

Análisis de las metodologías en seguridad de procesos para la identificación y evaluación de riesgos aplicados a un caso de estudio

Nataly Cárdenas Bueno y Luis Carlos Santander Suárez
Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Químico
Modalidad Proyecto de Investigación

Director

Carlos Augusto Godoy Ruiz
Especialista en Ingeniería del Gas

Codirector

Hernando Guerrero Amaya
PhD. Electroquímica, Ciencia y tecnología

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Ingeniería Química
Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios, por guiarme, cuidarme y darme fortaleza para continuar cada día.

A mi abuela, Rosa Bernal, por llenarme de tranquilidad, sabiduría e impartir en mí el amor hacia adquirir conocimiento a diario.

A mis papás, Edgar Cárdenas y Sandra Bueno, por su amor, esfuerzo, apoyo inconmensurable e inspiración para que finalizara este proyecto.

A mis padrinos, Martha Bueno y Andelfo Leguizamo, quienes me acompañaron y me aconsejaron con paciencia en este proceso de aprendizaje.

A mis tíos, Silvia y Manuel, por su acompañamiento y consejo.

A mis amigos, Danna, Luis y Nelly por motivarme, apoyarme, compartirme de sus conocimientos y experiencias para culminar esta etapa. Es un honor ser colegas de ustedes.

NATALY CÁRDENAS BUENO

A Dios sea toda la gloria, todo el honor y toda la alabanza por los siglos de los siglos.

A mis padres, Diosa Suárez y Samuel Santander, por su apoyo incondicional, por siempre alentarme a seguir adelante en medio de la dificultad, por apoyarme en los proyectos y por su amor inmarcesible.

A Danna. Gracias a tu sabiduría, tu amor y tu apoyo es que este proyecto hoy se culmina. Junto a ti he podido formar cordón de tres dobleces.

A mis amigos José y Felipe, por estar presentes en cada etapa de mi vida. A pesar de la distancia, una parte de ustedes siempre me acompaña.

A mi compañera Nataly, por su entrega, paciencia y dedicación. Sin ella, este proyecto no hubiera sido posible.

A Nelly y Juan, por el apoyo y el compañerismo que me permitieron sentirme respaldado en momentos de aflicción.

A los nonos, Alicia, Carmen, Juan y Luis, por guiarme con sabiduría, amor y ternura.

A Nelly Luna y Ever Barrera, por acogerme, apoyarme y aconsejarme como a un hijo.

A mis tíos, Nelly, Javier, Lucy, Nubia y Gladys, por las risas, por los abrazos y por el amor que me permitieron entender el significado de familia.

LUIS CARLOS SANTANDER SUÁREZ

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander y a la escuela de Ingeniería Química por aportarnos todo lo necesario para poder desempeñarnos como profesionales competentes e íntegros.

A nuestro director Carlos Augusto Godoy Ruiz y codirector Hernando Guerrero Amaya, por compartirnos de sus conocimientos, por su tiempo invertido en nosotros y por ser de gran guía para la culminación de este proyecto.

Tabla de contenido

Introducción	12
1 Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivo Específicos	14
2 Marco conceptual	14
3 Estado del arte	17
4 Metodología.....	19
5 Resultados.....	21
5.1 Metodologías cualitativas para la identificación de peligros y análisis de riesgos en seguridad de procesos.....	21
5.2 Implementación de metodologías-Panorama nacional.....	25
5.3 Aplicación de las metodologías-Caso de estudio.....	27
5.3.1 Planteamiento del caso del estudio	27
5.3.2 Información de sustancia peligrosa en el proceso.....	32
5.3.3 Aplicación de la metodología What-if.....	33
6 Conclusiones.....	39
Referencias bibliográficas.....	40
Apéndices.....	44

Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz-Metodologías para la identificación de peligros y análisis de riesgos	22
Tabla 2. Matriz de selección - Aplicación de metodologías al caso de estudio.....	31
Tabla 3. Efectos sobre la salud de la exposición aguda al cloro	33
Tabla 4. Plantilla-Aplicación de metodología What-if- Caso de estudio	34
Tabla 5. Plantilla- Metodología Checklist- (Bosquejo)	44
Tabla 6. Plantilla-Metodología What-if - (Bosquejo)	44
Tabla 7. Plantilla-Metodología HAZOP – (Bosquejo)	45
Tabla 8. Plantilla- Metodología HAZID- (Bosquejo)	45
Tabla 9. Metodología HAZOP- Palabras guía	46
Tabla 10. Metodología HAZID-Palabras guía.....	46

Lista de Figuras

Figura 1. Pilares y elementos asociados a un sistema de gestión de RBPS.....	16
Figura 2. Metodología para el desarrollo del proyecto.....	21
Figura 3. Diagrama de selección de metodología.....	24
Figura 4. Metodologías cualitativas PHA implementadas por 20 empresas del sector de hidrocarburos en Colombia.....	26
Figura 5. Elementos de la RBPS aplicado por 20 empresas del sector de hidrocarburos en Colombia.....	27
Figura 6. Representación gráfica del caso de estudio.....	29
Figura 7. Implementación de la metodología Task analysis.....	47
Figura 8. Implementación de la metodología Bow tie.....	47
Figura 9. Ficha de toma de datos-Empresa A.....	48
Figura 10. Ficha de toma de datos-Empresa B.....	49
Figura 11. Ficha de toma de datos-Empresa C.....	50
Figura 12. Ficha de toma de datos-Empresa D.....	51
Figura 13. Ficha de toma de datos-Empresa E.....	52
Figura 14. Ficha de toma de datos-Empresa F.....	53
Figura 15. Ficha de toma de datos-Empresa G.....	54
Figura 16. Ficha de toma de datos-Empresa H.....	55
Figura 17. Ficha de toma de datos-Empresa I.....	56
Figura 18. Ficha de toma de datos-Empresa J.....	57
Figura 19. Ficha de toma de datos-Empresa K.....	58
Figura 20. Ficha de toma de datos-Empresa L.....	59

Figura 21. Ficha de toma de datos-Empresa M	60
Figura 22. Ficha de toma de datos-Empresa N.....	61
Figura 23. Ficha de toma de datos-Empresa O.....	62
Figura 24. Ficha de toma de datos-Empresa P.....	63
Figura 25. Ficha de toma de datos-Empresa Q.....	64
Figura 26. Ficha de toma de datos-Empresa R	65
Figura 27. Ficha de toma de datos-Empresa S.....	66
Figura 28. Ficha de toma de datos-Empresa T	67

Lista de Apéndices

Apéndice A. Plantillas propuestas para la aplicación de las metodologías.....	44
Apéndice B. Palabras guía en metodologías HAZOP y HAZID	46
Apéndice C. Diagramas de las metodologías Task analysis y Bow tie	47
Apéndice D. Fichas de tomas de datos-Información de metodologías en Colombia.....	48

Resumen

Título: Análisis de las metodologías en seguridad de procesos para la identificación y evaluación de riesgos aplicados a un caso de estudio *

Autores: Nataly Cárdenas Bueno, Luis Carlos Santander Suárez **

Palabras Clave: PHA, HAZOP, HAZID, Checklist, What-if, Bow Tie, Task analysis.

Descripción: La seguridad de procesos es un tema que concierne a las industrias de manejo de procesos fisicoquímicos en la actualidad. A nivel internacional se ha observado que han impulsado a organizaciones y acuerdos con el propósito de estudiar, controlar y divulgar información en el tema. A nivel nacional, la seguridad de procesos aún se encuentra en una etapa inicial de incorporación. Con el fin de contribuir a este proceso, este proyecto propone hacer una revisión de aspectos relevantes de seis metodologías cualitativas en identificación de peligros y evaluación de riesgos, entre las cuales se encuentran HAZID, HAZOP, What-if, Checklist, Task analysis y Bow tie. Con la información recopilada de las metodologías, se propone una matriz que contiene una breve descripción de cada metodología abordada, sus requerimientos, ventajas y limitaciones. Así mismo, se incluye una sección en donde se abordan evidencias referentes a la implementación de algunas de estas metodologías en Colombia. Finalmente, se propone un caso de estudio como medio de evaluación de la herramienta elaborada.

* Trabajo de Grado

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

Abstract

Title: Analysis of process safety methodologies for risk identification and assessment applied to a case study *

Authors: Nataly Cárdenas Bueno, Luis Carlos Santander Suárez**

Key words: PHA, HAZOP, HAZID, Checklist, What-if, Bow Tie, Task analysis.

Description: Process safety is an issue that concerns the physicochemical process handling industries today. At the international level, it has been observed that organizations and agreements have been promoted with the purpose of studying, controlling and disseminating information on the subject. At the national level, process safety is still at an early stage of incorporation. In order to contribute to this process, this project proposes a review of relevant aspects of six qualitative methodologies in hazard identification and risk assessment, among which are HAZID, HAZOP, What-if, Checklist, Task analysis and Bow tie. With the information gathered from the methodologies, a matrix is proposed containing a brief description of each methodology addressed, its requirements, advantages and limitations. It also includes a section where evidence on the implementation of some of these methodologies in Colombia is discussed. Finally, a case study is proposed as a means of evaluating the tool developed.

* Degree Work

** Faculty of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Carlos Augusto Godoy Ruiz. Specialist in Gas Engineering. Co-director: Hernando Guerrero Amaya. PhD. Electrochemistry, Science and Technology.

Introducción

Las plantas industriales de procesamiento fisicoquímico en Colombia se comienzan a establecer desde inicios del siglo XX, promoviendo el desarrollo industrial del país durante los años treinta (Echavarría et al., 2006). La mayoría de estas plantas ha continuado en operación, diseñadas bajo ciertas guías de diseño encaminadas a brindar una vida útil razonable (mayor a 25 años), controlar peligros y riesgos, y evitar accidentes asociados a los correspondientes procesos industriales (Puello et al., 2016); no obstante, a nivel internacional, esto no ha sido suficiente ya que han estado ocurriendo accidentes mayores de procesos tales como los de Bhopal, Piper Alpha y Seveso, que impulsaron a la conformación de organizaciones y programas de investigación enfocados al desarrollo de estándares en materia de seguridad de procesos (Faisal et al., 2015) (Kletz, *The Origins and History of Loss Prevention*, 1999).

A pesar de la existencia de estándares para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en los procesos productivos a nivel mundial, la regulación y los temas relacionados a la seguridad de procesos en Colombia, se encuentran en una etapa temprana de incorporación en los segmentos industriales, tomando en consideración las recientes exigencias planteadas por parte de organismos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (García, 2022).

Los sectores industriales que cuentan con plantas de procesamiento fisicoquímicas en Colombia, parten de la identificación de peligros y análisis de riesgos para adoptar la seguridad de procesos. Para ello es importante contar con herramientas que permitan conocer de forma práctica las ventajas, limitaciones, requerimientos y alcances de las metodologías elegidas, que sean de fácil acceso, teniendo presente que las metodologías se organizan en cualitativas y cuantitativas, y su implementación depende de la información que requiera alcanzar las empresas.

Con el fin de contribuir a esta etapa de desarrollo que se encuentra en el país, este proyecto propone hacer una revisión de los aspectos más relevantes de seis metodologías cualitativas en identificación de peligros y análisis de riesgos, entre las cuales se encuentran HAZOP, HAZID, What-if, Checklist, Task analysis y Bow tie. Así mismo, se incluye una sección en donde se abordaron evidencias referentes a la implementación de algunas de estas metodologías en Colombia. Finalmente, se propone un caso de estudio como medio de evaluación de la herramienta elaborada.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Analizar las metodologías en seguridad de procesos para la identificación y evaluación de riesgos aplicados a un caso de estudio.

1.2 Objetivo Específicos

Describir las diferentes metodologías cualitativas para la identificación y evaluación de riesgos en seguridad de procesos, por medio de una revisión de la literatura para conocer sus requerimientos y alcances.

Realizar un estado del arte sobre la seguridad de procesos en Colombia mediante la recopilación de información, para evidenciar el uso de las diferentes metodologías de identificación y evaluación de riesgos.

Elaborar una matriz que contenga ventajas, limitaciones y requerimientos de cada una de las metodologías cualitativas, que facilite la selección de un método de acuerdo al alcance de un caso de estudio.

2 Marco conceptual

Es importante comprender para los objetivos de este proyecto, la diferencia entre peligro y riesgo. Cuando se habla de peligro, se hace referencia al potencial de daño con el que cuenta una situación o un objeto, afectando la salud, las instalaciones o el medio ambiente. El riesgo, está relacionado con la probabilidad en que puede ocurrir un peligro y la magnitud de daño que este puede causar. En identificación de peligros y análisis de riesgos, el riesgo suele evaluarse y clasificarse de forma cualitativa en “Alto”, “Medio” y “Bajo” (CCOHS,2023).

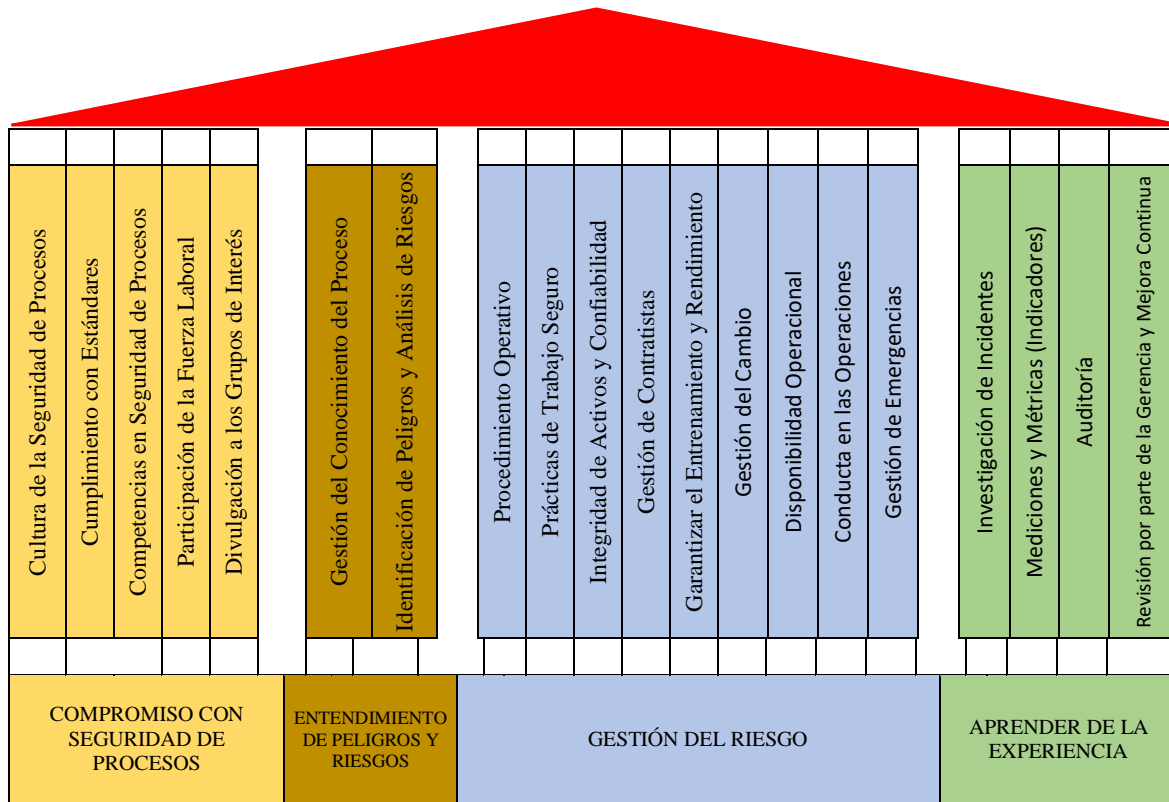
De lo anterior, surge la Seguridad de Procesos, una disciplina enfocada en la prevención, preparación, mitigación y respuesta ante accidentes mayores de proceso que involucren sustancias químicas o energía en un equipo, tales como incendios, explosiones o vertimientos de sustancias que representan un riesgo para la salud, las instalaciones y el medio ambiente. Estos sucesos ocurren frecuentemente en plantas de procesamiento fisicoquímico como en las industrias químicas, farmacéuticas, de alimentos, refinerías, así como en pozos de perforación y espacios dedicados a la minería (CCPS, 2016).

Adicionalmente, se implementó el Análisis de Peligros de Procesos (PHA), considerado un procedimiento sistemático para identificar y analizar peligros asociados al manejo de sustancias y equipos en la industria, utilizado por directivos y trabajadores como herramienta para obtener información que ayude a la toma de decisiones que mejoren la seguridad de una planta (OSHA,2008).

Sumado a esto, el Centro de Seguridad de Procesos Químicos (CCPS), con el objetivo de apoyar a las organizaciones a diseñar e implementar sistemas para la gestión del riesgo en los procesos productivos, creó un guía llamado “Seguridad de Procesos Basado en Riesgos” (RBPS), en donde expuso lineamientos acerca de cómo diseñar, corregir o mejorar las prácticas operacionales para la gestión de la seguridad de procesos. Esta guía se resume en la figura encontrada a continuación (CCPS, 2011).

Figura 1.

Pilares y elementos asociados a un sistema de gestión de RBPS



Fuente: Pilares y elementos asociados a un sistema de gestión en seguridad de procesos mediante por RBPS propuesto por CCPS. Adaptación por los autores.

3 Estado del arte

En el crecimiento de una industria, es importante mantener su producción y los avances tecnológicos aplicados, puesto que, a medida que los procesos se hacen más complejos, se requiere tecnología más compleja para garantizar la seguridad en los procesos fisicoquímicos. El interés por desarrollar procesos más seguros se ha originado por la ocurrencia de accidentes catastróficos en los que se presentaron altas cifras en pérdidas humanas, impacto al medioambiente y en la economía de las industrias (Méndez, 2016) (CCPS, 2016) (Planas et al., 2014) (Pasman et al., 2009).

En el contexto internacional, se han establecido organizaciones y programas de investigación, como lo son: el “Occupational Safety and Health Administration” (OSHA) en 1971, para garantizar la seguridad de trabajadores estadounidenses mediante el establecimiento y cumplimiento de normas para el mejoramiento continuo de procesos de seguridad y salud en el lugar de trabajo; el “Health and Safety at Work, etc. Act 1974” implementada por el gobierno del Reino Unido para proteger y garantizar la salud y la seguridad de las personas en el trabajo; el “Health and Safety Executive” (HSE) creado en 1975, centrado en el desarrollo de la legislación sobre salud y seguridad, que hace cumplir el proceso de identificación de riesgos en el lugar de trabajo; el “American Institute of Chemical Engineers” (AIChE) que creó el “Center for Chemical Process Safety” (CCPS) en 1985, para desarrollar las directrices, metodologías, normas y prácticas de trabajo seguras para las industrias de procesos químicos; el “European Federation of Chemical Engineering” (EFCE) creó el “European Process Safety Centre” (EPSC) en 1992, con el objetivo de promover las mejores prácticas de seguridad de procesos en toda Europa (Khan et al., 2015).

Dentro de los procedimientos sistemáticos y directrices desarrolladas por las organizaciones mencionadas anteriormente, surgieron metodologías cualitativas que facilitaron

abordar los temas relacionados con la seguridad de procesos y la gestión del riesgo. De acuerdo con la literatura, algunas de las metodologías que se consideran de uso frecuente son: “Hazard and Operability Analysis” o HAZOP por sus siglas, la cual fue implementada por primera vez en la industria en 1963 por la empresa “Imperial Chemical Industries” con el objetivo de identificar los peligros potenciales y reconocer los fallos de equipos que podrían desencadenar en un accidente; “What-If”, desarrollado originalmente en los 60 por la industria química británica como una alternativa más sencilla a HAZOP, utiliza un cuestionario poco estructurado para suponer posibles perturbaciones que puedan resultar en accidentes o fallas en el rendimiento del sistema, determina qué cosas pueden salir mal y juzga sus consecuencias; “Checklist Analysis” o “Checklists”, adaptado entre los años 1999 y 2001 para el campo de la Ingeniería de Procesos, como una herramienta de evaluación contra criterios preestablecidos en forma de una o varias listas, enfocado principalmente al área de operación, organización, mantenimiento y seguridad en las instalaciones (Marhavilas et al., 2011) (Hessian & Rubin, 1991)(Khan et al., 2015) (Doerr, 1991).

En Colombia, al igual que en otros países, los accidentes industriales se convierten en la principal fuerza motriz para el desarrollo de instrumentos legislativos, llevando al país a reglamentar y crear normas para la protección de los trabajadores, la población, la infraestructura y el medio ambiente. “Entre ellas se destaca la Ley 1523 de 2012, por la cual se establece la política nacional de gestión del riesgo de desastres; el Decreto 308 de 2016, por el cual se adopta el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres; el Decreto 2157 de 2017, por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas; el Conpes 3868 de 2018 que establece la Política de Gestión del Riesgo Asociado al Uso de Sustancias Químicas y la necesidad de implementación de un Programa de Prevención de Accidentes Mayores; el Decreto 1496 de 2018, que adopta el Sistema

Globalmente Armonizado; el Decreto 1868 de 2021, por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia frente a pérdidas de contención de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas” (García, 2022) ; el Decreto 1347 de 2021, en donde se establece el Programa de Prevención de Accidentes Mayores (Decreto 1347 de 2021).

De este modo, y teniendo presente que la regulación aún está en proceso de ser establecida, una matriz con las principales metodologías para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en seguridad de procesos, representará una contribución clave al trabajo que se encuentra desarrollando el gobierno nacional y otros entes no gubernamentales y, así mismo, será un documento guía para las empresas que recién comienzan su proceso de implementación de estas metodologías.

4 Metodología

Describir las diferentes metodologías cualitativas para la identificación de peligros y análisis de riesgos en seguridad de procesos, por medio de una revisión de la literatura para conocer sus requerimientos y alcances.

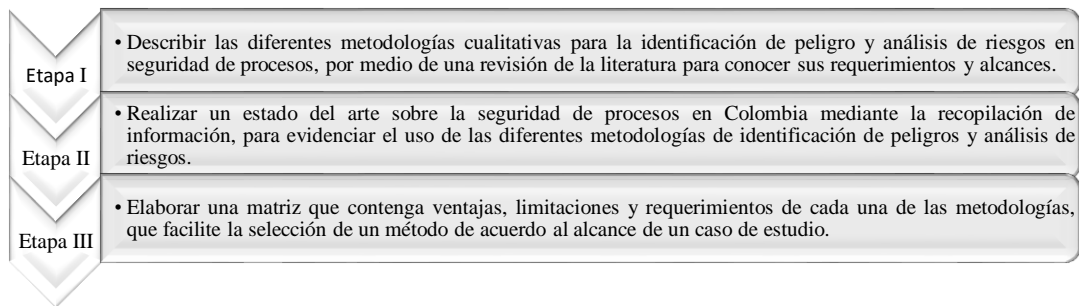
Dentro de esta etapa, se inició una búsqueda y compilación de información acerca de las diferentes metodologías cualitativas existentes en el tema de identificación de peligros y análisis de riesgos en seguridad de procesos, como lo son What-if, HAZID, HAZOP, Task analysis, Checklists, Bow tie. Para cumplir con este objetivo, se utilizó las herramientas presentes en las bases de datos de la universidad, así como cualquier otro material bibliográfico presente en libros y bases de datos científicas externas, y que contaran con acceso abierto. Una vez reconocidas las metodologías, se procedió a hacer una profundización en los distintos aspectos que comprenden cada una de estas, extrayendo la mayor cantidad de información disponible, organizándola de tal forma que se puedan identificar fácilmente sus ventajas, limitaciones y requerimientos.

Realizar un estado del arte sobre la seguridad de procesos en Colombia mediante la recopilación de información, para evidenciar el uso de las diferentes metodologías de identificación de peligros y análisis de riesgos.

Se hizo una lectura y recopilación de investigaciones y normatividad aplicada, con el fin de obtener información sobre la aplicación de las diferentes metodologías en seguridad de procesos presentes durante los últimos años, en el funcionamiento de las industrias del país. Una vez completado el paso anterior, se indagó en el sector productivo sobre la aplicación de algunas de estas metodologías mediante el uso de una encuesta que se compartió con empresas de dicho sector. Un ejemplo de esta se encuentra en el apéndice D.

Elaborar una matriz que contenga ventajas, limitaciones y requerimientos de cada una de las metodologías, que facilite la selección de un método de acuerdo al alcance de un caso de estudio.

Para este objetivo, se hizo la presentación de un caso de estudio con características específicas y que requiriera la implementación de una metodología cualitativa para la identificación de peligros y análisis de riesgos. En base a la información recopilada de las metodologías abordadas, se elaboró una matriz en donde se estableció un comparativo entre sus aspectos más relevantes, con el propósito de seleccionar una metodología y que fuera de fácil comprensión tanto para el personal administrativo, como grupos de ingeniería y personal técnico de las plantas de procesamiento fisicoquímicas asociadas al sector industrial en Colombia. Una vez seleccionada la técnica, se finalizó con la aplicación de la metodología al caso de estudio.

Figura 2.*Metodología para el desarrollo del proyecto***5 Resultados****5.1 Metodologías cualitativas para la identificación de peligros y análisis de riesgos en seguridad de procesos.**

Se llevó a cabo la recopilación de información de las seis metodologías cualitativas en identificación de peligros y análisis de riesgo riesgos seleccionadas, a partir de información hallada en libros de texto, artículos científicos, bases de datos, entre otros. Con la información recolectada, se elaboró una matriz organizada de tal manera que permitiera establecer un paralelo entre sus requerimientos, ventajas y limitaciones. Esta matriz se encuentra disponible a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1.

Matriz-Metodologías para la identificación de peligros y análisis de riesgos

Metodología	Definición	Requerimientos	Ventajas	Limitaciones
CHECKLIST	Identifica fallas operativas en los sistemas de seguridad, a través de una lista de preguntas con respuesta de “Sí” o “No”. ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 1 a 2 participantes • Manuales de operación • PFDs y P&IDs • Dossier de diseño y construcción^b 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento mínimo al personal para su aplicación • Técnica sencilla de abordar por su corto desarrollo • Implementación rápida y económica^b 	<ul style="list-style-type: none"> • No asigna una importancia especial a ítems de alto riesgo • No permite conocer riesgos resultantes de entrecruzamientos en el sistema • Pasar por alto aspectos importantes^c
WHAT-IF	Evalúa peligros potenciales a través de una lluvia de ideas que da paso a preguntas con la estructura de “What If?”. ^d	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 2 a 4 participantes • Descripción química del proceso • Inventario de materiales peligrosos • Manuales de operación • PFDs y P&IDs • Dossier de diseño y construcción^a 	<ul style="list-style-type: none"> • Útil en cualquier momento del proyecto • Técnica económica y simple • Asigna importancia a ítems de alto riesgo • Permite una sencilla presentación de resultados^d 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo desarrollador debe estar en la capacidad de imaginar escenarios de riesgo • Confiabilidad recae en la experiencia del equipo desarrollador^d
HAZOP	Identifica riesgos y problemas de operación a través de una revisión sistemática y estructurada de los documentos de diseño de la planta. ^e	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 4 a 8 participantes • Palabras guía • Manuales de operación • PFDs y P&IDs • Dossier de diseño y construcción^f 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite un análisis detallado del proceso • Asigna importancia a ítems de alto riesgo • Identifica un amplio rango peligros asociados a parámetros de operación^g 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una cantidad considerable de recursos • La necesidad de un equipo multidisciplinario y de gran tamaño • Confiabilidad del estudio recae en un equipo experimentado^g
TASK ANALYSIS	Estudia la interacción entre operadores y equipos presentes en planta. Busca identificar peligros asociados a tareas desarrolladas por el personal. ^h	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 1 a 2 participantes • Registros de peligros e impactos • Perfil del cargo del personal • Manual de funciones del personalⁱ 	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen detallada de la interacción entre humano y sistema operativo • Forma sencilla de recopilar y organizar información • Enfoque jerárquico y en capas que facilita su uso^h 	<ul style="list-style-type: none"> • Para tareas complejas, la metodología tarda un tiempo considerable en desarrollarse • La confiabilidad el análisis depende de un grupo experimentado en la técnica^h
BOW TIE	Estudia la conexión de un peligro y sus causas a través de un diagrama, en donde se asocian amenazas con causas, consecuencias, barreras, factores y controles. ^j	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 2 a 4 participantes • Informes anteriores sobre accidentes • Registro de peligros e impactos • Manuales de operación • PFDs y P&IDs • Dossier de diseño y construcción^k 	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen clara de posibles peligros y su prevención • Representación visual que ayuda a las partes interesadas en la seguridad de la planta. • Identifica las secuencias que conducen a un desastre^l 	<ul style="list-style-type: none"> • Cada gráfico debe abordar un problema específico • Requiere de un tiempo considerable para elaborar cada diagrama • Equipo experto en el uso de la técnica • Estudio limitado en caso de poca información disponible^l
HAZID	Identifica peligros por medio de una lluvia de ideas y palabras guía mayormente en fases tempranas de la vida de un proyecto. ^m	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de personal de 2 a 4 participantes • Palabras guía • Inventario de materiales peligrosos • Datos geotécnicos o ambientales • PFDs y P&IDs • Dossier de diseño y construcción^m 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovecha al máximo la experiencia del operador. • Asigna importancia a ítems de alto riesgo • Identifica eventos de baja frecuencia y alto impacto • Evita retrasos de diseño y construcción^m 	<ul style="list-style-type: none"> • La rotación de los miembros del equipo desfavorece el desarrollo de la investigación • Confiabilidad del estudio depende del conocimiento del equipo • Generación de palabras guía puede omitir un evento significativo^m

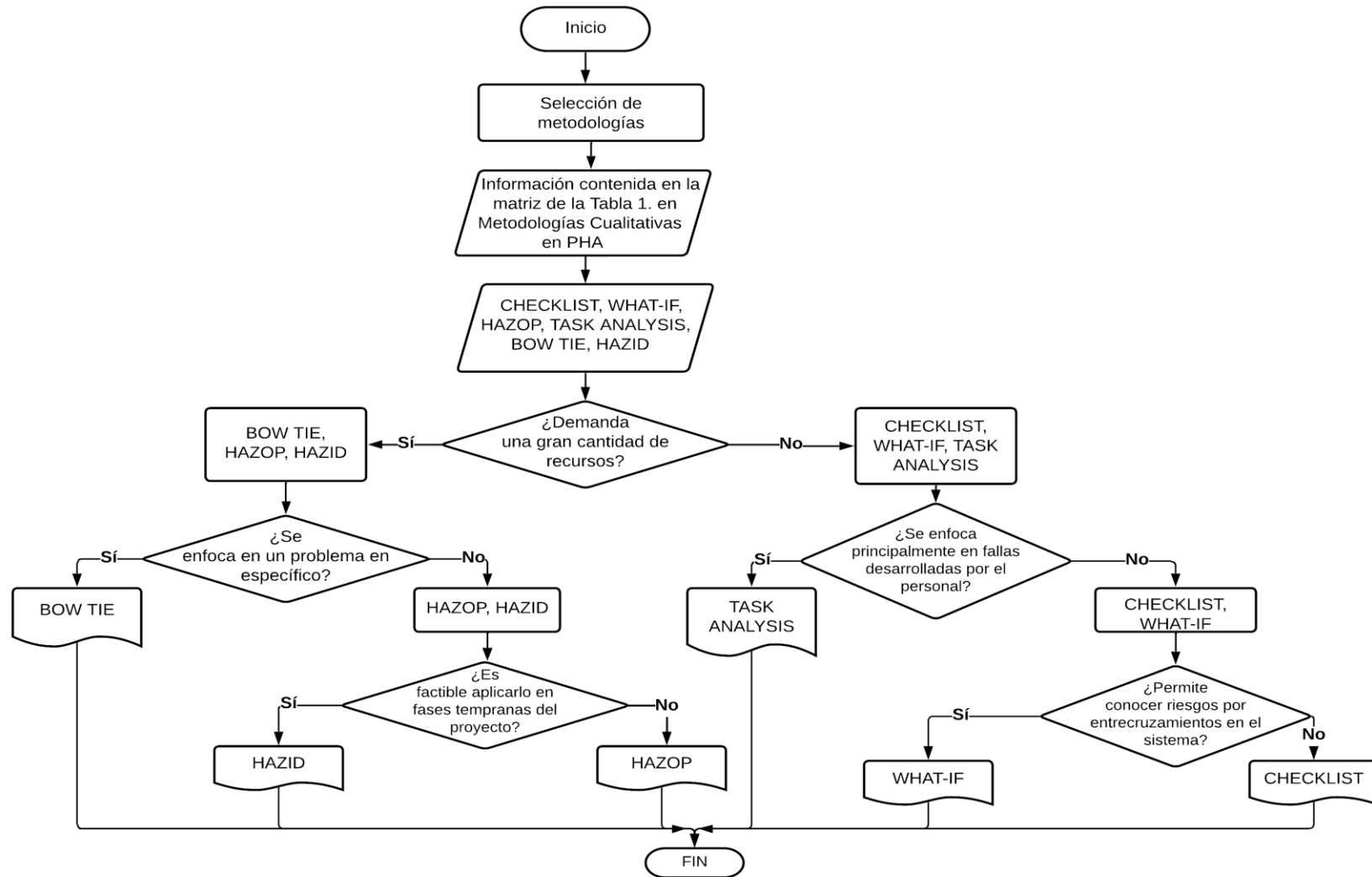
Nota: ^a(Southard & Green, 2018). ^b(Hessian & Rubin, 1991). ^c(Popov et al., 2016). ^d(Doerr, 1991). ^e(Dunjó et al., 2010). ^f(Sherrod & Early, 1991). ^g(Baybutt, 2015). ^h(Crawley, 2020b). ⁱ(Marhavilas et al., 2011). ^j(Ildefonso, 2021). ^k(Slatnick et al., 2022). ^l(de Ruijter & Guldenmund, 2016). ^m(Crawley, 2020a).

Por medio del comparativo generado en la tabla anterior, cada metodología cuenta con unos documentos particulares para su desarrollo y existe una serie de ellos que se repiten entre cada una de las metodologías, entre los cuales se encuentran el manual de operación, los PFDs y P&IDs, y el dossier de diseño y construcción.

Existen diferencias entre las metodologías referente al ámbito económico, para el cual se identificaron las técnicas Checklist, What-If y Task Analysis como las metodologías que menos recursos económicos y de personal necesitan para ser completadas. Esto sugiere que son de gran ayuda para empresas que requieren aplicar un análisis PHA con recursos limitados.

En el ámbito técnico se reconocieron diferencias en el enfoque que presenta cada metodología. Según la información compilada en la tabla, se puede inferir que si la aplicación del PHA va enfocado a identificar peligros asociados a fallas en tareas del personal, es posible seleccionar la metodología Task Analysis; si se desea aplicar una identificación de peligros enfocada a un evento en particular y todo lo relacionado al mismo, debe optarse por un Bow Tie; cuando se desea llevar a cabo una análisis abierto se puede acudir a What-If, pero si la intención es llevarlo a cabo de forma estructurada y sistemática se contempla la aplicación de HAZOP o HAZID. Por último, se debe tener presente que si se desea hacer un análisis general de un sistema, la metodología Checklist no representa la mejor opción, ya que esta por su forma de desarrollarse, no permite conocer peligros resultantes por entrecruzamientos en el sistema.

Con el fin de ayudar al lector a realizar una selección de una metodología de acuerdo con la característica más representativa y que se ajuste a sus necesidades, se elaboró el diagrama de decisión que se encuentra a continuación en la figura 3.

Figura 3.*Diagrama de selección de metodología**Fuente:* Elaboración por los autores

5.2 Implementación de metodologías-Panorama nacional

Para el gobierno colombiano la creación de nuevas leyes, decretos y políticas, así como el establecimiento de programas de control y monitoreo, son muestra de su inquietud por los temas del manejo de la seguridad (Decreto 1347 de 2021).

Por medio de los acuerdos planteadas a Colombia por parte de organizaciones como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), no solo el gobierno encuentra una razón para hablar sobre seguridad de forma más frecuente, sino también lo hacen las empresas, ya que, al participar en convenios o intercambios económicos con otros países latinoamericanos, estas se ven comprometidas a cumplir una serie de requisitos en donde la seguridad en sus procesos es uno de ellos (OECD, 2003) (OECD, 2012) (Collazos, 2020) (García, 2022).

Recientemente se ha observado que, gracias a las legislaciones y acuerdos económicos mencionados con anterioridad, han aparecido compañías consultoras en Colombia como lo son el Consejo de Seguridad de Procesos para Latinoamérica (CSP-la), Strategy Colombia y el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS), así mismo extranjeras como SGS, INERCO y Bureau Veritas Group, las cuales buscan facilitar la implementación de la seguridad en la industria y el desarrollo de estudios en identificación de peligros y análisis de riesgos para las instalaciones.

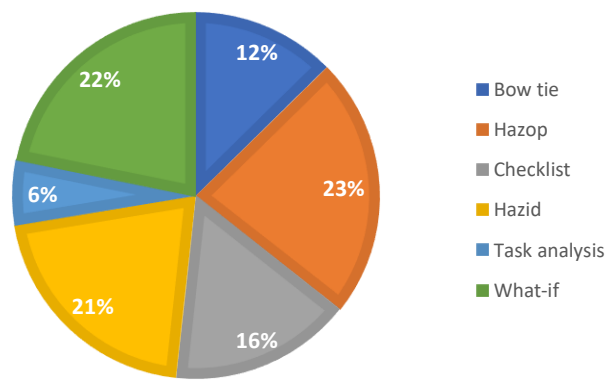
Para conocer información acerca de la aplicación de metodologías en seguridad de procesos en un panorama nacional, se diseñó un formato de encuesta, el cuál fue utilizado para analizar 27 empresas en Colombia del sector productivo, de las cuales se obtuvo respuesta de 20 de ellas. Estas encuestas se encuentran en el anexo D.

Gracias a la información obtenida, se evidenció que, en Colombia las principales técnicas de identificación de peligros y análisis de riesgos usadas en la industria han sido aquellas de tipo

cualitativas tales como HAZOP, What-if y HAZID, y en menor porcentaje Bow tie, Checklist y Task analysis. En la siguiente figura se observan los diferentes porcentajes obtenidos para las empresas que respondieron la encuesta.

Figura 4.

Metodologías cualitativas PHA implementadas por 20 empresas del sector de hidrocarburos en Colombia

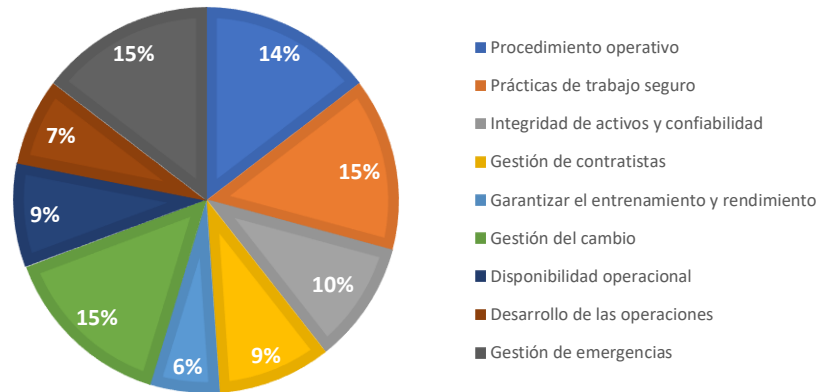


Fuente: Elaboración por los autores

Por medio de una búsqueda realizada en medios electrónicos, y junto a la información obtenida del formato planteado a las empresas encuestadas, se observa que éstas han logrado evidenciar una transformación en sus procesos, moviéndose hacia escenarios más seguros, implementando desde sus empresas buenas prácticas operativas y haciendo manejo de este tema a través de algunos de los elementos planteados por la CCPS para el manejo del riesgo, en donde principalmente se han implementado la gestión del cambio, procedimiento operativo, gestión de emergencias, y prácticas de trabajo seguro (CCPS, 2011). En la figura que se muestra a continuación se evidencian algunos de los elementos de la RBPS más utilizados por las empresas en Colombia.

Figura 5.

Elementos de la RBPS aplicado por 20 empresas del sector de hidrocarburos en Colombia



Fuente: Elaboración por los autores

5.3 Aplicación de las metodologías-Caso de estudio

5.3.1 Planteamiento del caso del estudio

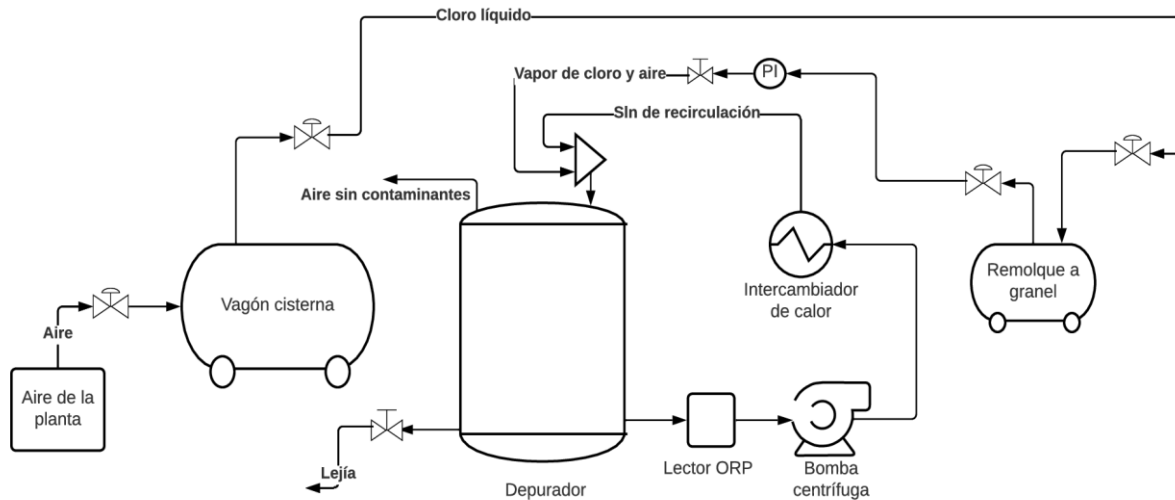
Para el caso de estudio se consideró una empresa, especializada en la fabricación y distribución de productos químicos y aditivos para la perforación de pozos petrolíferos. Para llevar cabo este objetivo se consideró una de sus instalaciones ubicada en el estado de Arizona, la cual funciona como despacho y almacenamiento de cloro y fabricación de Hipoclorito de sodio.

Dentro sus instalaciones, la planta cuenta con una sección en donde se ubican dos depuradores en paralelo, ocasionando que un depurador no pueda tratar los gases expulsados por el otro. Estos cuentan con una capacidad de 15 toneladas y material de construcción de plástico reforzado con fibra de vidrio. Junto a los depuradores la empresa cuenta con un remolque a granel para el almacenamiento del cloro proveniente del exterior. Este remolque está diseñado en aluminio y tiene una capacidad de 17 toneladas. Así mismo, el despacho de cloro a la planta se realiza a través de un vagón cisterna de capacidad de 90 toneladas y con material de construcción

de acero al carbono. El proceso realizado entre las tres unidades no solo permite la descarga y almacenamiento de cloro, sino la fabricación de lejía de tipo comercial. Una representación gráfica del proceso se encuentra en la figura 6.

Para iniciar la operación se suministra una solución acuosa de soda cáustica al depurador. Seguido a esto se da apertura a las válvulas de la tubería que conecta el vagón cisterna con el remolque a granel dando paso a la descarga del cloro líquido. Continuando con el proceso, se inicia la inyección de aire al vagón cisterna para asegurar una presión que permita el descargue continuo de la sustancia. A medida que el remolque se va llenando, se genera vapor de cloro que junto con una proporción de aire, son ventilados y desplazados hacia el depurador. Con ayuda de un mezclador se ingresa la corriente proveniente del remolque junto con la corriente de recirculación del depurador, con el objetivo de que la solución presente en esta unidad realice una captación del cloro y así liberar el aire sin contaminantes a la atmósfera. Simultáneamente, dentro de la misma unidad, el cloro captado por la solución produce una reacción que da como producto hipoclorito de sodio y cloruro sódico. Para garantizar que no exista formación de compuestos derivados de esta reacción o procesos de supercloración que conduzcan a una operación riesgosa, se mantiene un porcentaje de exceso de soda cáustica dentro del rango de 0,2-0,5%. Una vez alcanzado este rango, se interrumpe el suministro de cloro al sistema.

Dentro de los sistemas complementarios se encuentra un medidor de Potencial de reducción-oxidación, que informa al operario mediante alarmas que la concentración de soda cáustica va disminuyendo. Junto a este medidor, se tiene un intercambiador de calor y una bomba centrífuga en la corriente de recirculación, para asegurar que la mezcla contenida en el depurador permanezca en las condiciones establecidas para el proceso. Así mismo, se encuentra un contralor de presión y válvulas automáticas y manuales a lo largo del sistema.

Figura 6.*Representación gráfica del caso de estudio*

Fuente: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Adaptación por los autores.

Desde el primer arranque operacional de la planta, los directivos de la compañía consideraron como medidas preventivas promover buenas prácticas operativas y proporcionar seguridad tanto al personal operativo, como a las comunidades cercanas a la planta y el medio ambiente. Algunas de las medidas preventivas que se realizaron fueron: el desarrollo de un procedimiento operativo estándar, en donde registraron las principales actividades y rutas de operación; un PHA que analizó riesgos mediante la identificación de posibles peligros; se implementó procedimientos y auditorías de control para comprobar el funcionamiento correcto de los sistemas de emergencia y los equipos en general. Sin embargo, estas medidas no fueron suficientes, ya que, años después, la planta tuvo una situación de emergencia a causa de una supercloración en el depurador, que ocasionó la liberación de gases altamente tóxicos al ambiente, provocando la evacuación de la planta y de comunidades a la redonda. En el reporte final de la

investigación del accidente, la empresa evidenció que hubo fallas en factores que no se consideraron en el PHA realizado, ni por las auditorías de la gerencia (CSB, 2007).

Para objetivos de este proyecto, se abordó el caso en el que la gerencia solicitó nuevamente la aplicación de un PHA, con el fin de verificar que sus prácticas operativas se están implementando correctamente. Para ello, la gerencia sugirió que se empleara una técnica sencilla, con una aplicación rápida, que se pudiera desarrollar con pocos recursos, manteniendo como prioridad el análisis de escenarios para materiales químicos peligrosos.

Para dar inicio al desarrollo del PHA, se seleccionó en primera instancia y de manera práctica una metodología que se ajustara a las recomendaciones que sugirió la gerencia, utilizando la herramienta propuesta en la figura 3. Al avanzar en el diagrama de selección de metodologías se descartaron las técnicas Bow tie, HAZID y HAZOP en el primer condicional, debido a que estas requieren de una gran cantidad de recursos para su elaboración. Continuando con la ejecución de la herramienta, se descartó la metodología Task analysis, ya que esta técnica se enfoca principalmente en las fallas operativas ocasionadas por el personal, dejando a un lado una de las recomendaciones propuestas por la gerencia. De esta manera, las metodologías restantes son Checklist y What-if. De acuerdo con lo sugerido por la gerencia, es necesario que una de estas dos metodologías permita identificar no solo los peligros referentes a una unidad en particular sino todos aquellos que se relacionen con factores externos. Por lo cual, la metodología que mejor se ajusta para este caso es What-if.

Es importante mencionar que la herramienta de la figura 3 determina la selección de una metodología de manera general y basándose en un aspecto diferenciador entre ellas. Es por esto que, para mayor confiabilidad en la selección de la técnica, se propone una matriz que contenga varios criterios de selección y que permita tener un indicio de cuál técnica se ajustaría a las

condiciones propuestas en el caso de estudio. Esta matriz se elaboró teniendo presente la información contenida en la tabla 1.

Tabla 2.

Matriz de selección - Aplicación de metodologías al caso de estudio

Metodología	Documentos disponibles	Recursos Económicos	Tiempo	Tipo de análisis (General o particular)	Etapas de la vida del proyecto	Recursos de personal	Total
CHECKLIST	1	2	2	0	2	2	9
WHAT-IF	1	2	2	2	2	2	11
HAZOP	1	0	0	1	2	0	4
TASK ANALYSIS	0	2	2	0	2	2	8
BOW TIE	1	0	0	0	2	2	5
HAZID	1	1	1	2	1	2	8

Fuente: Elaboración por los autores

Para comprender la matriz realizada con anterioridad, es importante tener presente que por medio de esta herramienta se buscó establecer una comparativa de los criterios más relevantes de cada metodología, y así mismo, se conoció de qué forma estas se ajustan a lo solicitado para el PHA por el caso de estudio. De esta forma, y para poder elegir una metodología se le asignó un puntaje de 0 a los criterios que la metodología no cumplió en absoluto, un puntaje de 1 para los criterios que cumplió parcialmente, y un puntaje de 2 para las metodologías que cumplieron el criterio a cabalidad.

Los criterios corresponden a: documentos disponibles requeridos para iniciar el análisis; recursos económicos, necesarios para completar el estudio; tiempo en el que tardará en desarrollarse la metodología; tipo de análisis, refiriéndose a si será sobre un equipo, un escenario en particular o si se abarcan varios aspectos de un proceso; etapas de la vida de un proyecto, teniendo presente si se hará en etapas tempranas, de operación o desmantelamiento; y recursos de personal, indicando si se cumple el mínimo de personas para desarrollar la metodologías. A través

de la comparativa de los criterios, es posible conocer las ventajas y limitaciones que tendrá una metodología con respecto a la otra, así como sus requerimientos.

Terminada esta evaluación, se estableció que la metodología que mejor se ajusta para las condiciones propuestas por el caso de estudio es What-If, siendo la metodología que se aplicó a continuación.

5.3.2 Información de sustancia peligrosa en el proceso

El cloro es una sustancia de color amarillo verdoso, volátil, que no es inflamable, y que se encuentra en estado gaseoso o líquido según las condiciones en las que se encuentre. Su exposición en las personas es altamente tóxica, ya que, en presencia de la humedad de las mucosas en vías respiratorias, tiende a formar ácido clorhídrico y ácido hipocloroso.

Agencias como la “Occupational Safety and Health Administration” (OSHA), la “Environmental Protection Agency” (EPA) y la “National Institute for Occupational Safety and Health” (NIOSH), son las encargadas de establecer la regulación que indica los límites de concentración de cloro a los cuales el ser humano puede estar expuesto, y cuáles son sus consecuencias frente a esta exposición. Algunos de los principales límites se indican en la tabla que se encuentra a continuación (CSB, 2007).

Tabla 3.*Efectos sobre la salud de la exposición aguda al cloro*

Concentración (ppm en aire)	Efectos sobre la salud de la exposición al cloro
1-3 ppm	Irritación leve de las mucosas
5-15 ppm	Irritación de las vías respiratorias superiores
30 ppm	Dolor torácico inmediato, vómitos, falta de aliento (dyspnea) y tos
40-60 ppm	Inflamación de los tejidos pulmonares (neumonitis tóxica) y acumulación de líquido (edema pulmonar)
430 ppm	Muerte en 30 minutos
1000 ppm	Muerte en pocos minutos

Fuente: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Adaptación por los autores.

5.3.3 Aplicación de la metodología What-if

El desarrollo de esta metodología consistió en un proceso especulativo, partiendo de la información disponible del caso de estudio, en el cual se llevó a cabo una lluvia de ideas que dió paso al planteamiento de preguntas en forma de “What If?” propuestas por los autores de este proyecto.

Después de este proceso se compilaron las preguntas en la plantilla propuesta para la metodología What-if disponible en el apéndice A, en donde los autores sugirieron posibles causas, consecuencias, salvaguardas y recomendaciones para estas preguntas.

Tabla 4.*Plantilla-Aplicación de metodología What-if- Caso de estudio*

Análisis de riesgo "What-if"						
Instalación/Operación/Proceso: Proceso de cloración- Empresas seleccionada						Fecha: 08/03/2023
N°	Qué pasaría si... (What-if)	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Clasificación del riesgo (A, M, B)	Recomendaciones
1	El personal no conoce el procedimiento operativo estándar	Falta de capacitación y entrenamiento al personal	<ul style="list-style-type: none"> •Riesgo de supercloración •Riesgo de fuga y derrames •Paradas de operación de alrededor de una semana 	No aplica	Alto	Capacitación y entrenamiento al personal periódicamente
2	Fallan las alarmas del medidor de Potencial de reducción-oxidación	Falla el sonido de la sirena	Las funciones del operario se ven afectadas, ocasionando un riesgo en la seguridad de la operación	No aplica	Bajo	Establecer tiempos de revisión frecuente por parte del operario
3	Falla la bomba centrífuga	Sobrecalentamiento en el equipo	<ul style="list-style-type: none"> •No succiona la mezcla de forma correcta para su recirculación •Pérdida de la ruta de producción de lejía •Acumulación de gases en el depurador 	No aplica	Medio	<ul style="list-style-type: none"> •Mantenimiento periódico de la bomba •Hacer seguimiento al tiempo de operación
4	Falla el medidor de Potencial de reducción-oxidación	Falla en el sistema del medidor de Potencial de reducción-oxidación	<ul style="list-style-type: none"> •Registro de datos erróneos de concentración •Riesgo de supercloración 	Toma de muestras "in situ" por parte del operario	Medio	<ul style="list-style-type: none"> •Supervisar la toma de muestras del operario •Mantenimiento periódico del medidor de Potencial de reducción-oxidación
5	Falla el medidor de presión tubería remolque - depurador	Picos de presión	<ul style="list-style-type: none"> •Daños instrumentos y tubería •Pérdida de calidad en la producción •Derrame del fluido al ambiente 	No aplica	Alto	Realizar un seguimiento y calibración a la presión del proceso

Fuente: Elaboración por los autores

Análisis de riesgo "What-if"						
Instalación/Operación/Proceso: Proceso de cloración - Empresas seleccionada						Fecha: 08/03/2023
N°	Qué pasaría si... (What-if)	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Clasificación del riesgo (A, M, B)	Recomendaciones
6	Disminuye el % de NaOH por debajo del rango establecido	Se pasó por alto las lecturas del medidor de Potencial de reducción-oxidación	<ul style="list-style-type: none"> •Aumento de la concentración de cloro con respecto a la de NaOH •Pérdida de calidad de lejía 	Inyección de NaOH a la mezcla	Bajo	Establecer tiempos de revisión frecuente en el medidor de Potencial de reducción-oxidación por parte del operario
7	Fallan las válvulas automáticas	Se pasó por alto la revisión de los sistemas de emergencia y parada	<ul style="list-style-type: none"> •Pérdidas de las barreras de mitigación y prevención •Riesgo de fuga y derrames 	Prueba de sistemas de emergencia y parada al iniciar un proceso	Bajo	Establecer un documento donde se comprometa al operario al registro constante de las pruebas
8	Falla el suministro de energía eléctrica a la planta	Interrupción en el suministro de energía en el sector	<ul style="list-style-type: none"> •Acumulación de gases en el depurador •Parada de operación •Retraso en los tiempos de descargue y producción 	No aplica	Bajo	Adquirir un sistema de energía complementario como una planta eléctrica
9	Error en el muestreo de la concentración de NaOH	El operario olvida tomar una muestra	<ul style="list-style-type: none"> •Imprecisión en el seguimiento de la concentración de NaOH •Pérdida de calidad del producto 	No aplica	Bajo	Establecer un documento donde se comprometa al operario al registro constante de las muestras
10	Taponamiento en la salida de recirculación del depurador	Falta de mantenimiento en el equipo	<ul style="list-style-type: none"> •Aumento de presión en el depurador •Riesgo de fuga y derrame •Parada de la operación 	No aplica	Medio	Mantenimiento periódico del mecanismo interno del depurador
11	Existe una fuga moderada en el depurador	Falla en los acoples de la tubería que conectan al depurador	Riesgo de intoxicación del personal por exposición a la sustancia	Pruebas de fuga	Bajo	Revisión periódica del funcionamiento de los acoples

Fuente: Elaboración por los autores

Análisis de riesgo "What-if"						
Instalación/Operación/Proceso: Proceso de cloración - Empresa seleccionada						Fecha: 08/03/2023
N°	Qué pasaría si... (What-if)	Causas	Consecuencias	Salvuardas	Clasificación del riesgo (A, M, B)	Recomendaciones
12	Falla la válvula de salida de lejía	Debilitamiento de los materiales que compone la válvula	<ul style="list-style-type: none"> •Derrame de la lejía •Riesgo de salud del personal por exposición a la sustancia •Parada de operación 	No aplica	Medio	Ubicar contenedores para el control de derrames en la zona
13	Si el sistema de emergencia no se activa	Falla interna en los circuitos del sistema	<ul style="list-style-type: none"> •Riesgo de fuga y derrame descontrolado •Afectaciones al medio ambiente y al personal 	No aplica	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> •Revisión periódica del funcionamiento del sistema •Ubicar contenedores para el control de derrames en la zona
14	Se genera un daño en la estructura del remolque	Debilitamiento de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> •Derrame de cloro •Riesgo de salud del personal por exposición a la sustancia •Parada de operación 	No aplica	Medio	Adquirir un remolque a granel como reserva
15	Falla el intercambiador de calor	Suciedad en el área de contacto	<ul style="list-style-type: none"> •Afectaciones en calidad de la sustancia que se recircula •Aumenta la temperatura y presión de la solución 	No aplica	Bajo	Mantenimiento periódico del intercambiador
16	Existe un daño en la estructura de la tubería remolque-depurador	Aumento de presión	<ul style="list-style-type: none"> •Riesgo de fuga •Afectaciones al medio ambiente y al personal •Parada de operación 	Medidor de presión	Baja	Revisión periódica de la integridad de las tuberías
17	Aumenta la presión en el depurador	Falta de un indicador de presión	<ul style="list-style-type: none"> •Riesgo de fuga y derrame •Acumulación de gases en el depurador •Afectaciones al medio ambiente y al personal 	No aplica	Alto	<ul style="list-style-type: none"> •Adquirir un medidor de presión para el depurador •Ubicar contenedores para el control de derrames en la zona

Fuente: Elaboración por los autores

Del estudio anterior, se observó que para cada escenario What-If abordado, los autores iniciaron con la proposición de una causa asociada a la situación, acompañada de algunas posibles consecuencias. Dentro de estas consecuencias las que más se repitieron para los escenarios de peligro fueron: riesgo de fuga y derrame, parada de operación y riesgo de salud del personal por exposición a la sustancia.

Para la casilla de salvaguardas presente en el PHA, se digitó la información disponible según el caso de estudio, para mitigar o prevenir el evento con potencial de daño. Para los posibles peligros planteados en donde la empresa no consideró antes una solución de prevención, se asignó el mensaje “No Aplica”, y para las que se consideraron con anterioridad, se les asignó la salvaguarda disponible para el caso. En el estudio, solo 5 situaciones potencialmente peligrosas contaban con una salvaguarda propuesta por la empresa. Estas salvaguardas corresponden a: toma de muestras "in situ" por parte del operario, inyección de NaOH a la mezcla, prueba de sistemas de emergencia y parada al iniciar un proceso, pruebas de fuga, y medidor de presión.

La clasificación del riesgo corresponde a la casilla más relevante en la plantilla del estudio PHA, ya que esta permite conocer a través de las palabras “Alto”, “Medio” y “Bajo”, que tan urgente es el escenario que se está considerando. Este indicador fue asignado por los autores teniendo presente cuan severas serían las consecuencias del evento en caso de presentarse y que tan probable sería que llegue a suceder. En este estudio, los eventos a los que se les asignó una clasificación de “Alto” para el riesgo fueron: el personal no conoce el Procedimiento Operativo Estándar, falla el medidor de presión tubería remolque - depurador y aumenta la presión en el depurador. Los eventos incluidos en esta clasificación deben socializarse cuanto antes por los autores en una reunión junto con los directivos de la empresa, ya que es precisamente en estos posibles escenarios que la gerencia debe trabajar con prioridad para garantizar la seguridad. Los

eventos con clasificación “Medio” y “Bajo” continúan teniendo gran importancia, solo que en este caso la gerencia es la encargada de decidir si trabajarlos a mediano o largo plazo.

Por último, las recomendaciones propuestas para cada evento deben tomarse por la gerencia como plan de acción, para el manejo y mejora de todas aquellas situaciones que representan peligro potencial para las instalaciones y personal, y por lo tanto, un riesgo para la seguridad del proceso. De esta forma, es tarea de los directivos de la empresa analizar cuáles recomendaciones serán puestas en marcha y cuáles serán pasadas por alto.

6 Conclusiones

Todas las metodologías cualitativas abordadas en este proyecto, permiten una identificación de peligros y análisis de riesgos, sin embargo, cada una lo hace partiendo de un enfoque particular y llegando a resultados específicos.

Dentro de las metodologías PHA abordadas en este estudio, las técnicas Checklist, What-if y Task Analysis son las que requieren un menor tiempo de ejecución y una menor cantidad de recursos en comparación con metodologías como HAZOP, HAZID y Bow Tie.

Mediante la recopilación de información en un contexto nacional, se logró evidenciar que HAZOP, What-if y HAZID, son las metodologías más conocidas en el sector productivo en Colombia.

La herramienta elaborada en forma de matriz que permitió la selección de una metodología de acuerdo a criterios de decisión y con la información disponible de un caso de estudio, posibilitó la elección de la técnica What-If como la metodología que mejor se ajusta para la aplicación del PHA.

Según los resultados logrados en la matriz de selección de metodologías, Checklist es la segunda técnica que mejor se ajusta al caso de estudio. La única limitante de la metodología para este caso, es que no permite conocer peligros existentes por entrecruzamientos en el sistema, mientras que la metodología What- if sí lo permite.

Referencias bibliográficas

- Alizadeh, S. S., & Moshashaei, P. (2015). The Bowtie method in safety management system: A literature review. *Scientific Journal of Review*, 4(9), 133-138. <https://doi.org/10.14196/sjr.v4i9.1933>
- Baybutt, P. (2015). A critique of the Hazard and Operability (HAZOP) study. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 33, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2014.11.010>
- CCOHS. (2023). *Hazard and Risk - General*. https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard/hazard_risk.html#section-1-hdr
- CCPS. (2011). *Guidelines for Risk Based Process Safety* (1.). Wiley-Aiche. *Corporate governance for process safety: Guidance for senior leaders in high hazard industries - OECD*. (s. f.). <https://www.oecd.org/chemicalsafety/corporategovernanceforprocesssafety.htm>
- CCPS. (2016). *Introduction to Process Safety for Undergraduates and Engineers*. Wiley.
- CCPS. (2018). *Bow Ties in Risk Management: A Concept Book for Process Safety*. Wiley.
- Collazos, A. (2020). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. UNGRD - Conocimiento IN. <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/conocimiento-in.aspx>
- Crawley, F. (2020a). HAZID. *A Guide to Hazard Identification Methods*, 37-48. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819543-7.00005-7>
- Crawley, F. (2020b). Task analysis. *A Guide to Hazard Identification Methods*, 49-56. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819543-7.00006-9>
- Crawley, F. E. (2019). *A guide to Hazard Identification Methods*. Elsevier eBooks, 9-14. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819543-7.00002-1>
- CSB. (2007). *DPC Enterprises Glendale Chlorine Release. En U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB) (REPORT NO. 2004-02-I-AZ)*.

- <https://www.csb.gov/dpc-enterprises-glendale-chlorine-release/>
- de Ruijter, A., & Guldenmund, F. (2016). The bowtie method: A review. *Safety Science*, 88, 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.03.001>
- Decreto 1347 de 2021 [Ministerio del Trabajo]. Por el cual se adopta el Programa de Prevención de Accidentes Mayores – PPAM. 26 de octubre de 2021.
- Doerr, W. (1991). WHAT-IF Analysis. En H. R. Greenberg & J. J. Cramer (Eds.), *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry* (pp. 75-90). Van Nostrand Reinhold.
- Dunjó, J., Fthenakis, V., Vílchez, J. A., & Arnaldos, J. (2010). Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review. *Journal of Hazardous Materials*, 173(1-3), 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.08.076>
- Echavarría, J. J., Villamizar-Villegas, M., & González, C. J. (2005). El Proceso Colombiano de Desindustrialización. *RePEc: Research Papers in Economics*. <https://econpapers.repec.org/RePEc:bdr:borrec:361>
- García, J. (2022). *Seguridad de procesos y accidentes mayores: Revisión histórica, contexto colombiano y nueva normatividad*. Consejo Colombiano de Seguridad. <https://ccs.org.co/portfolio/seguridad-de-procesos-y-accidentes-mayores-revision-historica-contexto-colombiano-y-nueva-normatividad/>
- Green, D. W., & Southard, M. Z. (2018). *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 9th Edition (English Edition)* (9.a ed.). McGraw Hill.
- Hessian, R., & Rubin, J. (1991). Checklist Reviews. En H. R. Greenberg & J. J. Cramer (Eds.), *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry* (pp. 30-47). Van Nostrand Reinhold.

- Ildfonso, M. J. F. (2021). *Repositorio Continental: Implementación de la metodología BOW TIE para la prevención de accidentes e incidentes por desprendimiento de rocas, Unidad Minera Yauricocha*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10442>
- Khan, F., Rathnayaka, S., & Ahmed, S. (2015). Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future. *Process Safety and Environmental Protection*, 98, 116-147. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2015.07.005>
- Kletz, T. (1999). The Origins and History of Loss Prevention. *Process Safety and Environmental Protection*, 77(3), 109-116. <https://doi.org/10.1205/095758299529938>
- Lyon, B. K., Popov, G., & Hollcroft, B. D. (2022). *Risk Assessment: A Practical Guide to Assessing Operational Risks* (2nd ed.). Wiley.
- Marhavidas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477-523. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.03.004>
- Méndez, J. P. (2016). *INTEGRACIÓN DE LA SEGURIDAD DE PROCESOS EN UN PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/888>
- OECD. (2003). *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response - OECD*. <https://www.oecd.org/env/ehs/chemical-accidents/guiding-principles-chemical-accident-prevention-preparedness-and-response.htm>
- OECD. (2012). *Corporate governance for process safety: Guidance for senior leaders in high hazard industries* - OECD. <https://www.oecd.org/chemicalsafety/corporategovernanceforprocesssafety.htm>

- OSHA. (2008). *Introduction to Process Hazard Analysis*.
<https://www.osha.gov/harwoodgrants/grantmaterials/fy2008/sh-17813-08>
- Pasman, H., Jung, S., Prem, K., Rogers, W., & Yang, X. (2009). Is risk analysis a useful tool for improving process safety? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(6), 769-777. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2009.08.001>
- Planas, E., Arnaldos, J., Darbra, R., Muñoz, M., Pastor, E., & Vílchez, J. (2014). Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 28, 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2013.04.005>
- Sherrod, R. M., & Early, W. F. (1991). Hazard and Operability Studies. En H. R. Greenberg & J. J. Cramer (Eds.), *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry* (pp. 101-126). Van Nostrand Reinhold.
- Slatnick, S., Angevine, D., Cranefield, J., Maddox, C., Overstake, M., Palmer, L., & Younan, A. (2022). Bow-ties use for high-consequence marine risks of offshore structures. *Process Safety and Environmental Protection*, 165, 396-407. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.07.026>
- Vista and Aleph Projects*. (s. f.). Early Warning System.
<https://ewdata.rightsindevelopment.org/projects/vistaaleph-vista-and-aleph-projects/>
- Wilhelmsen, C. A., & Ostrom, L. T. (2019). *Risk Assessment: Tools, Techniques, and Their Applications* (2nd ed.). Wiley.

Apéndices

Apéndice A. Plantillas propuestas para la aplicación de las metodologías

Tabla 5.

Plantilla- Metodología Checklist- (Bosquejo)

Análisis de riesgo Checklist				
Instalación/Operación/Proceso				
Fecha:		Equipo:		
Área de aplicación	Preguntas	Sí	No	Recomendaciones

Tabla 6.

Plantilla-Metodología What-if - (Bosquejo)

Análisis de riesgo "What-if"						
Instalación/Operación/Proceso:						Fecha:
Nº	Qué pasaría si... (What-if)	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Clasificación del riesgo (A,M,B)	Recomendaciones

Tabla 7.*Plantilla-Metodología HAZOP – (Bosquejo)*

Análisis de riesgo HAZOP								
Unidad:					Título del estudio:			
Número de Línea/Equipo:					P&ID No.:		Fecha de P&ID:	
Descripción de Línea/Equipo:					Estudio realizado por:		Fecha:	
N°	Palabra Guía	Parámetro	Desviación	Causas	Consecuencias	Clasificación del riesgo (A,M,B)	Salvaguardas	Recomendaciones

Tabla 8.*Plantilla- Metodología HAZID- (Bosquejo)*

Análisis de riesgo HAZID						
Nombre del equipo Hazid:					Fecha	
N°	Descripción de la actividad	Escenario	Amenazas probables	Clasificación de riesgo (A,M,B)	Salvaguardas	Recomendaciones

Apéndice B. Palabras guía en metodologías HAZOP y HAZID**Tabla 9.***Metodología HAZOP- Palabras guía*

Palabras Guía	Definición
No (ningún, nada)	No se consigue nada de lo que se pretendía
Más (Más de, alto)	Aumento cuantitativo de un parámetro
Menos (Menos de, bajo)	Disminución cuantitativa de un parámetro
Además de (Más que)	Se produce una actividad adicional
Parte de	Sólo se logra parte de la intención del diseño
Inverso	Ocurre lo contrario a la lógica de la intención de diseño
Aparte de	Sustitución completa. Se realiza otra actividad
A donde más	Aplicable a flujos, transferencias, fuentes y destinos
Antes/Después	El paso (o parte de él) se efectúa fuera de secuencia
Temprano/Tarde	El momento es diferente de la intención
Más rápido/Más lento	El paso se realiza o no se realiza en el momento adecuado

Tabla 10.*Metodología HAZID-Palabras guía*

Palabra guía	Consideraciones				
Sustancias peligrosas	Inflamabilidad	Toxicidad	Reactividad	Corrosividad	Contaminación
Trastornos del proceso	Flujo	Temperatura	Presión	Química	Composición
ambiente	Aire	Agua	Vertido	Residuos	
Mal funcionamiento del equipo	Recipiente bajo presión	Equipos auxiliares	Válvulas	Instrumentación de control	Dispositivos de seguridad
Fallas de integridad	Proceso causado	Material causado	Estructurales		
Fallas de servicios públicos	Aire	vapor	Nitrógeno	Vacío	Ventilación
Factores humanos	Error en la tarea	Problemas de información	Problemas de sincronización	Acción errónea	HMI deficiente
Muestreo/análisis	Muestra perdida	Resultado inexacto o incorrecto de las pruebas	Peligro de muestreo	Prueba inexacta	
Efectos externos	Operaciones en maquinaria	Vehículos	Accidentes externos	Sabotaje	Incendio
Peligros Naturales	Viento	Inundación	Calor	Frío	Terremoto

Apéndice C. Diagramas de las metodologías Task analysis y Bow tie

Figura 7.

Implementación de la metodología Task analysis

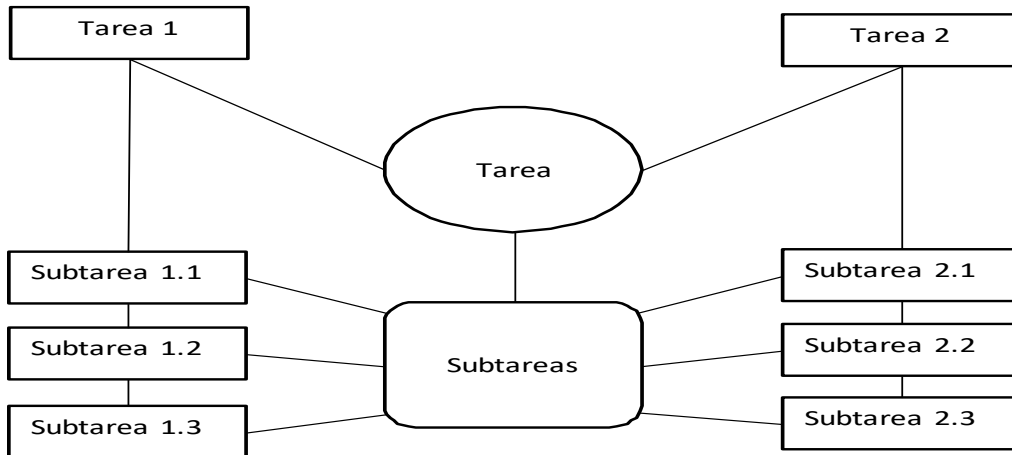
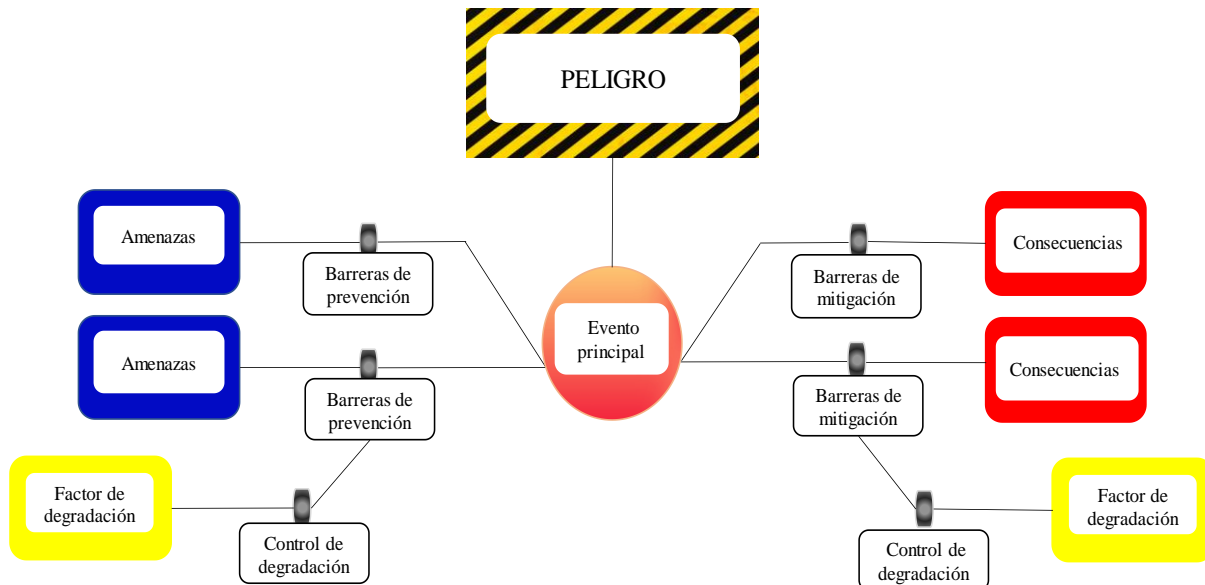


Figura 8.

Implementación de la metodología Bow tie



Apéndice D. Fichas de tomas de datos-Información de metodologías en Colombia**Figura 9.***Ficha de toma de datos-Empresa A*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa A	
2.Cargo de la persona encuestada: Jefe de Departamento en Seguridad de procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input checked="" type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 10.*Ficha de toma de datos-Empresa B*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa B	
2. Cargo de la persona encuestada: Jefe Senior de Mantenimiento	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 11.*Ficha de toma de datos-Empresa C*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1. Nombre de la compañía: Empresa C	
2. Cargo de la persona encuestada: Ingeniero del Departamento de Operaciones	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 12.*Ficha de toma de datos-Empresa D*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa D	
2.Cargo de la persona encuestada: Consultor asociado a la compañía	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 13.*Ficha de toma de datos-Empresa E*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa E	
2. Cargo de la persona encuestada: Ingeniero en el área de Seguridad de Procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 14.*Ficha de toma de datos-Empresa F*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa F	
2.Cargo de la persona encuestada: Ingeniera en planta	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 15.*Ficha de toma de datos-Empresa G*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa G	
2.Cargo de la persona encuestada: Operario en planta	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input checked="" type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 16.*Ficha de toma de datos-Empresa H*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa H	
2.Cargo de la persona encuestada: Consultor asociado a la compañía	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 17.*Ficha de toma de datos-Empresa I*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa I	
2.Cargo de la persona encuestada: Líder en el Departamento de Producción	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 18.*Ficha de toma de datos-Empresa J*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa J	
2.Cargo de la persona encuestada: Operario en planta	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 19.*Ficha de toma de datos-Empresa K*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa K	
2.Cargo de la persona encuestada: Jefe de Departamento en Seguridad de Procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 20.*Ficha de toma de datos-Empresa L*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa L	
2.Cargo de la persona encuestada: Ingeniera del Departamento de Producción	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 21.*Ficha de toma de datos-Empresa M*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa M	
2.Cargo de la persona encuestada: Asistente en Departamento de Seguridad de Procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 22.*Ficha de toma de datos-Empresa N*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1. Nombre de la compañía: Empresa N	
2. Cargo de la persona encuestada: Operario en Planta	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 23.*Ficha de toma de datos-Empresa O*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa O	
2.Cargo de la persona encuestada: Consultor asociado de la compañía	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 24.*Ficha de toma de datos-Empresa P*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa P	
2.Cargo de la persona encuestada: Asistente del Departamento en Seguridad de Procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input checked="" type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 25.*Ficha de toma de datos-Empresa Q*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa Q	
2.Cargo de la persona encuestada: Ingeniero en planta	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input checked="" type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input checked="" type="checkbox"/> 5 Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> 6 Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> 1 HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> 2 What-If <input checked="" type="checkbox"/> 4 Checklist <input checked="" type="checkbox"/> 3 HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 26.*Ficha de toma de datos-Empresa R*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa R	
2.Cargo de la persona encuestada: Ingeniera del área de Mantenimiento	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 27.*Ficha de toma de datos-Empresa S*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa S	
2.Cargo de la persona encuestada: Consultor asociado a la compañía	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input checked="" type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input checked="" type="checkbox"/> Nodo <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input checked="" type="checkbox"/> Bow tie <input checked="" type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input checked="" type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias

Figura 28.*Ficha de toma de datos-Empresa T*

METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PROCESOS	
1.Nombre de la compañía: Empresa T	
2.Cargo de la persona encuestada: Ingeniero en el área de Seguridad de Procesos	
3. ¿Sabe qué es seguridad de procesos?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. Seleccione qué palabras están relacionadas con seguridad de procesos:	<input type="checkbox"/> Integridad <input checked="" type="checkbox"/> PHA <input checked="" type="checkbox"/> Peligro <input type="checkbox"/> Nodo <input type="checkbox"/> Operatividad <input checked="" type="checkbox"/> Accidente <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo <input checked="" type="checkbox"/> Gestión <input checked="" type="checkbox"/> CCPS
5. Para la identificación de peligros y análisis de riesgo se listan las siguientes metodologías cualitativas, indique cuáles usted conoce:	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input checked="" type="checkbox"/> HAZOP <input checked="" type="checkbox"/> What-If <input checked="" type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> Otra: _____ <input checked="" type="checkbox"/> HAZID
6. Enumere las metodologías del 1 al 6 siendo 1 la más utilizada en su compañía, y 6 la menos utilizada	<input type="checkbox"/> Bow tie <input type="checkbox"/> Task analysis <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> What-If <input type="checkbox"/> Checklist <input type="checkbox"/> HAZID
7. Según los elementos que se encuentran en las guías para la seguridad de procesos basada en riesgos (RBPS) de la CCPS, indique cuales se abordan en su compañía:	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento operativo <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de trabajo seguro <input type="checkbox"/> Integridad de activos y confiabilidad <input type="checkbox"/> Gestión de contratistas <input checked="" type="checkbox"/> Garantizar el entrenamiento y rendimiento <input checked="" type="checkbox"/> Gestión del cambio <input type="checkbox"/> Disponibilidad operacional <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de las operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de emergencias