en una organización según la normativa CCPS debe estar fundamentada en:

- 1. Mantener una práctica confiable:** Para ejecutar de manera confiable un sistema de gestión del cambio en una instalación, se deberá incorporar las siguientes características:
 - Establecer una aplicación coherente.
 - Involucrar personal competente.
 - Mantener prácticas de gestión de cambio eficaces.
- 2. Identificar situaciones potenciales de cambio:** Por medio de este principio se identifican los cambios y los tipos que han ocurrido en el proceso o en las instalaciones. Con el fin de evaluar si estos producen nuevos riesgos o peligros para la organización. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Definir el alcance del sistema MOC.
 - Gestionar todas las fuentes de cambio.
- 3. Evaluar impactos posibles:** En la evaluación de impactos posibles se deben identificar las situaciones de cambio, estas deben ser evaluadas utilizando un nivel adecuado de análisis para determinar si generan nuevos peligros o aumenta el riesgo de un peligro existente. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Proporcionar información de entrada adecuada.
 - Aplicar rigor técnico adecuado para el proceso de revisión MOC.
 - Asegurarse que los colaboradores de la gestión de cambio tengan experiencia y las herramientas adecuadas.
- 4. Decidir si se permite el cambio:** Después de revisar y evaluar el cambio, la gerencia debe decidir si se aprueba el cambio, se requiere nuevas modificaciones o se niega la solicitud. Ese debe considerar los siguientes aspectos:
 - Autorizar cambios.

- Asegurar que quienes autorizan el cambio abordan cuestiones importantes.

5. Completar las actividades de seguimiento: Una vez que se ha aprobado un cambio, se procede a su ejecución. El personal involucrado en la implementación del cambio debe aplicar prácticas de trabajo seguras y en línea con los otros elementos de RBPS, actualizar los riesgos, comunicar los cambios al personal, promulgar medidas de control de riesgo y mantener registros del sistema de gestión del cambio. En este principio se considera las acciones de:

- Actualizar riesgos.
- Comunicar los cambios al personal.
- Promulgar medidas de control de riesgo.
- Mantener registros MOC.

Apéndice 23. Principios del elemento disponibilidad operacional, de la metodología CCPS

Este elemento tiene como base los principios de:

- 1. Mantener la práctica confiable:** Para lograr una preparación eficaz, es esencial definir las funciones y responsabilidades, y establecer cuándo y dónde deben llevarse a cabo las actividades de preparación. También es importante abordar las cuestiones técnicas y contar con el personal con la experiencia necesaria. Se debe considerar los siguientes aspectos claves en el cumplimiento del siguiente principio:
 - Garantizar la aplicación coherente.
 - Determinar los tipos de disparadores para la práctica de preparación.
 - Definir el alcance de las revisiones de preparación.
 - Involucrar a personal competente.
 - Asegurarse de que las prácticas de preparación siguen siendo eficaces.
- 2. Conducir revisiones apropiadas de preparación cuando se necesitan:** Las revisiones de preparación de calidad dependen de la información recibida, este proceso de revisión debe ser exhaustivo y flexible para adecuarlo a las diferentes situaciones presentadas en la organización como la puesta en marcha de sistemas sencillos o sistemas nuevos. Se debe tener en consideración:
 - Suministrar aportes adecuados.
 - Involucrar los recursos y el personal adecuado.
 - Aplicar un proceso de trabajo adecuado.
 - Realizar el trabajo del elemento de forma diligente.
 - Crear productos de trabajo de los elementos.
- 3. Tomar decisiones de inicio basadas en los resultados de preparación:** La toma de decisiones se deben basar en los resultados de revisiones para la preparación, donde se pueden decidir las acciones de puesta en marcha. Para cumplir con este principio es necesario realizar las siguientes actividades:
 - Considerar los temas importantes que afectan la puesta en marcha.
 - Comunicar las decisiones y acciones de la revisión de preparación.
- 4. Completar las decisiones, acciones y los resultados de la preparación:** Las revisiones de preparación pueden establecer las condiciones que deben cumplirse antes de la puesta en marcha; la finalización de estas condiciones debe ser seguida y documentada. Debe cumplir con los siguientes aspectos:
 - Promulgar medidas de control de riesgo.

- Actualización y registro del conocimiento en seguridad de procesos.
- Mantener registros de los elementos.

Apéndice 24. Principios del elemento conducta en operaciones, de la metodología CCPS

La conducta en las operaciones está fundamentada en:

- 1. Mantener una práctica confiable:** El sistema de gestión debe estar diseñado de manera adecuada y proporcionar retroalimentación positiva para las conductas deseadas durante todo el proceso. En este principio se busca establecer un sistema de gestión que asegure que los trabajadores estén bien informados, entrenados y monitoreados para garantizar el cumplimiento de los procedimientos y, por ende, el éxito de las actividades de la organización. Se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales:
 - definir los roles y responsabilidades.
 - Establecer estándares de desempeño.
 - Validar la eficiencia del programa.
- 2. Control de actividades operativas:** Para lograr este principio, el sistema de gestión debe establecer expectativas claras para todas las actividades de las operaciones, desde el seguimiento de procedimientos hasta el control de acceso.
El control de actividades operativas es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones, y requiere una planificación y preparación adecuada, así como una supervisión y monitoreo continuo para lograr los objetivos establecidos por el sistema de gestión. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Seguir los procedimientos escritos.
 - Seguir prácticas seguras de trabajo.
 - Utilizar trabajadores calificados.
 - Asignar los recursos adecuados.
 - Formalizar las comunicaciones entre los trabajadores.
 - Formalizar las comunicaciones entre turnos.
 - Formalizar las comunicaciones entre grupos de trabajo.
 - Adherirse a los límites seguros de operación y las condiciones limitantes para la operación.
 - Controlar el acceso y el nivel de ocupación.
 - Controlar el acceso y el nivel de ocupación.
- 3. Control del estado de sistemas y equipos:** Se debe diseñar una interfaz hombre maquina con el fin de facilitar la obtención de información, se debe seguir las siguientes características:
 - Formalizar el responsable de equipos o activos y los protocolos de acceso.
 - Monitorear el estado de los equipos.
 - Mantener una buena limpieza.
 - Mantener el etiquetado.
 - Mantener la iluminación.
 - Mantener los instrumentos y herramientas.
- 4. Desarrollar las habilidades y comportamientos requeridos:** El elemento conducta de operaciones se enfoca en mantener la confiabilidad de las actividades operativas, pero puede resultar impredecible cumplir con ciertas acciones necesarias para garantizar dicha confiabilidad. Este principio identifica la necesidad de desarrollar habilidades y

comportamientos adecuados para garantizar la confianza de las operaciones de una empresa. Por tal motivo se hace de vital importancia suplir las siguientes características obteniendo un buen desempeño.

- Hacer énfasis en la observación y la atención al detalle.
- Promover una actitud de cuestionamiento de aprendizaje.
- Capacitar a los trabajadores para reconocer peligros.
- Capacitar a los trabajadores para reconocer peligros.
- Establecer normas de conducta.

5. Monitorear el desempeño organizacional: Se refiere a la importancia de monitorear el desempeño organizacional de una empresa y cómo es necesario proporcionar incentivos y reconocimientos más allá de las recompensas financieras puras para motivar a los trabajadores. Este principio sugiere que para motivar a los trabajadores y mejorar el desempeño organizacional es necesario proporcionar incentivos y reconocimientos adecuados, así como monitorear constantemente el progreso y los logros de la empresa.

- Mantener la rendición de cuentas.
- Esforzarse por mejorar continuamente.
- Mantener aptitud para el servicio.
- Llevar a cabo inspecciones sobre el terreno.
- Corregir las desviaciones de inmediato.

Apéndice 25. Principios del elemento gestión de emergencias, de la metodología CCPS

Los principios fundamentales en los que basa este elemento son:

1. Mantener una práctica confiable: Este principio hace énfasis en la importancia de mantener prácticas confiables en el manejo de emergencias y la necesidad de probar regularmente los planes de emergencia para garantizar que estén actualizados y sean efectivos en situaciones de crisis. También indica que la industria de procesos debe tener en cuenta una amplia gama de incidentes posibles y estar preparada para manejarlos de manera adecuada. Se debe tener los siguientes aspectos en cuenta:

- Desarrollar un programa escrito.
- Designar un propietario y definir sus funciones y responsabilidades.
- Definir el alcance del programa.
- Involucrar a personal competente.

2. Prepararse para emergencias: Este principio enfatiza sobre la necesidad de estar preparado para situaciones de emergencia, ya que estas situaciones a menudo proporcionan poco o ningún tiempo para la alerta de aviso y limitan las opciones de respuesta disponibles. Para cumplir con los principios de respuesta ante emergencias, se deben identificar los aspectos clave que permitirán al personal responder de manera efectiva a estas situaciones. Incluyendo entrenamiento, equipos disponibles, protocolos de comunicación y el apoyo externo. Es indispensable colocar en consideración los siguientes aspectos:

- Identificar escenarios de accidentes basados en riesgos.
- Evaluar escenarios de accidentes creíbles.
- Seleccionar los escenarios de planificación.
- Planificar las acciones de respuestas defensivas.
- Planificar las respuestas ofensivas.
- Desarrollar planes de respuesta de emergencia por escrito.
- Proporcionar instalaciones físicas y equipos.

- Mantener o evaluar las instalaciones y equipos.
 - Determinar cuando la respuesta del operador de las unidades es adecuada.
 - Capacitar a los miembros del equipo de respuesta a emergencias.
 - Plan de comunicaciones.
 - Informar y entrenar a todo el personal.
 - Revisar periódicamente los planes de respuesta ante emergencia.
- 3. Periódicamente probar la adecuación de planes y el nivel de preparación:** Este principio se enfatiza en la necesidad de tener un plan de comunicaciones de emergencia efectivo para identificar y abordar rápidamente cualquier problema que surja. Para que este elemento se desarrolle de manera exitosa, se deben tener en cuenta las siguientes características:
- Llevar a cabo simulacros de respuesta y evacuación de emergencias.
 - Realizar ejercicios de mesa o escritorio.
 - Practicar la comunicación de crisis.
 - Crítica de los ejercicios de simulacros y respuestas reales.
 - Llevar a cabo evaluaciones y auditorias.
 - Abordar conclusiones y recomendaciones.

Apéndice 26. Principios del elemento investigación de incidentes, de la metodología CCPS

Los principios fundamentales que se deben cumplir para obtener el mejor desempeño posible de este elemento son:

- 1. Mantener una notificación de incidentes confiables y practica de investigación.**
- 2. Implementar consistentemente el programa para toda la empresa:** Este principio se basa en dos componentes principales: un gerente de nivel superior dentro de la empresa que establece las expectativas de gestión para la investigación, y un coordinador que brinda apoyo al equipo de investigación y ayuda a superar los obstáculos de rutina encontrados por el equipo. Se deben considerar las siguientes características:
 - Definir el alcance apropiado para el elemento de investigación de incidentes.
 - Involucrar personal competente.
 - Monitorear las prácticas de investigación de incidentes para lograr mayor eficiencia.
- 3. Identificar los incidentes potenciales para investigar:** Este principio implica la supervisión de todas las fuentes posibles de accidentes y utilizar varios métodos para la investigación, incluyendo informes verbales del personal y revisión de documentos para abordar las causas desde diferentes perspectivas.
 - Asegurarse de que todos los incidentes sean reportados.
 - Iniciar investigaciones con prontitud.
- 4. Usar técnicas apropiadas para investigar incidentes:** Este principio recalca la importancia de recopilar los datos necesarios durante una investigación para poder identificar correctamente las causas y desarrollar recomendaciones efectivas. Se menciona que es importante hacer una lista de los tipos de datos disponibles o necesarios para realizar un análisis eficiente. Los aspectos a considerar de este principio son:
 - Interfaz con el elemento de la gestión de emergencias.
 - Utilizar métodos eficaces de recolección de datos.
 - Usar técnicas adecuadas para el análisis de datos.
 - Investigar las causas a profundidad para descubrir su origen.
 - Exigir rigor técnico en el proceso de investigación.
 - Proporcionar personal de investigación con experiencia y herramientas adecuadas.

➤ Desarrollar recomendaciones efectivas.

5. Documentar los resultados de investigaciones de incidentes: Dentro de este principio se puede evidenciar la importancia de documentar los resultados de las investigaciones de incidentes. Propone la creación de una plantilla o esquema básico para guiar la documentación de los datos obtenidos. Una buena documentación de datos puede seguir los siguientes ítems:

- Proporcionar la vinculación clara entre causas y recomendaciones.
- Dar seguimiento a los resultados de las investigaciones.
- Resolver recomendaciones.
- Comunicar los hallazgos internamente.
- Comunicar los hallazgos externamente.
- Mantener registros de las investigaciones de incidentes.

6. Tendencia de datos para identificar la repetición de incidentes que garanticen la investigación: El análisis de la tendencia de datos es de vital importancia para identificar patrones comunes y prevenir la repetición de incidentes. Esto implica revisar las investigaciones previas realizadas por el personal para encontrar características comunes que puedan llevar a incidentes recurrentes. Además. La tendencia es particularmente útil para identificar incidentes de baja consecuencia, pero con una alta frecuencia de ocurrencia. En el análisis de la tendencia de los datos se deben tener en cuenta:

- Registrar todos los incidentes reportados.
- Analizar las tendencias de incidentes.

Apéndice 27. Principios del elemento mediciones y métricas (indicadores), de la metodología CCPS

El elemento de la normativa CCPS para los sistemas de gestión de seguridad de procesos se fundamenta en los principios de:

1. Mantener la práctica confiable: Este principio se refiere a la importancia de establecer roles y responsabilidades claros para recopilar métricas y datos relevantes, así como la necesidad de contar con personal técnico capacitado para realizarlo de manera efectiva. Se deben definir los indicadores que se deben recopilar, con qué frecuencia y quiénes son los responsables de hacerlo. También se deben establecer sistemas de seguimiento y análisis de datos para detectar tendencias y posibles problemas. Los aspectos para tener en cuenta en el desarrollo de la práctica confiable son:

- Establecer una aplicación consistente.
- Determinar los factores para la recopilación y presentación de informes de métricas.
- Asegurarse de que el alcance de las métricas sea apropiado.
- Involucrar personal competente.
- Asegurarse de que el alcance de las métricas es apropiado.

2. Conducta en adquisición de métricas: En este principio destaca la importancia de encontrar un equilibrio en las de métricas que se utilizan para evaluar la eficacia del sistema RBPS en una organización. Si se definen demasiadas métricas, puede haber un exceso de información que dificulte la identificación de las áreas críticas a mejorar. Por otro lado, si se definen muy pocas métricas, puede no haber suficiente supervisión en tiempo real para detectar y prevenir problemas. Para evitar lo mencionado anteriormente se deben considerar los siguientes aspectos:

- Implementar las métricas de elementos apropiados.
- Recolectar y actualizar las métricas.
- Resumir y comunicar las métricas en un formato útil.

3. Usar las métricas para tomar acciones correctivas al elemento: Este principio se refiere al uso de las métricas para tomar medidas correctivas en el sistema RBPS. Las métricas son herramientas para identificar problemas y oportunidades de mejora, y deben ser utilizadas para tomar acciones efectivas y oportunas. Es importante que las instalaciones tengan experiencia en la interpretación de las métricas y que entiendan qué acciones deben tomar para corregir o mejorar la situación.

Apéndice 28. Principios del elemento Auditorías, de la metodología CCPS

El elemento de auditorías del sistema RBPS consta del cumplimiento de los siguientes apartados:

- 1. Mantener la práctica confiable:** Este principio se refiere a la importancia de tener un elemento de auditoría dentro del sistema de gestión de seguridad. Para implementar este elemento, se deben definir los roles y responsabilidades de las personas encargadas de llevar a cabo las auditorías, así como los criterios de auditoría y las frecuencias de las mismas. Además, se debe documentar detalladamente este proceso en un programa o procedimiento escrito para asegurar la consistencia y confiabilidad de las auditorías. Este principio debe:
 - Garantizar una implementación consistente.
 - Identificar cuando se requiere una auditoría.
- 2. Realizar actividades de trabajo del elemento:** En este principio se puede observar la sugerencia que un equipo de auditorías independiente de segunda o tercera parte lleve a cabo la auditoría completa del sistema de gestión RBPS. Este equipo debe tener conocimientos técnicos y ser imparcial para asegurar que los resultados de la auditoría sean precisos y confiables. Además, se deben considerar aspectos logísticos y tareas preparatorias para una auditoría exitosa. Los aspectos a considerar por la organización para el cumplimiento de este principio son:
 - Prepararse para la auditoría.
 - Determinar el alcance y el cronograma de la auditoría.
 - Armar el equipo.
 - Asignar responsabilidades.
 - Recopilar información avanzada.
 - Planear actividades en el sitio.
 - Llevar a cabo la auditoría.
 - Documentar la auditoría.
 - Abordar conclusiones y recomendaciones de la auditoría.
- 3. Utilizar auditorías para la mejora de la efectividad RBPS:** Se refiere a la utilización de los resultados de las auditorías para identificar oportunidades de mejora en el sistema de gestión RBPS y en los procesos de la instalación. Para llevar a cabo este principio de manera efectiva, es importante monitorear la maduración RBPS a lo largo del tiempo y compartir las mejores prácticas entre instalaciones similares. Esto puede ayudar a las instalaciones a mejorar continuamente su sistema de gestión RBPS y garantizar una mayor efectividad en la prevención de incidentes.

Apéndice 29. Principios del elemento revisión por parte de la gerencia y mejora continua, de la metodología CCPS

El elemento revisión por parte de la gerencia se basa en el cumplimiento de los siguientes principios:

- 1. Mantener la práctica confiable:** La revisión por parte de la gerencia debe estar bien documentada con el fin de que se cumplan las prácticas confiables, además el sistema de gestión debe estar diseñado de tal forma que detecte debilidades y sean corregidas antes de que suceda un incidente mayor. este principio contempla el cumplimiento de los siguientes aspectos:
 - Definir los roles y responsabilidades.
 - Establecer estándares de desempeño.
 - Validar la eficacia del programa.
- 2. Conducir actividades de revisión:** Las actividades de revisión deben estar a cargo de la gerencia de la organización y se debe tener en cuenta la percepción del riesgo de falla de cada elemento y las consecuencias que puede traer. De acuerdo a lo anterior estas actividades de revisión deben contener:
 - Preparación para la revisión.
 - Determinar el alcance de la revisión.
 - Programar la revisión.
 - Preparar una presentación.
 - Llevar a cabo la revisión.
 - Documentar la revisión.
 - Abordar conclusiones y recomendaciones de las revisiones.
- 3. Monitorear el rendimiento de la organización:** El monitoreo del rendimiento también implica la realización de inspecciones en el terreno, donde se verifica si los procedimientos y prácticas establecidos están siendo implementados adecuadamente y si cumplen con los estándares de seguridad requeridos. Estas inspecciones son esenciales para garantizar que los elementos del sistema RBPS estén funcionando efectivamente y para identificar posibles debilidades que deben ser abordadas.

Apéndice 30. Comparativo PPAM del Decreto 1347 de 2021 – 29 CFR 1910.119 de OSHA

- 1. Información de seguridad:** Se establece que es necesario desarrollar toda la información de seguridad del proceso antes de realizar cualquier análisis del mismo. Esta información debe ayudar a la empresa y a los empleados a identificar y comprender los riesgos asociados con la operación.
- 2. Análisis de riesgos:** Tanto la metodología OSHA como y la normativa colombiana descrita en el decreto 1347 de octubre de 2021, establecen que es responsabilidad del empleador realizar una evaluación de riesgos en las instalaciones o procesos, con el fin de identificar posibles peligros y riesgos para la salud e integridad de la operación.
- 3. Participación empleados:** Ambas metodologías se asemejan en su enfoque en fomentar una cultura de seguridad de procesos en el lugar de trabajo. En este sentido, se establece que los empleados deben ser activos en la identificación y solución de problemas o riesgos que puedan presentarse, lo que contribuye a prevenir posibles accidentes y mejorar la seguridad en las instalaciones y procesos.

- 4. Procedimiento de operación:** Las metodologías OSHA y la normativa colombiana coinciden en la importancia de documentar por escrito los procedimientos y medidas necesarias para llevar a cabo de manera segura las actividades relacionadas con los procesos industriales. Esto es esencial para la seguridad de los empleados y para la mejora continua de los procesos.
- 5. Entrenamiento:** En la metodología OSHA 29 CFR 1910.119, se requiere que el empleador proporcione capacitación a los empleados sobre los riesgos en el lugar de trabajo, las medidas de prevención y control necesarias para evitar incidentes. Este entrenamiento debe ser competente y efectivo para garantizar la seguridad y evitar cualquier incidente que pueda afectar la salud y bienestar de los empleados.
- 6. Evaluación contratistas:** En la metodología OSHA 29 CFR 1910.119, se puede evidenciar la intención de evaluar el desempeño de los contratistas en el uso de prácticas seguras para garantizar la seguridad de los trabajadores. Además, buscan fomentar la cultura de prevención, incentivando la toma de responsabilidad en cada uno de los actores involucrados en los procesos industriales.
- 7. Revisión de seguridad pre-arranque:** En la metodología OSHA 29 CFR 1910.119, coincide en la necesidad de realizar una revisión completa de seguridad antes de iniciar cualquier proceso, equipo o modificación. Esto permite identificar cualquier riesgo asociado y tomar las medidas necesarias para prevenir accidentes y garantizar la seguridad en el lugar de trabajo.
- 8. Integridad mecánica:** Tanto en la normativa colombiana como en la metodología OSHA, se hace referencia al compromiso de garantizar que los sistemas y equipos mecánicos empleados en los procesos e instalaciones estén diseñados, construidos, instalados, operados y mantenidos de la mejor manera para prevenir fallas.
- 9. Permiso de trabajo:** Se puede evidenciar que la normativa Colombia y la metodología OSHA, establecen procedimientos específicos para llevar a cabo actividades que involucren fuentes de calor, chispas o llamas en presencia de sustancias inflamables. En este sentido, se deben documentar los procedimientos y medidas de seguridad necesarias para autorizar su ejecución.
- 10. Gestión del cambio:** Demuestran que cualquier cambio en equipos o procesos debe ser estudiado para analizar sus posibles consecuencias y garantizar que no afecten la seguridad o integridad de la actividad. Es necesario planificar y adoptar medidas adecuadas antes de realizar cualquier cambio.
- 11. Preparación y respuesta ante emergencias:** En la metodología OSHA y la normativa colombiana coinciden en establecer un programa formal y estructurado para la prevención y respuesta a situaciones de emergencia, que incluye la capacitación de los trabajadores y la realización de simulacros para evaluar su eficacia.
- 12. Investigación de incidentes:** Se puede evidenciar la similitud de este elemento en el sistema de gestión descrito por la normativa colombiana y la metodología OSHA, ya que los accidentes de trabajo deben ser documentados y reportados a quien corresponda. Es necesario identificar la causa del accidente y tomar medidas para prevenir futuros incidentes.
- 13. Auditorías de cumplimiento:** Tanto en la normativa colombiana como en la metodología OSHA, fundamentan la necesidad de llevar a cabo auditorías periódicas para garantizar que los sistemas de gestión de seguridad de procesos de una organización sean efectivos y eficientes.

Apéndice 31. Comparativo PPAM del Decreto 1347 de 2021 – RBPS de CCPS

- 1. Política de prevención de accidentes mayores:** La metodología CCPS define este elemento como cultura en seguridad de procesos el cual determina los comportamientos y valores que deben poseer el sistema. Este elemento compromete a todos los niveles jerárquicos con la cultura de seguridad de procesos, lo cual implica un compromiso total y consciente por parte de cada individuo involucrado en el proceso.
- 2. Información de seguridad:** Este elemento guarda similitud con las competencias de seguridad de procesos descritas en la metodología CCPS, ya que su propósito es identificar los códigos, normas y leyes enfocadas en la seguridad de los procesos, y garantizar su cumplimiento.
- 3. Identificación de peligros, análisis y evaluación de riesgos:** La normativa colombiana y la metodología CCPS proponen el mismo elemento dentro de su sistema de gestión de seguridad de procesos, ya que está se enfocan en la identificación de situaciones que pueden generar accidentes mayores y en la evaluación de los riesgos asociados con dichos accidentes.
- 4. Participación de los trabajadores:** Tanto la normativa colombiana como la metodología CCPS reconocen la importancia de la participación activa de los trabajadores en la gestión de la seguridad de los procesos industriales. Ambas herramientas promueven medidas para fomentar esta participación, con el objetivo de garantizar la seguridad de los trabajadores y prevenir accidentes mayores.
- 5. Procedimientos de operación:** Tanto en la metodología CCPS como en la normativa colombiana se puede evidenciar la importancia de contar con procedimientos operativos claros y precisos para garantizar la seguridad en las operaciones en instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas. Estos procedimientos deben ser comprendidos fácilmente por los trabajadores y su ejecución debe ser sencilla.
- 6. Entrenamiento:** Este elemento establece la importancia de proporcionar a los empleados la información necesaria para operar los procesos y equipos de manera segura y eficiente, evitando incidentes. Este elemento se puede evidenciar en los elementos de los sistemas de gestión de seguridad del decreto 1347 y los elementos de la metodología CCPS, ya es fundamental tener en cuenta las condiciones de trabajo del equipo, así como los rangos permitidos en los que opera, y otras características relevantes.
- 7. Evaluación de las contratistas:** Tanto en la normativa colombiana como en la metodología CCPS se reconoce la importancia de contar con procesos claros y precisos para evaluar a las empresas contratistas que realizan trabajos dentro de las instalaciones industriales. Estos procesos deben establecer criterios de evaluación y supervisión para garantizar que las empresas contratistas cumplan con los requisitos de seguridad necesarios.
- 8. Integridad mecánica:** definido como integridad de activos y confiabilidad en la metodología CCPS. La normativa colombiana reconoce la importancia de este elemento a través de la implementación de programas de mantenimiento, monitoreo y gestión de cambios para prevenir fallas y garantizar la seguridad de las operaciones.
- 9. Gestión del cambio:** La gestión del cambio es un elemento clave para garantizar la seguridad y la confiabilidad de las operaciones en los procesos industriales, mediante la implementación de un proceso formal y efectivo que permita identificar, evaluar y gestionar los riesgos asociados con los cambios en los procesos, equipos y materiales, por estas razones este elemento se encuentra evidenciado en la normativa colombiana y la metodología CCPS.

-
- 10. Preparación y respuesta ante emergencias:** En los sistemas de gestión de seguridad de procesos propuesto por la normativa colombiana y la metodología CCPS, es importante destacar que la gestión de seguridad de procesos se debe basar en la evaluación de riesgos, ya que estos sistemas reconocen la necesidad de contar con un plan de emergencia para atender situaciones como incendios, explosiones o derrames de sustancias químicas.
 - 11. Investigación de incidentes y accidentes mayores:** La metodología CCPS y la normativa colombiana establecen la investigación de incidentes y accidentes mayores como un proceso formal para identificar fallas en los procesos y sistemas, con el fin de identificar las causas raíz y establecer acciones para prevenir su recurrencia.
 - 12. Indicadores de desempeño:** Este elemento en la metodología CCPS se define como "mediciones y métricas (indicadores)". Son similares en el de que ambos sistemas de gestión de seguridad pretenden con este elemento establecer sistemas de medición y seguimiento del desempeño de los procesos, con el objetivo de detectar sentido desviaciones, identificar oportunidades de mejora.
 - 13. Auditorías de cumplimiento:** Tanto en la normativa colombiana como en la metodología CCPS reconocen la importancia de las auditorías como elemento para evaluar el sistema de gestión de seguridad de procesos, y determinar si se están implementando adecuadamente las acciones correctivas y preventivas necesarias.
 - 14. Revisión por la dirección:** Se puede evidenciar la importancia de este elemento en la gestión de seguridad de procesos tanto en la normativa colombiana como en la metodología CCPS, ya que se busca garantizar el cumplimiento de los objetivos de seguridad de procesos y fiabilidad establecidos en los procesos industriales. A través de este proceso, se pueden identificar las áreas en las que se deben tomar medidas preventivas y correctivas para prevenir accidentes mayores.
-

Apéndice 32. Formato para las hojas de vida de los equipos.

PSC	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS		Código:
	PROCESO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS		Versión: Pág:
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
NOMBRE: _____ SERIAL: _____ MODELO: _____ N° INVENTARIO: _____ MARCA: _____ VOLTAJE: _____ POTENCIA: _____ FECHA DE ADQUISICIÓN: _____ FECHA DE INSTALACIÓN: _____ COSTO: _____ PROVEEDOR: _____ GARANTÍA: _____		FOTO: <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	
LOCALIZACIÓN			
SEDE:	RIESGO AL ACCESAR: SI NO		TIPO DE AMBIENTE
EDIFICIO:	BIOLÓGICO:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	AMBIENTE CONFINADO <input type="checkbox"/>
SALÓN:	POR TEMPERATURA:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	AMBIENTE ATMOSFÉRICO <input type="checkbox"/>
USUARIO:	POR ALTURA:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	AMBIENTE INTERNO <input type="checkbox"/>
TELÉFONO:	ELÉCTRICO:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
EXTENCIÓN:	OTROS: QUIMICO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
MANTENIMIENTO			
PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO		OBSERVACIONES GENERALES	
INTERNO: <input type="checkbox"/>	EXTERNO: <input type="checkbox"/>		
TIPO DE MANTENIMIENTO			
CORRECTIVO: <input type="checkbox"/>	PREVENTIVO: <input type="checkbox"/>		
PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO			
MENSUAL: <input type="checkbox"/>	TIMESTRAL: <input type="checkbox"/>		
SEMESTRAL: <input type="checkbox"/>	ANUAL: <input type="checkbox"/>		
PERIODICIDAD DE USO DIARIO		MANUALES	N° DE MANUAL
0H-8H <input type="checkbox"/>	8H-16 <input type="checkbox"/>	DE MANTENIMIENTO: <input type="checkbox"/>	
16H-24H <input type="checkbox"/>	POR DEMANDA <input type="checkbox"/>	DE USUARIO: <input type="checkbox"/>	
COMPONENTES CRÍTICOS			
NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES	

Apéndice 33. Formato MOC para la gestión del cambio.

SOLICITUD DE CAMBIOS		PSC-GC-00	
		DD/MM/AAAA	
		Versión 01	
1. Información general			
Sección donde se va a realizar el cambio:			
Unidad o equipo de proceso:			
Cambio a realizar:			
Nombre de quien solicita:			
Fecha:			
Equipo de revisión:			
2. Justificación del cambio			
3. Descripción detallada del cambio (si es temporal, especificar el periodo)			
Descripción general:			
Esquema del cambio:			
Guías, estándares o requisitos legales:			
4. Identificación de peligros y evaluación de riesgos			
Escenario	Causa	Consecuencia	Salvaguardas existentes
Observaciones:			
5. Recomendaciones para la implementación del cambio			
6. Resultado de la revisión inicial (campo a diligenciar por equipo de revisión)			
7. Resultado de la revisión final (campo a diligenciar por persona que autoriza)			
8. Firmas			
Nombre, cargo y firma de quien solicita			
Nombre, cargo y firma de quien revisa			
Nombre, cargo y firma de quien aprueba			