



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

Programa Posgrados en Riesgos Laborales

Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología
HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de
Esmeraldas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión del Conocimiento e Innovación Empresarial

Tesis de grado previo a la obtención del título de
Magíster en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de
Riesgos Laborales

Autor: Manny María Castillo Hernández

Asesor: Ing. Fausto Rovalino Tello MSc.

Esmeraldas, Ecuador, septiembre, 2021

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE, previo a la obtención del título de Magister en Gestión de Riesgos, Mención prevención de Riesgo Laborales.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Tema: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas

Autora: Manny María Castillo Hernández

MSc. Fausto Rovalino Tello
ASESOR DE TESIS

f. _____

Mgt. Wendy Arias Carpio
LECTORA 1

f. _____

Ph.D. Pablo Pico Valencia
LECTOR 2

f. _____

Mgt. Luis Hidalgo Solórzano
COORDINADOR DE POSGRADOS

f. _____

Mgt. Alex Guashpa Gómez
SECRETARIO GENERAL PUCESE

f. _____

Esmeraldas, Ecuador, septiembre, 2021

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, MANNY MARIA CASTILLO HERNANDEZ con número de cédula 0802475996 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

MANNY MARÍA CASTILLO HERNÁNDEZ

CI: 0802475996

CERTIFICACIÓN

Yo, FAUSTO ROVALINO TELLO, en calidad de Directora de Tesis, CERTIFICO que: la estudiante Manny María Castillo Hernández, ha incorporado las sugerencias al trabajo de investigación titulada “Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas”, por lo que autorizo su presentación ante el Tribunal de acuerdo a lo que establece el reglamento de la PUCESE.

Mgt. Fausto Rovalino Tello

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A la autora de este trabajo de investigación principalmente porque me he retado a ir por mis sueños y éste es uno de ellos, la felicidad de poderlo ver plasmado.

A mis padres porque a lo largo de mi vida han sido mi sostén con mucho amor y buenos principios.

A mi amado esposo David Alejandro, quien es mi compañero de vida, de sueños y aventuras sin fin.

A mi Gran maestro de vida, con quien me he comprometido a morir de vida... mi amado hijo del alma Leonel Alejandro, porque el día de mañana quiero que eleves tu vuelo mucho más alto que el mío y te sientas orgulloso de la madre que te engendró.

SIEMPRE CON AMOR

MANNY MARÍA

AGRADECIMIENTO

A la empresa Universal Seafood” (Coral del Pacifico) por brindarme todas las facilidades y permitirme realizar mi trabajo de investigación.

A la prestigiosa Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A cada uno de los profesores que realizaron el traspaso de sus conocimientos durante toda la maestría con ética y valores humanos.

Al Ing. Fausto Rovalino por su tiempo y guía como tutor durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Ángel Recio por el apoyo brindado respecto a puntos importantes en el uso de la metodología HAZOP.

MANNY MARÍA

Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un análisis de los riesgos operacionales mediante la Metodología Hazop, de la Empacadora Coral del Pacífico, situada en el Puerto Pesquero Artesanal de la ciudad de Esmeraldas, lo cual resulta inédito pues no existe en la literatura la aplicación de esta metodología a una instalación similar a esta. Esta empresa procesa más de 50000 libras diarias de pescado congelado y fresco, y nunca se había realizado un análisis de este tipo. En el trabajo se presenta el diagrama del proceso de pescado congelado, se realiza el análisis de los riesgos laborales a los trabajadores y los riesgos al proceso productivo. Como establece la Metodología Hazop se formó una Comisión determinándose los 6 nudos más importantes del proceso para ser analizados, a partir de esta selección se elaboró la Matriz para cada nudo estableciéndose los posibles riesgos laborales para los trabajadores y los riesgos del proceso productivo, obteniéndose como resultado la existencia de 15 riesgos totales de los cuales 9 afectan a los trabajadores y 6 al proceso productivo, los riesgos a los que están sometidos los trabajadores son el 60% del total encontrado, de los cuales el 45 % son críticos, 33 % son altos y el 22 % entre medio y bajos, de los riesgos al proceso el 67 % son serios y el 33 % leves, no encontrando riesgos graves que puedan poner en riesgo la producción. No obstante, se puede concluir que los riesgos críticos que afectan a los trabajadores de producirse algún accidente pueden afectar el proceso productivo, por lo tanto, se realizaron las recomendaciones de acciones necesarias en cada caso, para evitar que esto suceda.

Palabras clave. – Métodos Hazop, análisis de riesgos, nudos de proceso

ABSTRACT

In the present work, an analysis of the operational risks was carried out using the Hazop Methodology of the Pacific Coral Empacadora, located in the Artisanal Fishing Port of the city of Esmeraldas, which is unprecedented since the application of this does not exist in the literature. methodology to a facility similar to this one. This company processes more than 50,000 pounds of fresh and frozen fish a day, and an analysis of this type has never been done. At work, the diagram of the frozen fish process is presented, the analysis of the occupational risks to the workers and the risks to the production process is carried out. As the Hazop Methodology establishes, a Commission was formed determining the 6 most important nodes of the process to be analysed, from this selection the Matrix was elaborated for each node establishing the possible occupational risks for the workers and the risks of the production process, obtaining as The result is the existence of 15 total risks of which 9 affect the workers and 6 the production process, the risks to which the workers are subjected are 60% of the total found, of which 45% are critical, 33% are high and 22% between medium and low, of the risks to the process 67% are serious and 33% slight, not finding serious risks that could put production at risk. However, it can be concluded that the critical risks that affect workers if an accident occurs may affect the production process, therefore, the necessary action recommendations were made in each case, to prevent this from happening.

Keywords. - Hazop methods, risk analysis, process nodes

ÍNDICE CONTENIDOS

.....	I
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	III;Error!
Marcador no definido.	
CERTIFICACIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
INTRODUCCION.....	1
Presentación del tema del tema de investigación	1
Planteamiento del problema	2
Por lo expuesto anteriormente nos formulamos la siguiente pregunta:.....	3
Justificación.....	4
Objetivo general	5
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	7
1.1.- Fundamentación teórico-conceptual	7
1.2.- Métodos de identificación de riesgos	9
1.3.- Fundamentación legal.	17
CAPITULO 2. – METODOLOGÍA.....	20
2.1.- Pazos para la ejecución de la metodología Hazop	21
2.2. – Selección de los Nodos.....	24
2.3. -Palabras guías.....	25
CAPITULO 3. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	37
3.1.- Recopilación de información del proceso	37
3.2. Desarrollo del proceso Hazop.....	39
CAPITULO 4.- DISCUSION.....	69
CAPITULO 5. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
Referencias bibliográficas	74

INTRODUCCIÓN

Presentación del tema de investigación

La empresa Coral del Pacífico, ubicada en el Puerto Pesquero Artesana de la ciudad de Esmeraldas, constituye una entidad cuya actividad principal es procesar y comercializar pescados y mariscos a nivel nacional e internacional. La misma que cuenta con dos líneas de proceso, una de pescado fresco donde procesa: pescado fresco entero con agallas y sin vísceras, pescado fresco entero sin agallas y sin vísceras y pescado fresco H&G, una segunda línea de pescado congelado donde se produce: filete congelado con piel (C/P), filete congelado sin piel (S/P), lonjas congeladas empacadas al vacío o con gas, porciones congeladas empacadas al vacío o con gas.

La planta tiene una capacidad de proceso de 50.000 libras diarias de especies como: Albacora, Corvina plateada y amarilla, Dorado, Cherna, Pez Espada, Pargo, Wahoo, Berrugate, Escolar, Tinto. que son exportadas al mercado norteamericano (Suarez, 2018).

Para los procesos, la Empresa cuenta actualmente con una nómina de trabajadores que se divide en dos áreas, la parte administrativa la cual cuenta con ocho (8) personas y en el área de planta que cuentan con un personal fijo de catorce (14) trabajadores, la cantidad del personal adicional varía acorde a las necesidades de la empresa y de acuerdo con los pedidos solicitados, por lo que el número puede variar hasta a veinte personas que son contratados cuando existen picos en la producción. Con el siguiente organigrama:

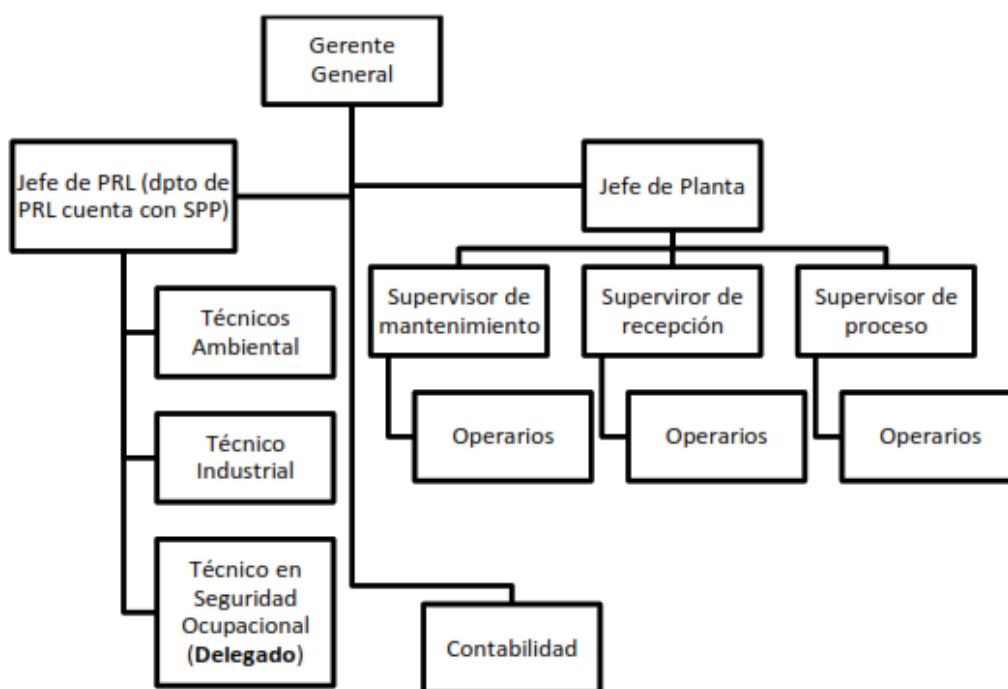


Figura 1.- Organigrama de la empresa (Suarez, 2018)

La Empresa tiene previsto iniciar próximamente una línea de procesamiento de camarón para su comercialización internacional, por lo que ampliar su capacidad productiva, es muy importante para la dirección de la empresa, conocer y sobre todo identificar los riesgos laborales, y al ser una industria procesadora de alimentos y específicamente pescado, la metodología permite identificar no solo los riesgos laborales a los trabajadores sino también al proceso productivo.

Planteamiento del problema

La Empresa Coral del Pacifico cuenta con un Manual de Gestión de Seguridad y Salud del Trabajo, que fue el resultado de la Tesis de Maestría del Ingeniero John Eduardo Suárez Valencia, que tiene por título “Implementación del Sistema de Seguridad basado en las OHSAS 18001 en Universal Seafood” (Coral del Pacifico), desarrollado en el 2018, no obstante, por los años que han transcurrido, por el hecho de la OHSAS 18001 que vence en el 2021. El sistema implementado no hace un análisis del operacional del

proceso de manufactura y cuáles desviaciones de este proceso que pueden traer consigo a la producción y riesgos laborales.

Además, la legislación ecuatoriana de la seguridad y salud en el trabajo ha marcado notables cambios, si bien es cierto, hace varios años ha existido la obligación del empleador de establecer un Sistema de Gestión de seguridad y Salud del trabajo, previsto en el Código del Trabajo, en el año 2019 el Gobierno del Ecuador emitió un Manual Nacional de Salud en el Trabajo (2019-2025).

También, existen técnicas modernas de aplicación en los centros laborales para la prevención de los riesgos laborales.

Por último, como la empresa tiene entre sus objetivos estratégicos la permanente mejora de la calidad de su proceso de manufactura, aplicando técnicas sencillas y eficaces, se hace necesario que utilice técnicas como el Análisis de Operatividad y Riesgos (HAZOP) que permite analizar procesos para detectar desviaciones de la operación e interacciones del proceso de manufactura, que podrían dar lugar a situaciones peligrosas o problemas de operatividad (TÜV SÜD, 2020).

Por lo expuesto anteriormente nos formulamos la siguiente pregunta: ¿cómo realizar un Análisis de Operatividad y Riesgos (HAZOP) del proceso de manufactura, que permita detectar los riesgos y su magnitud, que sean causantes de desviaciones en la operación e interacciones en las diferentes áreas de la instalación, que puedan dar lugar a situaciones peligrosas para los trabajadores y/o problemas de operatividad?

Justificación

La seguridad y la salud en el trabajo han sido tema de interés en las diferentes etapas del desarrollo histórico de la sociedad, por lo que la formalización de sus métodos y fines, así como su cuerpo teórico, son el resultado de la producción investigativa de profesionales de diferentes especialidades. Sin embargo, todavía existen limitaciones que deben ser superadas con la misma rapidez con que se ha desarrollado en los siglos XX y XXI.

En todo proceso productivo es necesario identificar cuáles son los aspectos que, relacionados directamente con las metodologías operativas, generan ambientes peligrosos. El seguimiento y control de dichos aspectos debería permitir construir escenarios estables y seguros. Cortés (2007), basándose en el trabajo de (Bird, 1990), considera que los accidentes son la materialización de daños a personas, pero para su ocurrencia previamente deben existir situaciones que no necesariamente derivan en lesiones, son los llamados *incidentes* o *cuasi accidentes*.

Kjellén U. & Hovden, J (2001) realiza un abordaje de las causas de los accidentes en el marco de diferentes modelos y plantea:

“Un accidente de trabajo puede considerarse como un efecto anormal o no deseado de los procesos desarrollados en un sistema industrial, o como algo que no funciona como estaba previsto. Además de las lesiones personales, puede tener otras consecuencias indeseables, como daños materiales, emisiones accidentales de contaminación al medio ambiente, retrasos o reducción de la calidad de los productos. El modelo de desviación tiene sus raíces en la teoría de sistemas. Su aplicación conlleva la consideración de los accidentes como desviaciones”.

Retomando la idea del modelo original de Kjellén (2001), Stave & Torner (2006) exploran las condiciones previas a la ocurrencia de accidentes con lesiones, llegando a la conclusión de que están vinculadas a dos grupos de factores: por un lado las deficiencias en técnicas, el medio ambiente físico y la organización del trabajo, y por el otro la insuficiencia de la comunicación y el aprendizaje, un alto nivel de responsabilidad en combinación con bajo control, los conflictos de objetivos y finalmente una brecha entre los procedimientos y la práctica.

La secuencia que conduce a la ocurrencia de un siniestro se inicia con la aparición de condiciones anormales en los procesos productivos, las cuales pueden generar incidentes, y finalmente alguno de éstos se transforman en accidentes (Daniel Pontelli, Ricardo Ingaramo, José Luis Zanazzi, Alejandro Chayle Justo Rodríguez, Claudina Beale, 2010).

Todas las plantas industriales tienen un determinado propósito: manufacturar, producir, procesar, fabricar, entre otras, además de operar de manera segura y eficiente. No obstante, se pueden presentar accidentes que ocurren por desviaciones de la función

asignada o en los procedimientos operativos. Por tal motivo es mucho más económico para las industrias, prevenir, valorar y atender los riesgos, que tener que tomar acciones correctivas cuando ya se dio el evento indeseado (Juárez Pastrana & Misael Aarón, 2014).

El Ecuador cuenta con una amplia gama de normativas legales donde las empresas y los gestores de prevención de riesgos deben adoptar para establecer el cumplimiento de las mismas y poner en práctica los lineamientos en materia de seguridad y salud ocupacional. (Salvador Guncay, Adriana, 2015).

Por lo que resulta justificado que la Empresa Coral del Pacifico, que se propone ampliar su línea productiva, se realice un análisis del proceso de manufactura, para detectar las posibles desviaciones de operación que puedan conducir a situaciones de peligro y de operatividad. De las técnicas existente la HAZOP es la más adecuada para estos propósitos.

Objetivos

Objetivo general

Revisar el diseño del proceso productivo mediante la metodología HAZOP en la Empresa Coral del Pacífico de la ciudad de Esmeraldas, para conocer e identificar riesgos peligrosos e interacciones del proceso de manufactura y los fallos que las motivan.

Objetivos específicos

1. Analizar el diagrama de producción de la planta de la empresa sujeta a estudio.
2. Dividir las operaciones unitarias de procesamiento de las líneas de pescado fresco y congelado de la empacadora por secciones para determinar los nodos empleados en la metodología HAZOP, que son puntos en el proceso donde los parámetros de proceso (presión, temperatura, composición, etc.) representan valores proyectados.
3. Elaborar las matrices de evaluación de riesgos de los nodos identificados mediante la metodología HAZOP.

4. Proponer recomendaciones adecuadas para el control de riesgos en una empresa empacadora de pescado.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Fundamentación teórico-conceptual

Los accidentes son tan antiguos como la actividad humana y algunos de los más antiguos vestigios arqueológicos indican que asegurar la seguridad de la actividad ha sido objeto de regulación desde la antigüedad (Castillo, F.J., & Sánchez, M, 2015). En la actualidad siguen ocurriendo accidentes que generan, en correspondencia con el impetuoso desarrollo industrial que se ha alcanzado, cuantiosas pérdidas tanto a la economía como al medio ambiente, además de cobrar cientos de vidas humanas. Como reclamo de la sociedad a la operación de forma segura de las instalaciones industriales se hace necesario implantar un sistema de gestión del riesgo (SGR) que permita administrar los riesgos asociados a sus procesos (Anónimo, 2007), (Ibarra, E. V., Goya, F. A., Guerra, B. F., y Dupin, M, 2014).

Toda operación productiva tiene riesgos, y si bien éstos no pueden ser eliminados completamente, hay técnicas que permiten identificarlos, acotarlos y minimizarlos. Los métodos de análisis de riesgos son técnicas que se emplean para evaluar los riesgos de un proyecto o un proceso. Estos métodos ayudan a tomar decisiones que permiten implementar medidas de prevención para evitar peligros potenciales o reducir su impacto (Calle, Juan Pablo, 2020).

La Prevención de Riesgos Laborales estudia, mediante métodos de carácter interdisciplinar, el conjunto de medidas necesarias para evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, los cuales ocasionan a nivel de los trabajadores, accidentes y enfermedades laborales (OISS, 2020).

Las medidas que integran el deber general de prevención deben aplicarse con arreglo a los siguientes principios generales (OISS, 2020):

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.

- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Existen múltiples alternativas de herramientas de aplicación a nivel internacional, tanto para la identificación como para la evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo.

Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de las industrias. Los métodos pueden ser: Métodos Cualitativos, Métodos Cuantitativos, Métodos Semicuantitativos (Anónimo, 2019)

1.1.1. Métodos Cualitativos

Es el método de análisis de riesgos más utilizado en la toma de decisiones en proyectos empresariales. Los emprendedores se apoyan en su juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones. Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo. O bien porque los datos numéricos son inadecuados para un análisis más cuantitativo que sirva de base para un análisis posterior y más detallado del riesgo global del emprendedor.

Los métodos cualitativos incluyen (Velasco Figallo, Antonio, 2010):

- Brainstorming
- Cuestionario y entrevistas estructuradas
- Evaluación para grupos multidisciplinarios
- Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi)

1.1.2. Métodos Cuantitativos

Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto.

Los métodos cuantitativos incluyen:

- Análisis de probabilidad
- Análisis de consecuencias
- Simulación computacional

1.1.3. Métodos Semicuantitativos.

Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia. Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malentendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo.

A continuación, en la Tabla 1, se muestra una recopilación de las técnicas cuantitativas que aparecen en la literatura, (Colmenares, E., y Velásquez, L. J, 2012), (Casal, J., Montiel, H., Planas, E., y Vílchez, J. A, 2001), (Eusebio V. Ibarra-Hernández; Félix A. Goya-Valdivia; Belkis F. Guerra- Valdés; Marlene Dupin-Fonseca; y Liliana Pérez-León, 2015).

Tabla 1. Técnicas cuantitativas para evaluar el riesgo

No	Técnica	Evalúa riesgo en:
1	Análisis preliminar de consecuencias (PCA)	Procesos
2	Ranking relativo	Procesos
3	Diagrama de bloques de confiabilidad	Equipo
4	Análisis de confiabilidad estructural	Equipo
5	Valoración de vulnerabilidad	Equipo

6	Método DEFI	Equipo
7	Análisis de Tarea	Factor Humano
8	Análisis de error de acción (AEA)	Factor Humano
9	Análisis de causa de Raíz	Equipo
10	Análisis de causa y consecuencias	Equipo
11	Análisis de escenarios	Proceso
12	Estudios de riesgos y operatividad (HAZOP)	Proceso
13	Evaluación de riesgos ambientales	No definido
14	Análisis de árbol de fallas	Equipo
15	Análisis de árbol de eventos	Equipo
16	Árbol de decisiones	Equipo
17	Evaluación de fiabilidad humana	Factor humano
18	Análisis de <i>bow tie</i>	No definido
19	Contabilidad de mantenimiento	Equipo
20	Estadísticas Bayesianas y redes Bayes	No definido
21	Matriz de consecuencia/ probabilidad	Procesos
22	Análisis de decisión multicriterio (MCDA)	No definido
23	Índice de riesgo	No definido
24	Curvas FN	No definido
25	Valoración cuantitativa de escenarios dominó (QADS)	No definido
26	Valoración cuantitativa de riesgo	Procesos
27	Análisis de costo-Beneficio	Procesos
28	Técnica de Valoración proporcional de riesgo (PRAT)	No definido
29	Técnica de la valoración del riesgo por la matriz por decisión	No definido
30	(DMRA)	No definido
	Análisis de riesgo ponderado (WRA)	
31	Medida de riesgo social (SER)	No definido
32	Enfoque predictivo y epistémico (Método PEA)	No definido
33	Análisis SIL	No definido

La Tabla 1, muestra que las principales técnicas cuantitativas de valoración del riesgo que pueden ser aplicadas en los procesos, equipos y al factor humano; mientras que algunas de ellas (no definido en la Tabla) pueden aplicarse indistintamente a cualesquiera de estos aspectos como cualitativas. No existe un criterio unánime en la literatura consultada para la clasificación de estas técnicas, algunos autores clasifican de forma diferentes en cuanto a cualitativas o cuantitativas a algunas técnicas, por ejemplo: Los “Estudios de riesgos y operatividad (HAZOP)”, unos la consideran cuantitativa y otros

cualitativas. Ahora según - V. Ibarra-Hernández, et al. (2015), en general técnicas más utilizadas en la evaluación de riesgos laborales son de acuerdo a la Tabla 2:

Tabla 2. Técnicas más utilizadas en la evaluación de riesgos laborales

No	Técnica	Análisis de riesgos en:
1	Análisis de árbol de fallas	Equipo
2	Análisis de árbol de eventos	Equipo
3	Índice de riesgo	Procesos
4	Análisis de peligro y operatividad (HAZOP)	Procesos
5	Análisis de causas y consecuencias	Equipo
6	Evaluación de fiabilidad humana	Factor humano
7	Análisis de escenarios	Procesos
8	Valoración cuantitativa de riesgo (QRA)	Procesos
9	Análisis de tarea	Factor humano
10	Ranking relativo	Procesos
11	Matriz de consecuencia / probabilidad	Procesos
12	Análisis de árbol de decisiones	Procesos

Todas estas técnicas tienen ventajas y desventajas, no obstante, se decidió en este trabajo, utilizar la técnica: "Estudios de riesgos y operatividad (HAZOP)", debido a que tiene la ventaja de permitir no solo mejorar la seguridad de una instalación, sino que también sirve para poner de relieve los posibles problemas de diseño y/o de operatividad en una fase temprana del desarrollo del proyecto, tanto en etapa de diseño como en operación, evaluando en ambos casos las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo.

La técnica "Estudios de riesgos y operatividad (HAZOP)", consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

La metodología de Análisis Funcional de Operatividad (o también HAZOP, de la expresión inglesa "Hazard and Operability Study") es una técnica de Análisis de Riesgo de Proceso (PHA) basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas

de operatividad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación (Freedman, Pablo, 2003). El análisis de HAZOP se basa en identificar cuatro elementos clave (Freedman, Pablo, 2003):

- La fuente o **causa** del riesgo.
- La **consecuencia**, impacto o efecto resultante de la exposición a este riesgo.
- Las **salvuardas** existentes o controles, destinados a prevenir la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas.
- Las **recomendaciones** o acciones que pueden ser tomadas si se considera que las salvuardas o controles son inadecuados o directamente no existen.

El objetivo de la técnica de HAZOP pueden ser resumidos de la siguiente manera (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014):

1. Identificación de áreas de diseño que puedan representar un potencial de riesgo significativo.
2. Identificar y estudiar las características del diseño, que influya en la probabilidad de ocurrencia de un incidente de riesgos.
3. El equipo que haga el estudio debe familiarizarse con la información disponible del diseño.
4. Asegurarse que el estudio sistemático se haga en las áreas que representen un potencial de riesgo significativo.
5. El equipo que realice el estudio identificará pertinentemente que la información disponible sea actual.
6. El equipo que realiza el estudio proporcionará un mecanismo de información al cliente con sus respectivos comentarios bien detallados.

Además de determinar qué medidas de seguridad aportan auténticas ventajas, los estudios HAZOP también pueden ayudar a identificar las mejores soluciones para los activos de seguridad funcional del control de procesos. Los resultados se pueden utilizar para reducir la probabilidad de averías costosas y que requieren mucho tiempo de reparación, a la vez

que incrementan la seguridad operativa y la disponibilidad de las instalaciones (TÜV SÜD, 2020).

La metodología HAZOP tiene varios tipos de aplicaciones (REPSOL YPF, 2017), estas son:

- **HAZOP de procesos.** La técnica HAZOP fue inicialmente desarrollada para evaluar plantas y sistemas de procesos.
- **HAZOP de personal.** Una familia de HAZOP especializados. Más centrado en los errores humanos que en las fallas técnicas.
- **HAZOP de procedimientos.** Revisión de los procedimientos o secuencias operativas. A veces denota un SAFOP - Estudio de seguridad operacional.
- **HAZOP de software.** Identificación de posibles errores en el desarrollo de software.

Las ventajas de la aplicación HAZOP en instalaciones industriales, son las siguientes: (Villegas Mantuano, Elaine Virginia, 2012).

- No requiere prácticamente recursos, a exclusión del tiempo de dedicación.
- El coordinador y los participantes mejoran el conocimiento de los procesos.
- Es una técnica sistemática que puede crear desde un punto de vista de seguridad, hábitos metodológicos útiles.
- Contribuye a la operación segura de las plantas con el máximo de disponibilidad.
- Reduce la subjetividad en la identificación de peligros potenciales.
- Alcanza diseños de instalaciones industriales con capacidad de respuestas a contingencias que pudiesen ocasionar condiciones inseguras, accidentes y daños a equipos.
- Emplea un equipo multidisciplinar que incluye personas con experiencia real y las que pueden llevar a cabo acciones tratamiento de los riesgos.
- Genera soluciones y acciones de tratamiento del riesgo.

Los integrantes de un equipo de HAZOP que realiza el estudio de HAZOP debe estar integrado por especialistas de distintas áreas, con el objeto de generar múltiples puntos

de vista sobre un mismo problema y dirigido por una persona experimentada en la técnica de HAZOP. Un grupo típico estaría formado por especialistas de Procesos, Instrumentación, Mecánica, Electricidad, Operaciones, Mantenimiento, Seguridad y Medio Ambiente y coordinado por el facilitador o líder de HAZOP que debe estar familiarizado con todas las especialidades intervinientes en el estudio. El facilitador debe conducir el análisis, motivar al equipo, mantener al grupo enfocado en el análisis, hacer participar a todas las personas, documentar la información generada y mantener la calidad del estudio.

El número ideal de participantes está comprendido entre 4 y 8 personas. Un mayor número de integrantes hace más difícil el acuerdo en las discusiones que se generan y con un menor número de personas se corre el riesgo de que se generen pocas ideas. Los integrantes del grupo deben interrumpir sus actividades diarias normales durante el HAZOP y dedicarse exclusivamente al mismo ya que requiere el mayor aporte de cada uno. Es posible que algunos especialistas no estén dedicados todo el tiempo al análisis y que sean convocados sólo cuando se los necesite (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

La duración del HAZOP depende de la complejidad de la instalación que se esté analizando así que es muy variable, pudiendo ser de un día o de varias semanas. Como el estudio requiere de mucha concentración y participación de todos los presentes no es aconsejable que las sesiones duren más de 8 horas diarias. El cansancio o desconcentración de los integrantes va en perjuicio del resultado del HAZOP. Por lo tanto, si el estudio fuera prolongado, por ejemplo, más de 2 semanas, conviene intercalar en el programa 1 o 2 días “libres” retornando cada participante a sus actividades habituales de modo que el equipo retorne al HAZOP con más energía (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

Aunque la metodología del HAZOP se concentra (mediante un enfoque sistemático) en identificar tanto riesgos como problemas de operatividad, más del 80% de las recomendaciones del estudio son problemas de operatividad y no de por sí, problemas de riesgo. Aunque la identificación de riesgo es el tema principal, los problemas de operatividad se deben examinar, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad (Villegas Mantuano, Elaine Virginia, 2012).

Actualmente se considera que los mayores beneficios de un estudio HAZOP se relacionan con identificar problemas de operatividad (Villegas Mantuano, Elaine Virginia, 2012).

1.2. Antecedentes (Revisión de estudios previos)

La técnica del HAZOP fue desarrollada en el Reino Unido en 1963, por la compañía Imperial Chemical Industries en el estudio de procesos químicos. De todas las metodologías, el HAZOP es el método más completo y riguroso por lo que es generalmente la técnica preferida por las empresas, pero la técnica sólo empezó a ser empleada más ampliamente en la industria de procesos químicos después del desastre de Flixborough en el que una explosión en una planta química mató a 28 personas, muchas de las cuales eran simples dueñas de casa que vivían en la cercanía. Empleando un intercambio general de ideas y personal, el sistema fue adoptado luego por la industria del petróleo, que tiene un potencial similar de grandes desastres. A ello siguieron las industrias de alimentos y agua, en donde el potencial de riesgo es igualmente grande, pero de una naturaleza diferente, teniendo los problemas más que ver con la contaminación que explosiones o liberación de sustancias químicas perjudiciales (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

Debido a la gran variedad de especies marinas en la zona costera de la ciudad de Esmeraldas, la empresa Coral del Pacífico se encarga de la comercialización del pescado fresco y congelado para satisfacer las necesidades del mercado internacional principalmente.

Durante la investigación se buscó información relacionada a estudios similares de Hazop en empresas empacadoras de pescado y se halló un artículo que se hace mención, sin embargo, se presentan estudios relacionados en otras industrias debido que la esencia siempre será analizar los riesgos que permitan evidenciar en una fase temprana problemas de diseño y/o de operatividad y plantear oportunidades de mejora en la seguridad de la industria y el personal.

El artículo relacionado a los riesgos en sector pesca ilustra que la industria de acondicionamiento y manufactura del pescado tiene condiciones agravantes en cuanto a los riesgos laborales, pues es un trabajo apresurado y complejo con una herramienta cortante, el trabajo se realiza en un medio ambiente frío con temperaturas que varían entre 2° y 16° centígrados, que limita la capacidad de prensión y la sensibilidad de las manos de los operarios, lo que incrementa los riesgos de que se produzcan accidentes, a lo que hay que añadir otras dificultades ergonómicas, como el manejo de materiales escurridizos y húmedos (Protección-laboral, 2014).

En el trabajo de fin de master para la obtención del título de master en ingeniería química relacionado a “SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y HAZOP EN UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE CERVEZA” entre otras cosas concluye que se crea un procedimiento específico para la identificación, evaluación y control de riesgos que constituye una base fuerte para que el proceso se haga eficazmente y establece un procedimiento claro a seguir para la elaboración de planes de emergencia eficaces que ayuden a minimizar las consecuencias (Lacuesta Oteiza, Belén Martínez, 2020).

En la tesis previa a obtener el título de ingeniero en petróleo sobre “LA METODOLOGÍA HAZOP APLICADA AL ANÁLISIS DE RIESGOS”, como resultado del análisis HAZOP en las áreas estudiadas, se debe proceder a tomar las medidas correctivas y preventivas adecuadas, para evitar consecuencias no deseadas, las cuales afectarían tanto al personal como a las instalaciones y medio ambiente (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

En la memoria de titulación para optar al título de ingeniero mecánico industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María relacionada a “ADAPTACIÓN DE METODOLOGÍA HAZOP EN EL ESTUDIO FUNCIONAL DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS, APLICADO A UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA GANADO.” Concluye que los casos documentados han demostrado que es posible y se está aplicando el método de análisis de riesgo HAZOP a más áreas además de la industria química, permite agregar rigurosidad al trabajo de diseño ingenieril, previniendo potenciales problemas en la puesta en marcha y funcionamiento de sistemas, en general el gran inconveniente es el alto tiempo invertido en el estudio por parte de quienes compondrían el equipo multidisciplinario, además del coste monetario

que puede ser fuerte para empresas de diseño más pequeñas, quienes se verían en la necesidad de contratar a una empresa externa de auditoria para realizar el estudio (Arriagada Poloni, Boris Mijail, 2020).

En el trabajo de titulación especial previo a la obtención del título de magíster en seguridad, higiene industrial y salud ocupacional de la Universidad de Guayaquil relacionado a la “Identificación, análisis y evaluación de riesgos industriales en planta acetileno por metodología Hazop en Indura Ecuador S.A.” concluye que el sistema de seguridad de proceso, un análisis de riesgo mediante la metodología HAZOP es parte fundamental de este sistema de gestión de seguridad y permite revisar de manera minuciosa el proceso de productivo del gas Acetileno, determinando desviaciones en el proceso, pudiendo conducir a consecuencias indeseables durante la operación de la planta. (Crespo P, C.S., 2016).

1.3. Fundamentación legal

En el Ecuador existen toda una normativa que le exigen a los centros laborales que elaboren un Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales que garanticen la seguridad y el mantenimiento de ambientes de trabajo seguro y evitar accidentes laborales, así como el apareamiento de enfermedades ocupacionales, los cuales son los siguientes:

- Constitución de la República del Ecuador año 2008
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional
- Código del Trabajo
- Ley Orgánica de Seguridad Social
- Decreto Ejecutivo 2393 - Reg. SST y Mejoramiento del medio de ambiente del Trabajo
- Res. 741 – Reglamento General del Seguro del Riesgo del Trabajo.

La Constitución de la República del Ecuador (2008), en su Capítulo Sexto: Trabajo y Producción, Sección Tercera: Formas de Trabajo y su Retribución (Constitución, 2008,

pág. 152), el Artículo 326, establece los principios en que se sustenta el trabajo y en sus epígrafes 5 y 6 plantea:

- 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
- 6. Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser integrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley.

De igual manera en el Código del trabajo, en su artículo 347 de Riesgos del trabajo, establece: “Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad. Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes (Código de Trabajo, 2005, pág. 91).

Finalmente, en el Decreto 2393, en el artículo 11 de las Obligaciones de los empleadores, establece que: “Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

- Cumplir las disposiciones de este reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
- Adoptar medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
- Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
- Organizar y facilitar los servicios médicos, comités y departamentos de seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes.
- Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.

Mientras que en el artículo 13, de las obligaciones de los trabajadores, establece:

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

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio o enfoque de la investigación, según Roberto Hernández Sampieri, es de tipo mixto, pues combina aspectos cuantitativos y cualitativos, pues el estudio utilizó un conjunto de procesos secuenciales y probatorios. Cada etapa precede a la siguiente y no podía “brincar o eludir” pasos, el orden fue riguroso, siguiendo la Metodología HAZOP, la recolección de datos se basó en mediciones en algunos casos y estos se representaron en números/cantidades/, y con ellos se realizó un análisis estadístico, sin embargo también se utilizó la recolección de datos sin medición numérica lo cual permitió descubrir y afinar respuesta para el problema de investigación planteado, esta parte define su carácter cualitativo, por lo tanto la consideración de que le tipo de estudio fue mixto resulta valida.

En cuanto a su alcance, la investigación fue descriptiva porque en el trabajo se describe el fenómeno de los riesgos laborales que están presentes, especificando sus características y rasgos importantes, mostrando con precisión las dimensiones del fenómeno. Además, se identifican los objetos/sujetos involucrados, se definen variables a medir y se recolectaron datos para medir las variables, y además fue explicativa porque explica las causas y relación entre las variables o sea los eventos, sucesos y/o fenómenos que se pueden presentar y en qué condiciones se manifiestan.

2.2. Definición conceptual y operacionalización de las variables

Aunque el trabajo que se presenta no se expuso una hipótesis, si se analizan dos variables bien claras de acuerdo con el problema que se desea resolver, estas son:

Tabla 3.- Definición conceptual y operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Magnitud del riesgo laboral para la salud de	Se entiende como riesgo laboral a los peligros existentes en	La definición operacional se estableció a partir de la medición y análisis de los siguientes parámetros, estos fueron:	Si se considera solo el escenario del efecto sobre la salud de los trabajadores, el paso a seguir es hacer una correcta evaluación de	Se midieron cuantitativamente considerando cuatro valores

los trabajadores	una profesión y tarea profesional concreta, así como en el entorno o lugar de trabajo, susceptibles de originar accidentes o cualquier tipo de siniestros que puedan provocar algún daño o problema de salud tanto físico como psicológico.	carga estática (peso), seguridad, temperatura, tiempo, contaminación, en menor medida control y muestreo. Se identificó aquellos escenarios de peligro que estén de acuerdo con los objetivos del estudio y las consecuencias siguiendo la siguiente clasificación: • Efectos sobre la salud de los trabajadores. • Efectos sobre la salud del público situado en el exterior del emplazamiento. • Impacto medioambiental. • Daño a la propiedad incluyendo pérdida de imagen de la compañía	la Magnitud del Riesgo (MR) o Grado de Peligrosidad (GP), se calcula mediante el análisis de tres factores determinantes de peligro: • Consecuencia • Exposición • Probabilidad	de acuerdo a una Tabla numérica dando calificación cualitativa de: • Bajo • Medio • Alto • Crítico
Magnitud de los riesgos laborales para el proceso	Son los peligros laborales que pueden traer como consecuencia afectaciones a los bienes físico y ambientales, por tanto al proceso de producción	En este sentido se midieron o se sometió a análisis las siguientes variables: muestreo, control, tiempo, temperatura, en los distintos escenarios de la producción, considerando el escenario la afectación al proceso productivo	Se consideró el escenario de daño a la propiedad incluyendo pérdida de imagen de la compañía, entonces la Matriz de Riesgo (MR) o Grado de Peligrosidad, se puede tener en cuenta dos factores (Flores R., Juan, 2003): • Consecuencia para bienes físicos y medio ambiente (C) • Probabilidad para bienes físicos y medio ambiente (P)	Se midieron cuantitativamente considerando cuatro valores de acuerdo a una Tabla numérica dando calificación cualitativa de: • Grave • Serio • Leve

Elaboración: propia

2.3. Técnicas e instrumentos

La técnica utilizada fue la Metodología HAZOP, por ser la más apropiada para los objetivos propuestos, la cual se explica en los párrafos siguientes:

Pasos para la ejecución de la metodología HAZOP

2.3.1. Como primer paso para el desarrollo del análisis es la definición del objetivo y el alcance del estudio

A partir de aquí desarrollar un análisis en forma metódica y sistemática del proceso, la operación, la ubicación de los equipos, del personal en las instalaciones, y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas, con esta información se prepara, se organiza el equipo de estudio se planea la secuencia de estudio y las sesiones de trabajo.

2.3.2. Como segundo paso es la selección del equipo de trabajo que realizara el estudio.

El líder de equipo debe ser especialista en estudios de *HAZOP* y debe de tener una exitosa técnica personal de interacción con el grupo. Como muchos otros expertos, este debe ser incluido en el equipo y cubrir los aspectos de diseño, operación, química del proceso y seguridad. El líder debe instruir al equipo acerca de los procedimientos de *HAZOP*, y debe enfatizar que los objetivos de estudio es la identificación de riesgos, solucionando cada problema con un esfuerzo por separado (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

El estudio se enfoca en determinar cómo un proceso puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir. Una vez identificada una desviación, se hace una evaluación en cuanto a que si sus consecuencias pueden producir un efecto negativo sobre el funcionamiento seguro y eficiente de la planta. En caso necesario, se recomiendan medidas para eliminar la causa (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

2.3.3. Como tercer paso se recopilará la información.

Según este listado materiales (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014, que son necesarios para el estudio:

- Descripción del proceso.
- Hojas de flujo de proceso.

- Datos de las propiedades químicas, físicas y toxicológicas de la materia prima, los intermediarios y los productos.
- Diagramas de tubería e instrumentación (DTI's).
- Especificación de instrumentos en tuberías y equipo.
- Diagramas lógicos de control de procesos.
- Diagramas disponibles.
- Procedimientos de operación.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Procedimientos de respuesta a emergencias.
- Entrenamiento y seguridad.

Después del estudio previo se puede comenzar el análisis propiamente dicho, en la Figura 2 puede visualizarse de forma esquemática la ejecución del análisis HAZOP:

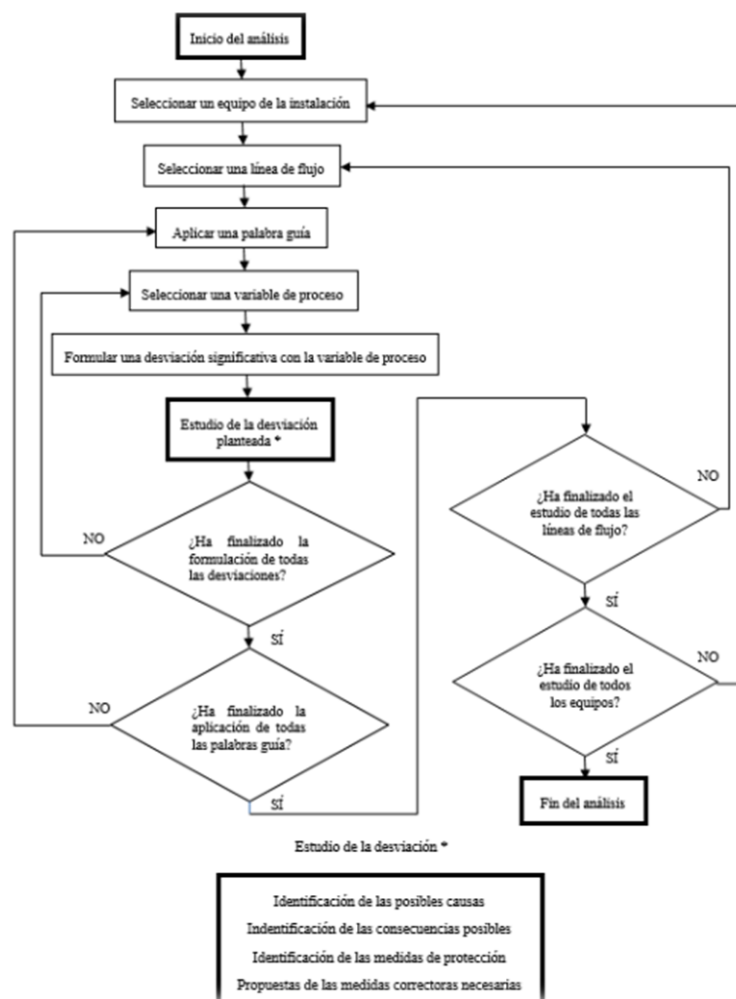


Figura 2.- Diagrama lógico de ejecución del análisis HAZOP (B-14)

2.3.4. Selección de los Nodos

A continuación, el facilitador o líder de equipo del estudio HAZOP, a partir de su experiencia, debe hacer una propuesta de división del proceso en distintos “Nodos” y elaborar una lista ordenada de los mismos. Dicha relación a de estar disponible al inicio de las sesiones (REPSOL YPF, 2017).

En la metodología HAZOP, el proceso se divide en partes más pequeñas (o subsistemas) denominados: “Nodos”, son puntos en el proceso donde los parámetros de proceso (i.e., presión, temperatura, composición) representan valores proyectados. Estos valores cambian entre nodos, como el resultado de la operación de varias piezas de equipo, ya sea como una columna de destilación, un intercambiador de calor o bombas, etc.

Los parámetros pueden adoptar valores característicos en valor absoluto o variar en un rango o gradiente que se desea mantener estable o controlado. Generalmente un “Nodo” es un equipo principal, un tramo de tubería o un conjunto de equipos y tramos de tuberías funcionalmente interconectados (REPSOL YPF, 2017).

El facilitador realizará una propuesta de los parámetros a considerar en cada nodo del estudio y el grupo decidirá cuales se consideran aplicables finalmente (Robles Quispe, Jhefry Isidro, 2018). Se distinguen dos tipos de parámetros:

- **Parámetros específicos.** Se trata de variables que se pueden medir o detectar y que describen ciertos aspectos físicos del proceso. En caso de desviación respecto a las condiciones fijadas en el descriptivo de intención, pueden llevar al proceso a una condición peligrosa en ausencia de salvaguardas.
- **Parámetros generales.** Agrupa a aquellas situaciones que, cuando son negadas o modificadas cualitativamente, pueden generar en el proceso una condición peligrosa. Desde un punto de vista riguroso son causa de desviación de parámetros específicos, pero conviene su análisis independiente en algún punto de la técnica HAZOP.

Determinados parámetros específicos y generales de proceso deben ser analizados obligatoriamente en un estudio HAZOP siempre que sean de aplicación. La Tabla 4 (Robles Quispe, Jhefry Isidro, 2018), indica cuales son, incluyendo un conjunto de parámetros generales de aplicación opcional a criterio del facilitador o líder:

Tabla No. 4.- Parámetros específicos para el proceso

Parámetros para el proceso		
Flujo	Nivel	Mantenimiento
Corriente	Presión	Reacción química
Frecuencia	Composición	Contaminación
Tiempo	Adicción	Seguridad
Potencia	Separación	Reducción
Peso	Instrumentación	Mezclado
Alivio	Fase	Servicios/utilidades
Velocidad	Muestreo	Tensión
Temperatura	Corrosión/Erosión	pH
Transferencia	Tamaño de partícula	Señal
Comunicación	Secuencia	Control

Fuente: Center for Chemical Process Safety. 1995

2.3.5. Selección de palabras guías

A continuación, sobre cada *nodo de estudio*, que corresponde a cada línea de fluido de cada elemento seleccionado, y de forma secuencial y repetitiva, se aplican las *palabras guía* (*no, más, menos, otro*, etc.) a cada una de las condiciones de operación del proceso, las sustancias y las variables que intervienen (flujo, presión, temperatura, nivel, tiempo, etc.). La aplicación de las palabras guía permite identificar las desviaciones en el proceso. Las desviaciones producen consecuencias, y a su vez tienen causas que dan origen a las mismas. Para considerar una desviación en el análisis tiene que tener consecuencias significativas y causas razonables (Juárez Pastrana, Misael Aarón, 2014).

Cada palabra guía seleccionada y aplicada a cada parámetro sirve para determinar: posibles desviaciones de parámetros de operación o de procedimiento, causas que las propician y sus consecuencias, sistemas de protección, índices de riesgos, los cuales se obtienen combinando las frecuencias/probabilidades y la gravedad, y recomendaciones para eliminar, reducir o controlar los riesgos encontrados.

Las palabras guías se dividen en: a) Palabras primarias que enfocan la atención en un aspecto particular del propósito del proceso y b) Palabras secundarias que combinadas con las palabras primarias sugieren posibles desviaciones como se muestra en las Tablas 5-7 (REPSOL YPF, 2017):

Tabla No. 5. Palabras guías para procesos

Palabra guía	Definición	Parámetro de proceso
No	Negación de la intención de diseño	Temperatura
Más	Incremento cuantitativo	Presión
Menos	Decremento cuantitativo	Flujo
Inverso de	Oposición lógica de la intención de diseño	Reacción química
Además de	Incremento cualitativo	Voltaje
Parte de	Decremento cualitativo	Concentración
Otro que	Sustitución completa o parcial	Corriente

Tabla No. 6.- Palabras guías específicas para procedimientos

Palabra guía	Definición
No	Un paso u operación importante en el proceso se omite
Más	Se hace más que lo especificado o requerido en un sentido cuantitativo (Ej. Se abre una válvula totalmente cuando se pide abrir parcialmente)
Menos	Se hace menos de lo especificado o requerido en un sentido cuantitativo (Ej. Purgar un depósito por 5 min. En lugar de 10 min)
Además de	Se hace más de lo especificado en un sentido cualitativo (Ej. Se abren las válvulas para varios tanques cuando solo se requiere una)
Parte de	Se realiza una parte de un paso en sentido cualitativo (Ej. Se cierra solo una válvula cuando el procedimiento dice cerrar todo el grupo)
Reversa	Hacer lo opuesto a lo descrito (Ej. Abrir una válvula en vez de cerrar)
Otro que	Hacer algo diferente a lo requerido (Ej. Se abre una válvula equivocada)

(IEC standard, 61882.)

Tabla No. 7.- Palabras guías auxiliares para procedimientos

Palabra guía	Definición
¿Cómo?	¿Cómo se logrará este paso? ¿Se le proporcionan las facilidades requeridas al operador para realizar el paso especificado?
¿Por qué?	¿Hay una razón lógica para este paso? ¿Es el paso u operación realmente necesaria? ¿Se requiere algo adicional?
¿Cuándo?	¿Es el tiempo importante en los pasos u operaciones?
¿Dónde?	¿Es importante donde se efectuará el paso u operación?
¿Quién?	¿Está definido quien realizará cada parte del procedimiento?
¿Verificación?	¿Cómo verificó que el paso se haya realizado apropiadamente?
¿Orden?	¿Es importante y correcto el orden de los pasos realizados?

Fuente: (ANGEL MOISÉS AVEMAÑAY MOROCHO, 2012)

Para estudios HAZOP de procedimientos o de procesos discontinuos, en los que el tiempo, el orden de operación o la secuencia de desarrollo es un aspecto importante, pueden ser requeridas nuevas palabras guías o bien las palabras guía estandarizadas deben ser utilizadas con significados adicionales. En la Tabla 8 se incluye un listado de palabras guía que puede ser usado como referencia.

Tabla No. 8. - Palabras guías que puede ser usadas adicionalmente. (REPSOL YPF, 2017)

Palabra guía	Significado
Palabras guías obligatorias	
No	Negación de la operación (No se desarrolla por error de omisión)
Parte / Parcial	La operación se realiza, pero de modo incompleto o mal ejecutada (Se desarrolla de forma parcial o con errores de omisión)
Opuesto / Inverso	La operación se desarrolla de modo contrario a la intención prevista, no siguiendo el orden, o el ritmo de la cadencia de la temporal especificada en el procedimiento (rápido frente a lento, tarde frente a pronto, antes frente a después, etc)
Palabras guías opcionales	
Además / Que más en	Modificación cualitativa de la operación prevista, que implica la realización de operaciones adicionales no indicadas en el procedimiento
Otro	Sustitución o modificación alternativa en el PASO o ETAPA analizada
Pronto	La ETAPA se ejecuta más rápido de lo previsto
Tarde	La ETAPA se alarga más de lo previsto (su ejecución se desarrolla con retraso)
Antes	La ETAPA se inicia fuera del orden establecido (antes de otra previa)
Después	La ETAPA se inicia fuera del orden establecido (después de otra posterior)

El líder de grupo debe generar las desviaciones combinando las palabras guía con los parámetros de proceso:

$$\text{Palabra guía} + \text{Parámetro} = \text{Desviación}$$

Las desviaciones generadas deben ser realistas y consistentes con el estudio y deben entenderse por todos los miembros del grupo. Para ciertos procesos/nodos algunas desviaciones pueden no ser realistas, por lo que no se debe perder el tiempo en ellas. Es necesario tener en cuenta las incompatibilidades entre algunas palabras guía y algunos parámetros de proceso cuando se generan desviaciones. *Ejemplo: NO Temperatura carece de significado.*

En definitiva, no todas las combinaciones de parámetros/palabras guía son compatibles. La Tabla 9 especifica las palabras guía que pueden llegar a ser aplicadas a los principales parámetros obligatorios que hay que analizar (REPSOL YPF, 2017):

Tabla No. 9. - Desviaciones

Desviaciones							
	NO/SI	MÁS	MENOS	ADEMÁS/ QUE MÁS EN	PARTE/ PARCIAL	INVERSO	OTRO
Composición				○	○		
Contención	■			■			■
Factor Humano				■			
Fase				○	○		■
Flujo	■	■	■	○		■	
Implantación				■	○		
Nivel		■	■				
Operación					○		○
Presión		■	■				
Servicio	■			○	○		
Suceso externo				■			
Temperatura		■	■				

■ Desviaciones de aplicación obligatoria

○ Desviaciones de aplicación opcional

Las desviaciones de aplicación obligatoria son aquellas que de manera sistemática deben ser planteadas en las sesiones HAZOP por el facilitador para cada nodo. En caso de que su aplicación al nodo en cuestión no tenga sentido (por ejemplo, nivel aplicado a una línea de trasiego siempre llena) no tiene por qué aparecer reflejada en la Tabla HAZOP, aunque (opcionalmente) puede quedar registrado su planteamiento en la sesión. En el caso de que las consecuencias que se deriven no tengan trascendencia de cara al objetivo planteado dentro del estudio, deben reflejarse como una desviación sin más análisis.

Las desviaciones opcionales no tienen por qué ser planteadas de modo sistemático y recurrente, nodo a nodo, por el facilitador, quedando la aplicación de estas al buen criterio de la persona que lidera la aplicación de la técnica HAZOP. Estas desviaciones pueden ser de interés en caso de que se precise motivar al equipo con planteamientos complementarios, adicionales o paralelos de desviaciones (REPSOL YPF, 2017).

La determinación de las causas de las desviaciones de los parámetros del proceso es la parte más determinante del estudio HAZOP, ya que es sobre lo que se debe actuar en primer lugar (REPSOL YPF, 2017).

Se debe garantizar que durante las sesiones de trabajo del estudio HAZOP sean detectadas todas y cada una de las causas responsables de las desviaciones de los parámetros de proceso, aunque en algunos casos se agrupen si dan lugar a escenarios semejantes.

En la determinación de las causas no se tendrá en consideración los posibles fallos de diseño y/o montaje (REPSOL YPF, 2017).

Existen tres tipologías básicas de causas que deben ser analizadas:

- Fallos de los equipos o instrumentos.
- Fallos humanos.
- Eventos externos.

La identificación de causas se realizará en bloque para cada desviación propuesta, no pasando al análisis de las siguientes columnas (consecuencias, salvaguardias, recomendaciones) hasta que haya una propuesta consistente, discutida y consensuada por el grupo HAZOP de causas posibles (REPSOL YPF, 2017).

Cada causa puede dar lugar a distintos escenarios y consecuencias como se muestra en la Tabla 10, en función de los eventos o circunstancias que concurran. Las causas deben estar definidas con el suficiente nivel de detalle en su formulación para identificar adecuadamente las consecuencias. Para ello, las causas deben dar información sobre el modo de fallo considerado en los equipos o instrumentos, indicando claramente en qué posición opera el elemento causante de la desviación (válvula abierta o cerrada, bomba

en marcha o paro, error de operador que deja una válvula cerrada o abierta). Por ello, hay que ser cuidadoso en la coherencia de lo redactado (REPSOL YPF, 2017).

Tabla No.10. - Lista orientativa de las causas más probables que pueden ocurrir (REPSOL YPF, 2017).

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Significado	Causas a considerar
Nivel	Más	Más nivel	El nivel de los recipientes que almacenan o retiene el fluido está por encima de los valores deseables. En general, el caudal de entrada excede el caudal de salida. Puede haber rebose o inundación de conductos no diseñados para la entrada de fluidos en fase líquida.	-Fallo en el control de nivel -Bloqueo de la válvula de control (de fondo) en posición cerrada. - Obstaculización del flujo corriente abajo
	Menos	Menos nivel	El nivel de los recipientes que almacenan o retienen fluidos está por debajo de los valores deseables. En general, el caudal de salida excede la capacidad del caudal de entrada. Puede verse propiciada la cavitación de los sistemas de bombeo conectado a los fondos de los recipientes. Además, el recipiente puede quedar totalmente vacío y pueden quedarse sin fase líquida conductos y equipos no diseñados para el funcionamiento en seco	-Fallo en el control de nivel -Bloqueo de la válvula de control (de fondo) en posición abierta. -Abertura de válvula de drenaje

La experiencia demuestra, además, que la aplicación de las desviaciones en el orden presentado en la Tabla 10 permite avanzar de un modo sistemático y eficaz en el proceso de rellenar las Tablas HAZOP. El facilitador, en el ejercicio de sus funciones de liderazgo, podrá modificar el orden propuesto y aumentar el número de desviaciones a considerar en nodos concretos del estudio. (REPSOL YPF, 2017)

Se entiende que una causa es creíble cuando se tiene constancia de la misma por vía directa (experiencia propia), por vía indirecta (referencia de terceros), por extrapolación de casos menos severos o razonamiento lógico (evidencia del riesgo) (REPSOL YPF, 2017). En determinadas circunstancias las causas de fallo enumeradas en un HAZOP no son independientes, debido a que la ocurrencia de una de ellas determina de modo drástico la probabilidad de ocurrencia de otras causas de fallo, enumeradas separadamente para la misma desviación. Por ello, la dependencia o independencia de causas debe ser analizada.

Orígenes de causa de fallo común a considerar son: (REPSOL YPF, 2017):

- Servicios auxiliares, energía eléctrica, aire de instrumentos.
- Sistemas de control.
- Tecnología similar o equipos con tecnología similar.
- Factores climatológicos.
- Factores externos.
 - Localización en el mismo lugar.
 - Corrosión.
 - Vibración.
 - Ensuciamiento.
 - Mantenimiento: procedimientos, calibración, entrenamiento.
 - Condiciones de rutina o alto estrés a las que se ven sometidas las personas.

2.3.6. Identificación de escenarios

Durante el HAZOP se deberán identificar aquellos escenarios de peligro que estén de acuerdo con los objetivos del estudio, independientemente de las consecuencias a las que se pueda llegar. Un escenario es una situación identificada en un proceso que puede ocasionar daño en caso de que se desarrolle completamente y sin control. Un escenario puede expresarse como una situación de accidente con consecuencias evidentes. (REPSOL YPF, 2017)

Una vez establecidos cada uno de los escenarios es necesario identificar cada una de las variadas consecuencias siguiendo la siguiente clasificación (REPSOL YPF, 2017):

- Efectos sobre la salud de los trabajadores.
- Efectos sobre la salud del público situado en el exterior del emplazamiento.
- Impacto medioambiental.
- Daño a la propiedad incluyendo pérdida de imagen de la compañía.

Si se considera solo el escenario del efecto sobre la salud de los trabajadores, el paso a seguir es hacer una correcta evaluación de la Magnitud del Riesgo (MR) o Grado de Peligrosidad (GP), se calcula mediante el análisis de tres factores determinantes de peligro:

- Consecuencia
- Exposición
- Probabilidad

Mediante la siguiente fórmula: (Flores R., Juan, 2003); (Gómez, Martha, 2014).

$$\mathbf{MR \text{ o } GP = C \times E \times P} \quad (1)$$

Consecuencia. - Los resultados más probables de un riesgo laboral, debido al factor de riesgo que se estudia, incluyendo desgracias personales y daños materiales. Para esta categorización se deberá utilizar la Tabla 11 del Método de William Fine, recomendado por (Gómez, Martha, 2014).

Tabla No.11. - Clasificación de las consecuencias (C)

Grado de severidad de las consecuencias	Valor
Catástrofe, numerosas muertes, grandes daños, quebranto de la actividad	100
Varias muertes, daños desde 500000 a 1000000	50
Muerte, daños 100000 a 500000 dólares	25
Lesiones extremadamente graves (amputación, invalidez permanente)	15
Lesiones no graves	5
Pequeñas heridas, contusiones, golpes, pequeños daños	1

Estimación de Exposición (E). - Frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Para esta categorización se deberá utilizar la Tabla 12.

Tabla No.12. - Frecuencia de la exposición (E)

La situación de riesgo ocurre	Valor
Continuamente (o muchas veces al día)	10
Frecuentemente (1 vez al día)	6
Ocasionalmente (1 vez/ semana – 1 vez / mes>)	3
Irregularmente (1 vez / mes- 1 vez / año)	2
Raramente (no se ha sabido que ha ocurrido)	1
Remotamente posible (no se conoce que haya ocurrido)	0,5

Estimación de la Probabilidad (P). - Probabilidad que, una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencia. Para esta categorización se deberá utilizar la Tabla 13:

Tabla No. 13.- Probabilidad de ocurrencia (P)

La probabilidad de ocurrencia del accidente, incluyendo las consecuencias	Valor
Es el resultado más posible y esperado, si se presenta la situación de riesgo	10
Es completamente posible, no sería nada extraño, 50% posible	6
Sería una secuencia o coincidencia rara	3
Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido	1
Extremadamente remota pero concebible, no ha pasado en años	0,5
Prácticamente imposible (posibilidad 1 en 1000000)	0,1

Finalmente, una vez aplicada la fórmula se determina el nivel de criticidad de la magnitud del riesgo o grado de peligrosidad de acuerdo a la Tabla 14:

Tabla No.14. - Nivel o índice de criticidad

Valor Índice	Interpretación
$0 < GP < 18$	Bajo
$18 < GP \leq 85$	Medio
$85 < GP \leq 200$	Alto
$GP > 200$	Crítico

2.3.6.1. Escenarios de bienes físicos y medio ambiente

Si se considera el escenario de daño a la propiedad incluyendo pérdida de imagen de la compañía, entonces la Matriz de Riesgo (MR) o Grado de Peligrosidad, se puede tener en cuenta dos factores (Flores R., Juan, 2003):

- Consecuencia para bienes físicos y medio ambiente (C)
- Probabilidad para bienes físicos y medio ambiente (P)

Según, Flores (2003) se calcula por la siguiente ecuación:

$$\text{MR o GP} = \text{C} \times \text{P} \quad (2)$$

Donde estos factores se pueden determinar por las Tablas 15-18:

Tabla No.15. - Consecuencia para bienes físicos y medio ambiente (C)

Categoría	Definición
1	Insignificante o mínimo impacto
2	Baja severidad – acción local
3	Mediana severidad – apoyo de otras áreas
4	Severa – compromete a toda la organización
5	Muy severa – afecta a toda la comunidad

Tabla No.16. - Estimación de la probabilidad a bienes físicos y medio ambiente(P)

Categoría	Definición
1	Casi improbable que ocurra
2	Ocurre pocas veces
3	Ocurre esporádicamente
4	Ocurre varias veces
5	Ocurre muy seguido

Tabla No.17. - Índice de Criticidad para bienes físicos y medio ambiente

Nivel de criticidad	Rango (MR)
Grave	15 a 30
Serio	2 a 12
Leve	1 a 4

Tabla No.18. - Evaluación de la magnitud de riesgos para bienes físicos y medio ambiente.

Matriz gravedad de riesgo						
Probabilidad	6	6	12	18	24	30
	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	16
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
		Consecuencias				

2.3.7. Recomendaciones

El paso posterior son las recomendaciones, las recomendaciones son las medidas encaminadas a reducir los riesgos y/o mitigar las consecuencias que el grupo ha identificado durante las sesiones de trabajo (REPSOL YPF, 2017).

A veces será necesario realizar estudios adicionales antes de poder determinar la conveniencia de instalar una salvaguarda adicional o la mejora de las existentes. En este caso, la recomendación consistirá en proponer dichos estudios, así como la verificación posterior de las distintas alternativas.

Los miembros del grupo deben juzgar si las recomendaciones propuestas son suficientes para reducir el riesgo a un nivel tolerable o aceptable.

Las recomendaciones generadas deben ser lo suficientemente claras como para que otras personas puedan llevarlas a cabo. En la definición deben quedar claros el qué, el dónde y el porqué de las mismas.

Es recomendable clasificar las recomendaciones siguiendo el esquema siguiente (REPSOL YPF, 2017):

- Recomendaciones necesarias por seguridad (S)
- Recomendaciones necesarias por medioambiente (M)
- Recomendaciones necesarias por pérdidas patrimoniales (A)

Las recomendaciones realizadas , pueden ser ejecutadas en ese momento o no , depende de los planes de la empresa y sus posibilidades financieras, queda por parte de la Empresa asignar responsabilidades y dar seguimiento a estas recomendaciones.

Determinados todos estos pasos, se procede a llenar la matriz de registro para los estudios HAZOP que se muestran en la Figura 3.

Actividad:									Fecha:		
Nodo:									Localidad:		
Intencion del nodo:											
Operación	Parametro	Palabra Guia	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones

Figura 3.- Matriz de registros para estudios HAZOP

2.4. Población y muestra

La población objeto de estudio fue los trabajadores directos a la producción, que está conformada por aproximadamente de 20 trabajadores entre técnicos y operarios en general, en los momentos de máxima producción llegan acerca de 31 trabajadores, por lo tanto, se le realizó el análisis al total de trabajadores ligados directamente a la producción, no considerándose los trabajadores administrativos, de servicio y mantenimiento.

2.5. Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó mediante la Matriz HAZOP, donde como se explica en la técnica empleada se establecieron las palabras guías, los parámetros, sus desviaciones, sus causas y consecuencias, realizándose la valoración cuantitativa correspondiente y con ello una valoración cualitativa.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

Como se explicó en el capítulo anterior, el análisis de riesgos HAZOP tiene como objetivo la identificación de peligros potenciales (HAZARDS) y problemas operativos en industrias.

Cabe destacar nuevamente que el objetivo del HAZOP no trata la resolución de los problemas identificados. Esto se hará en una fase posterior. Como referentes en la Empresa Coral del Pacífico el objetivo es la identificación de los riesgos que pueden presentarse en las empresas procesadoras de pescados y mariscos.

Para la realización del trabajo se constituyó el equipo de estudio HAZOP, que estuvo conformado por:

1. Jefe de producción.
2. Jefe de mantenimiento.
3. Responsable de talento humano.
4. Un facilitador o secretario (alumno pasante de Ingeniería Industrial).
5. Especialista en tecnología Hazop (autora de este trabajo)

En la primera reunión se explicó los pasos o etapa de trabajo y se distribuyeron las tareas a realizar, con una metodología con los siguientes pasos:

- a. Recopilación de información.
- b. Desarrollo de sesiones HAZOP.
- c. Estudio y análisis posterior.
- d. Conclusiones.

3.1.- Recopilación de información del proceso

El proceso de la empresa sujeta a estudio tiene dos líneas, una línea de pescado congelado y una de pescado fresco, que se pueden observar en las Figuras 4 y 5:

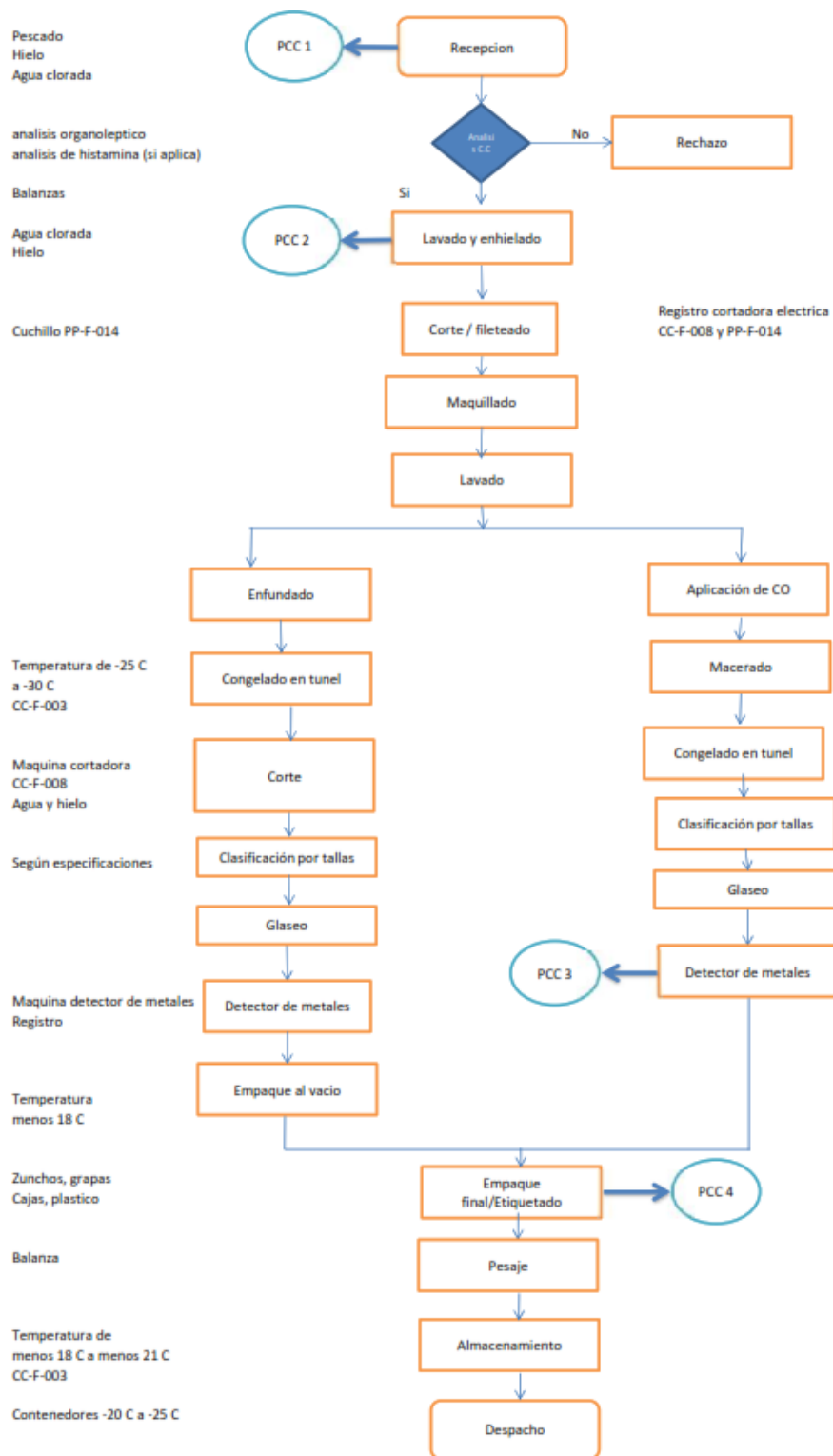


Figura 4- Diagrama del proceso de pescado congelado

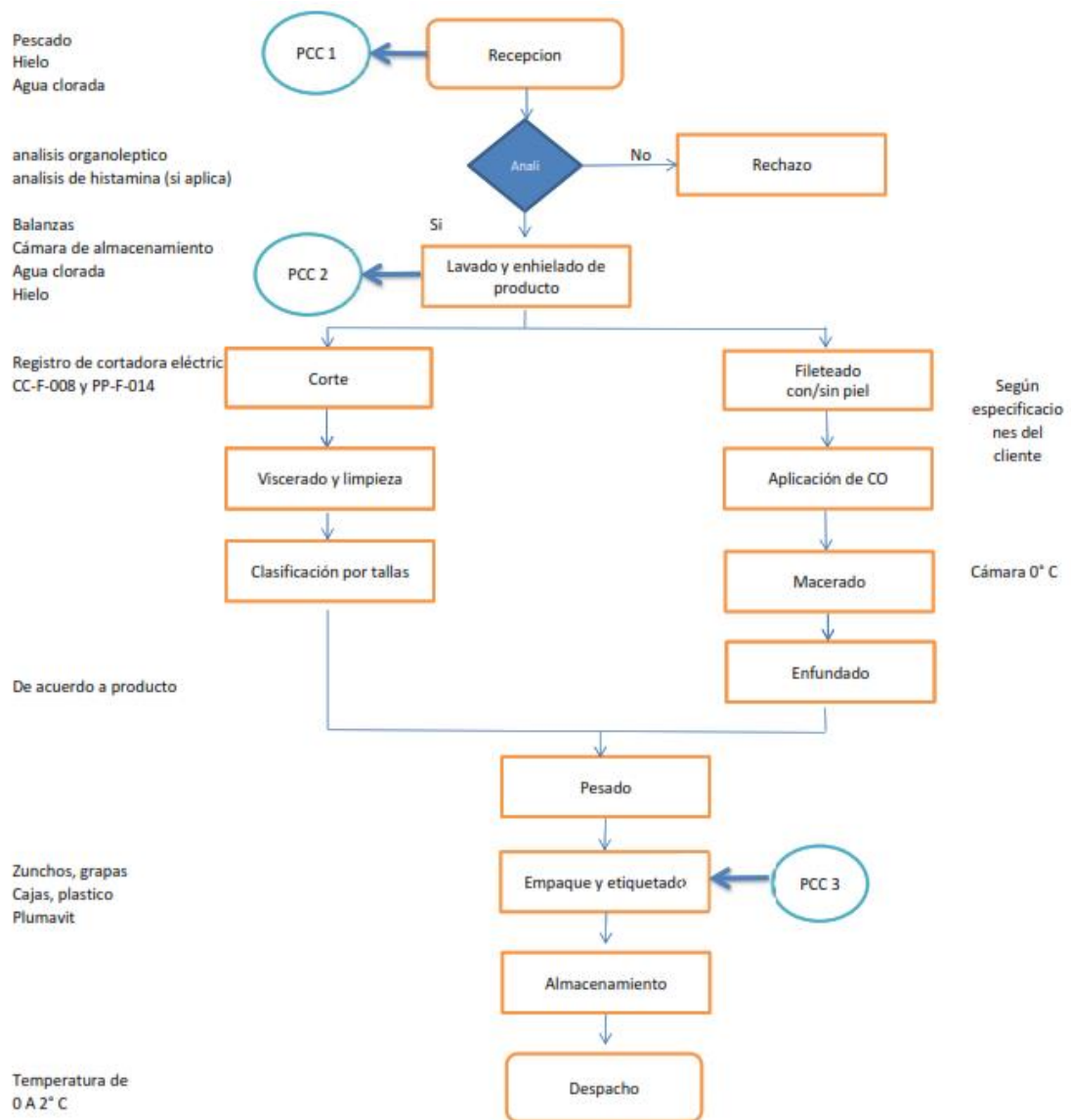


Figura 5.- Diagrama de pescado fresco

3.2. Desarrollo del proceso HAZOP

3.2.1. Análisis del proceso y selección de los nodos

Los procesos fueron analizados por la comisión que se encarga del proceso y se identificaron los nodos, solo del proceso de pescado congelado, porque el otro es casi igual y se repetiría el análisis, se seleccionaron cinco partes del proceso de elaboración del pescado congelado que pueden ser considerado como nodos donde variaciones en la tecnología establecida pueden tener riesgos que para el mismo y además para los trabajadores, los cuales se presentan en la Figura 6.

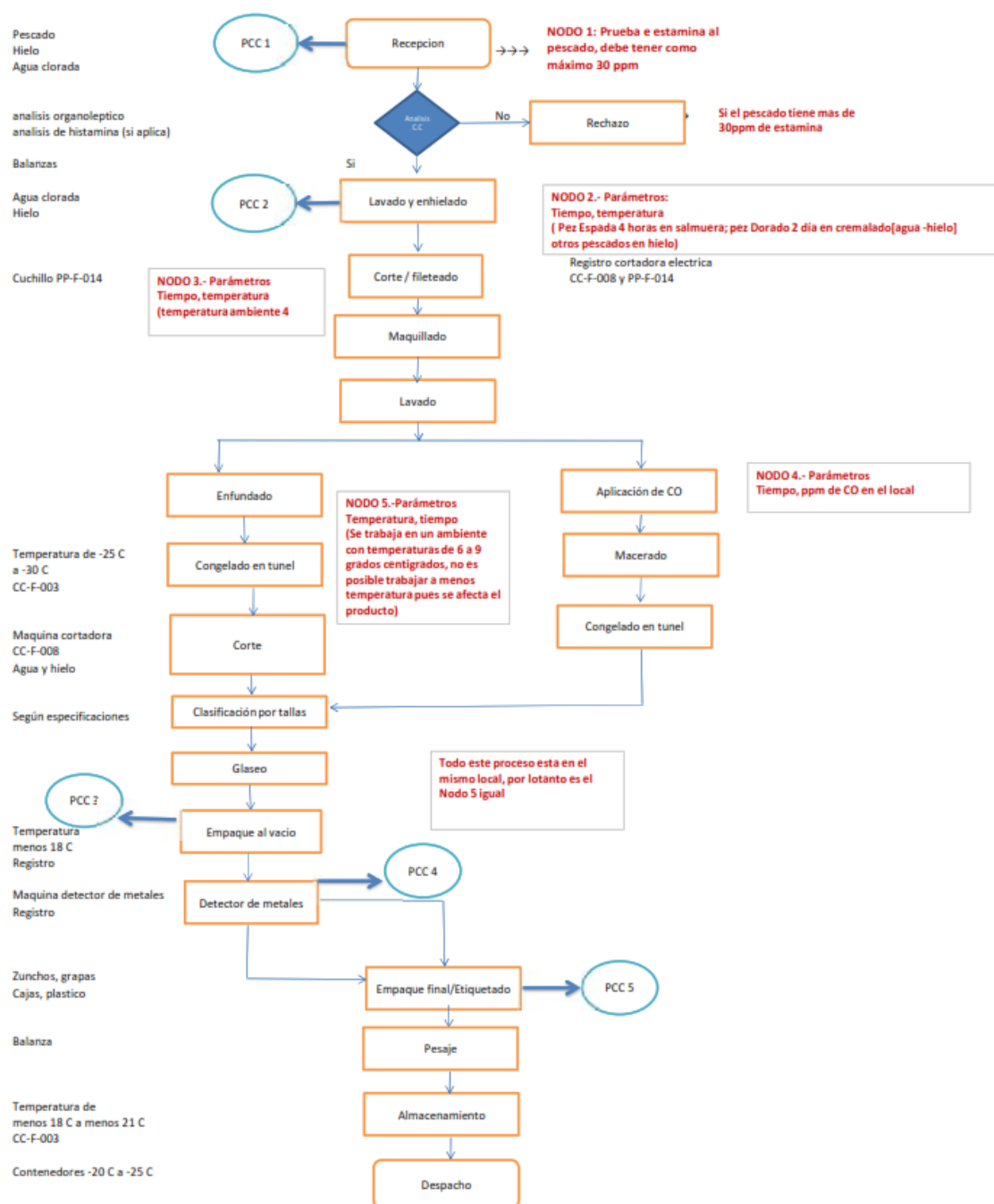


Figura 6.- Diagrama de flujo con los nodos seleccionados

3.2.2.- Análisis de los Nodos

3.2.2.1. Nodos 1 y 2. – Área de recepción de productos, se muestra en la Figura No.8



Figura 7.- Esquema del área de recepción de productos



Figura 8.- Área de recepción de productos (Propia del autor)

Aquí se realiza la carga del pescado que llega y somete a el análisis de histamina, el proceso de carga, manipulación y análisis debe ser el adecuado, pues los paquetes de carga manual deben cumplir lo establecido en el artículo 417 del Código del Trabajo que dice:

“Límite máximo del transporte manual. - Queda prohibido el transporte manual, en los puertos, muelles, fábricas, talleres y, en general, en todo lugar de trabajo, de sacos, fardos o bultos de cualquier naturaleza cuyo peso de carga sea superior a 175 libras”.
“Se entenderá por transporte manual, todo transporte en que el peso de la carga es totalmente soportado por un trabajador incluidos el levantamiento y la colocación de la carga”.

“En reglamentos especiales dictados por el Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, se podrán establecer límites máximos inferiores a 175 libras, teniendo en cuenta todas las condiciones en que deba ejecutarse el trabajo”.

Puede observarse en la Figura 8 el piso esta mojado, lo cual constituye un riesgo en una zona de carga donde pueden ocurrir caídas, por resbalamiento en proceso de descarga del pescado. El proceso puede ser afectado si el pescado trae una cantidad de histamina superior a 30 ppm.

En el área de **recepción de pescado** de la Empresa Coral del Pacífico se identificaron 2 Nodos, los nodos son identificados para el análisis y estudio mediante la metodología HAZOP (Hazard Operability) son de acuerdo a la Tabla 19:

Tabla 19: - Nodos encontrados en la Figura 8, del área de recepción de productos en la Empresa Coral del Pacífico.

Nodo	Descripción
1.- Descarga de pescados	Se descarga el pescado recipientes plásticos de forma manual
2.- Recepción de pescado	Se recibe pescado (Albacora, Corvina plateada y amarilla, Dorado, Cherna, Pez Espada, Pargo, Wahoo, Berrugate, Escolar, Tinto).

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Los parámetros elegidos en esta área se exponen en la Tabla 19, que cumplen con los requisitos de las instalaciones y las áreas donde se llevan a cabo el análisis de riesgos son de acuerdo con la Tabla 20:

Tabla 20.- Nodos del área de recepción de productos

Nodos		Parámetros
1	Descarga de pescado	Peso, seguridad
2	Recepción de pescado	Control y muestreo

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

La intención de los parámetros que no es más que el modo normal de operación con ausencia de las palabras guía, se marca el nodo seguido del parámetro para ese nodo y finalmente se escribe la intención de este. Las intenciones de los parámetros para los diferentes nodos que se han ubicado las áreas son los siguientes:

Nodo 1.- Descarga de pescado

- Parámetros: Peso
 - Intención: Mantener un peso de carga constante y adecuado
- Parámetros: Seguridad
 - Intención: Mantener el área segura para las personas que allí trabajan

Nodo 2.- Recepción de pescado

- Parámetros: Control
 - Intención: Verificar calidad del pescado (cantidad de histamina en ppm)
- Parámetros: Muestreo
 - Intención: Verificar el pesaje y cantidad, desde el ingreso del pescado

El próximo paso del análisis del área de recepción de productos establecer una Tabla donde se expone:

$$\text{Parámetro} + \text{palabra guía} = \text{desviación} \quad (2)$$

Los parámetros encontrados en cada nodo ahora serán sumados por unas palabras guías para así generar una desviación las mismas que pueden generar situaciones de riesgos para el personal, y para el proceso.

Tabla 21. - Desviación sumada por un parámetro + una palabra guía aplicada en los nodos, del área de recepción de productos.

	Parámetro	Palabra guía	Desviaciones
NODO 1	Peso	Más	No se controla el peso de la carga
	Seguridad	No	No existe análisis de trabajo seguro
	Control	No	No existe control de la histamina

NODO 2	Muestreo	Menos	Menor que el declarado
--------	----------	-------	------------------------

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Aplicando la Matriz HAZOP al área de recepción de productos de acuerdo a la Tabla 22 tenemos:

Tabla 22. - Aplicación de la matriz HAZOP, Nodo 1 área de recepción de productos

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Recepción de productos								Fecha: Febrero 2021	
Nodo 1		Descarga de pescado								Localidad: Esmeraldas	
Intención del Nodo		Mantener un peso de carga constante y el área segura									
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones
Mantener peso constante	Peso	Más	No existe peso de carga controlado	Descuido de parte del jefe de Producción	Lesiones a los trabajadores más comunes como la tendinitis, tenosinovitis y el síndrome del túnel carpiano.	Chequeo e las cargas	15	6	3	270	Adquirir recipientes de carga de 175 libras de capacidad o menor
Mantener el área segura para los trabajadores	Seguridad	No	No existe análisis de trabajo seguro	Falta de implementación de la seguridad	Accidentes por resbalones y caídas	Análisis de trabajo seguro	15	3	2	90	Revisar el equipamiento (botas) para evitar los resbalamientos en el piso mojado

Elaboración: propia

En el Nodo 2, los riesgos afectan al proceso y no a los trabajadores por lo que evaluación de riesgos va dirigida al proceso y con la valoración de la formula No 2 de acuerdo a la Tabla 23:

Tabla 23. - Aplicación de la matriz Hazop, Nodo 2 área de recepción de productos

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Recepción de productos								Fecha: Febrero 2021	
Nodo 2		Recepción de pescado								Localidad: Esmeraldas	
Intención del Nodo		Calidad del pescado y control del pesaje									
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones
Verificar calidad del pescado (cantidad de histamina en ppm)	Control	No	No se realiza el control de la histamina	No Hay personal calificado	Pescado con mala calidad	Hoja de registro	4	1	-	4	Seguir el procedimiento de control
Verificar el pesaje y cantidad, desde el ingreso del pescado	Muestreo	Menos	Menor peso del declarado por el proveedor	No se cuenta con el equipo necesario para verificar la cantidad de pescado que ingresa	Se obtiene menor cantidad de productos final que el planificado	Chequeo sistemático	2	3	-	6	Crear ficha de control del pesaje

Elaboración: propia

3.2.2.2. Nodo No. 3. – Área de lavado y enhielado, se muestra en las Figuras 9- 11.

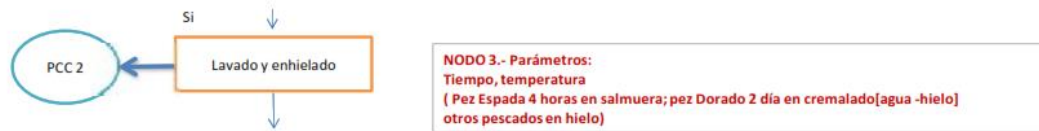


Figura No. 9.- Lavado y enhielado



(a)

(b)

Figura 10. – (a)Área e lavado, (b) enhielado (Propia del autor)



Figura 11. – Colocación del pescado en salmuera (Propia del autor)

En esta área se coloca el Pez Espada 4 horas en Salmuera, el Dorado en cremalado, que es una mezcla de agua con hielo durante dos días y el resto de las especies de pescado en hielo esta es una zona importante y por eso se considero otro nodo, pues las condiciones de trabajo lleva a estar en contacto durante el trabajo con agua helada y hielo y sobre todo en las manos de los trabajadores como de describe en la Tabla 24.

Tabla 24 . – Nodo que se muestra en la Figura 10

NODO	DESCRIPCIÓN
3	La lavado y enhielado de las diferentes especies de pescado que llegan a la Empresa, según lo establecido para cada una de ellas

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Los parámetros seleccionados en este nodo se muestra en la Tabla 25 :

Tabla 25. – Parámetros del nodo No.3

NODO	PARÁMETROS		
3	<table border="1"> <tr> <td>Lavado y enhielado de pescado</td> <td>Temperatura y tiempo</td> </tr> </table>	Lavado y enhielado de pescado	Temperatura y tiempo
Lavado y enhielado de pescado	Temperatura y tiempo		

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

La intención de este nodo es la siguiente:

Nodo No. 3 .– Lavado y enhielado

- Parámetro: Temperatura
 - Intención: Mantener el pescado a temperaturas por debajo de 0° centígrados.
- Parámetro: Tiempo.
 - Intención: El tiempo que los trabajadores tienen contacto con el agua helada.

Los parámetros y las palabras guías de acuerdo a la Tabla 26 son:

Tabla 26. – Parámetro más palabras guías del Nodo No.3

	Parámetro	Palabra Guía	Desviaciones
NODO 3	Temperatura	Más	La temperatura de enhielado es más alta
	Tiempo	Mas	Están más tiempo los trabajadores en contacto con el agua helada

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Y aplicando la matriz Hazop en el nodo 3 tenemos que en la Tabla 27:

Tabla 27.- Aplicación de la Matriz Hazop al Nodo No. 3

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Lavado y enhielado de productos								Fecha:	
										Febrero	
										2021	
Nodo 3		Lavado y enhielado de pescado								Localidad:	
										Esmeraldas	
Intención del Nodo		Mantener el pescado a menos de 0° centígrado y seguridad de los trabajadores									
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones
Colocar el pescado en recipientes con salmuera y agua y hielo	Temperatura	Más	La temperatura de enhielado es más alta que la requerida	No se utilizó la cantidad requerida de sal para la salmuera y la cantidad de hielo necesaria	Deterioro de la calidad del pescado		4	1		5	Supervisión y control
Colocar el pescado en recipientes con salmuera y agua y hielo	Tiempo	Más	Están más tiempo los trabajadores en contacto con el agua helada	Demora en la manipulación del pescado en proceso de conservación	Lesiones en las manos de los trabajadores.	Equipo de protección	5	6	6	180	Supervisar el personal haga uso de epps.

Elaboración: propia

3.2.2.3. Nodo No. 4. – Área de Corte, fileteado, maquillado y lavado, y se muestra en las Figuras 12-13.

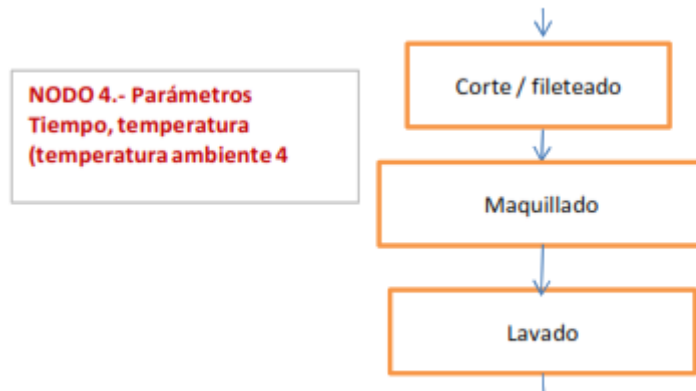


Figura 12. - Área de Corte, fileteado, maquillado y lavado



Figura 13.- (a)Corte, (b)fileteado, (c)maquillado del pescado
(<https://www.interempresas.net.2016>)

En esta área representa el próximo paso de la preparación del pescado fresco, y se prepara para su congelación o para su venta fresco, encontrándose la misma a temperatura ambiente de entre 8° centígrados y 10° centígrados, realizándose las siguientes acciones:

- Corte H&G al producto que será exportado de esta manera (corte en L en la cabeza mediante el cual salen las branquias y gran parte de la cabeza.

- Si es el caso de peces que son exportados sin corte H&G se procede a sacar las branquias.
- Corte de aletas y restante de vísceras.
- Limpieza de restos de sangre.
- Limpieza y lavado de residuos

Después se pasa directamente a ser fileteado ya que se separa la pulpa del hueso y la cabeza del pescado, sacando de esa manera cualquier residuo de sangre o cualquier otra cosa y se procede al maquillado que no es más que realizar una limpieza del filete de manera que el aspecto sea casi perfecto, se moldea el filete para que se obtenga un producto de calidad.

Las condiciones de trabajo son peligrosas, pues se trabaja con equipos como la sierra sinfín, y cuchillos, además de ser un área donde se trabaja abajas temperaturas.

Por lo tanto, en el proceso productivo lo consideramos como el nodo No. 4, como se representa en la Figura 13 y se describe a continuación en la Tabla 28:

Tabla 28. – Descripción de las labores que se realizan en el nodo

NODO	DESCRIPCIÓN
4	Se realiza el corte, la limpieza del pescado de agallas y vísceras, fileteado, realizándose también su maquillado

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Los parámetros que se seleccionaron en este nodo fueron de acuerdo con la Tabla 29:

Tabla 29. – Parámetros seleccionados para el nodo No.4

Nodo	Parámetros
4	Área de Corte, fileteado, maquillado y lavado Tiempo, seguridad

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

La intención de este nodo es la siguiente:

Nodo No.4. - Área de Corte, fileteado, maquillado y lavado

- **Parámetro: Tiempo**
 - **Intención:** Es el tiempo que permanecen los trabajadores a temperaturas bajas en el área, y el trabajo de pie.
- **Parámetro: Seguridad**
 - **Intención:** Mantener el área segura para los trabajadores y con los equipos Adecuados.

La relación de los parámetros con las palabras guías, se muestra en las Tablas 30:

Tabla 30. – Parámetro más la palabra guía

Parámetro		Palabra guía	Desviaciones
NODO 4	Tiempo	Más	Permanencia de mucho tiempo a temperaturas bajas y de pie.
	Seguridad	No	No trabajadores no cuentan con medios de protección adecuados

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Y aplicando la matriz Hazop al nodo 4 tenemos en la Tabla 31 que:

Tabla 31. - Aplicación de la Matriz Hazop al Nodo No. 4

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Corte, fileteado, maquillado y lavado									Fecha: Febrero 2021
Nodo 4		Corte, fileteado, maquillado y lavado de pescado									Localidad: Esmeraldas
Intención del Nodo		Tiempo de permanencia a bajas temperaturas y seguridad									
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones
Prepara de manera adecuada el pescado para su congelación y/o para la comercialización	Tiempo	Más	Permanencia de mucho tiempo a temperaturas bajas y de pie	No buena regulación del tiempo de trabajo	Los dolores musculoesqueléticos, síntomas respiratorios.	No aplica	5	6	10	300	Programar horarios de trabajo adecuados
Verificar que el corte, fileteado y maquillado sea el adecuado	Seguridad	No	Falta de equipos de protección personal adecuados.	Falta de equipos de protección personal adecuados.	Cortes, caídas, pinchazos, contaminación	No aplica	15	6	2	180	Revisar que se utilicen los epps

Elaboración: propia

3.2.2.4. Nodo No.5. – Área de aplicación de CO y se muestra en la Figura 15.



Figura 14.- Área de aplicación de CO



Figura 15. – Área de aplicación de Monóxido de Carbono al pescado (Propia del autor)

Esta área existe porque es una de las tecnologías de envasado en atmósfera protectora, una de ella consiste en la aplicación de un gas conocido como monóxido de carbono. El interés en el mismo se debe a su capacidad de estabilizar el color rojo brillante de la carne fresca de pescado y otras carnes (Simbaña Aveiga, Sandra 2015).



Figura 16. - Filete de pescado con monóxido de Carbono (Propia del autor)

Con la introducción de monóxido de carbono en el interior de los paquetes, puede prescindirse del oxígeno e incrementar la cantidad de CO₂ (60-100%). Con ello se minimizan los problemas de oxidaciones y de crecimiento de microorganismos (Simbaña Aveiga, Sandra 2015). No obstante, el monóxido de carbono es un gas tóxico y su manipulación debe de realizarse con mucho cuidado y con extremas medidas de seguridad, para evitar la intoxicación de los trabajadores, es por ello que se consideró esta área como el nudo No. 5, como se ve en la Figura 16.

Tabla 32. – Descripción del nudo No. 5

NODO	DESCRIPCIÓN
5	Se realiza la aplicación de Monóxido de Carbono (CO) a los filetes de pescado

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Los parámetros que se seleccionaron en este nudo fueron los siguientes:

Tabla 32. – Parámetros seleccionados para el nudo No.5

Nodo	Parámetros
5	Área de aplicación del CO a los filetes de pescado Tiempo, contaminación

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

La intención de este nodo es la siguiente:

Nodo No.5. - Área de aplicación de CO

- **Parámetro: Tiempo**
 - Intención: Controlar el tiempo que permanencia los trabajadores en el área.
- **Parámetro: Contaminación**
 - Intención: Verificar que el personal cumpla con sus equipos de protección personal, así también que la campana extractora de aire contaminado esté en funcionamiento.

La relación de los parámetros con las palabras guías, se muestra en la Tabla 33 y la aplicación de la matriz Hazop en el nodo 5 se muestra en la Tabla 34.

Tabla 33. – Parámetro más la palabra guía

Parámetro Palabra Desviaciones			
guía			
NODO 5	Tiempo	Más	Permanencia de mucho tiempo en el área
	Contaminación	No	La campana extractora de aire contaminado no está funcionando

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Tabla 34. - Aplicación de la Matriz Hazop al Nodo No. 5

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Aplicación de Monóxido de Carbono al producto								Fecha:	
Nodo 5		Área de aplicación del CO								Localidad	
Intención del Nodo		Tiempo de permanencia de los trabajadores en el área y equipos de protección y campana funcionando									
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones
Controlar que el tiempo de permanencia de los trabajadores en el área sea el adecuado	Tiempo	Más	Permanencia de mucho tiempo en el área	Poco dominio de la técnica	Intoxicación y muerte	Equipos de protección en mal estado	100	3	2	600	Supervisión constante Equipos de protección respiratorias.
Verificar que la campana extractora de aire contaminado esté en funcionamiento.	Contaminación	No	La campana extractora de aire contaminado no está funcionando	Falta de control y mantenimiento Técnico	Contaminación del área y de áreas aledañas		5	2	-	10	Revisión constante de su funcionamiento

Elaboración: propia

3.2.2.5. Nodo No. 6.- Se refiere al enfundado, macerado, congelado, corte, glaseo, empaque al vacío, etiquetado, pesaje y embarque, como se muestra en la Figura 17.

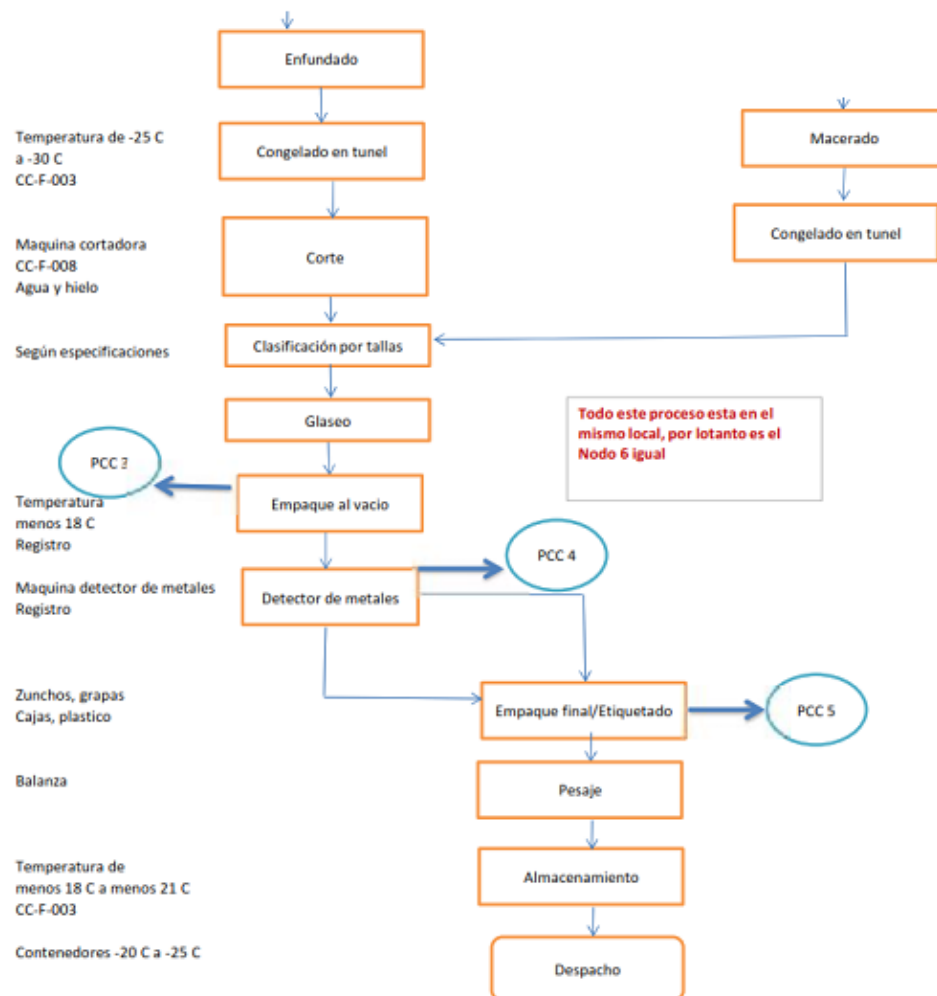


Figura 17. - Nodo No. 6

Este nodo es importante pues es la parte del proceso donde se garantiza que el producto conserve determinadas cualidades para que sea un producto de calidad, que permita ser consumido, después de muchos días sin perder sus propiedades organolépticas, o sea su sabor y sobre todo sus propiedades alimenticias y que su consumo no produzca ningún tipo de elemento químico-biológico que pueda ser dañino para el futuro consumidor, en conclusión garantiza que se entregue a cliente un producto de máxima calidad, ejemplo de ello es macerado después de la aplicación del monóxido de carbono, que no es más

que sumergirlo el producto en agua durante un tiempo determinado con el fin de extraerle determinados compuestos químicos que pudieran ser nocivos para el consumo humano, también el proceso de ultracongelación en túnel que es un proceso de congelación rápida a temperaturas de entre -25° a -30° centígrados para producir la congelación de intramuscular del pescado, con un proceso primero de enfundado para (Simbaña Aveiga, Sandra 2015).

- Protege al pescado de posibles pérdidas de humedad. Otro sistema también utilizado para evitar este fenómeno es el glaseado, que consiste en formar una capa fina de hielo sobre el producto mediante agua pulverizada o inmersión del producto y una posterior congelación superficial.
- Evita que se transmitan malos olores o sabores del pescado.
- Evita infecciones por microorganismos.

También, el proceso de glaseo que consiste en mojar con agua potable el pescado congelado para que conserve sus propiedades antes de ser empacado al vacío, que es otra forma de su conservación para evitar que contenga oxígeno que pueda causar su deterioro posterior durante el transporte al lugar de comercialización. Por lo antes expuesto, se puede determinar la importancia de este nodo para el proceso y la necesidad de que se realice en el mismo un análisis de riesgos. En las Figuras 18-21 se puede observar parte de este proceso:



Figura 18.- Túneles de congelación (Propia del autor)



Figura 19. - Filetes de pescado enfundados (Propia del autor)



Figura 20. – Proceso de empaque al vacío (<https://www.interempresas.net>.2016)



Figura 21. – Empaque y etiquetado (Propia del autor)

Donde la descripción del nodo y el parámetro se muestran en las Tablas 35-36.

Tabla 35. – Descripción del nodo No. 6

Nodo	Descripción
6	Se realiza la maceración, enfundado, congelado en túnel, corte, calsificación por tallas, glaseo, empaque al vacío, dtección de

	metales, empaque, pesaje, almacenamiento despacho de los productos
--	--

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Los parámetros que se seleccionaron en este nodo fueron los siguientes:

Tabla 36. – Parámetros seleccionados para el nodo No.6

NODO		PARÁMETROS
6	Enfundado, macerado, congelado, corte, glaseo, empaque al vacío, etiquetado, pesaje y embarque	Tiempo, seguridad, control, muestreo, secuencia

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

La intención de este nodo es la siguiente:

Nodo No.6. - Enfundado, macerado, congelado, corte, glaseo, empaque al vacío, etiquetado, pesaje y embarque

- Parámetro: Tiempo
 - Intención: Controlar el tiempo que permanencia los trabajadores en el área.
- Parámetro: Seguridad
 - Intención: Verificar que el personal cumpla con sus equipos de protección personal, en el área de corte y en los túneles de congelación.
- Parámetro: Control
 - Intención: Verificar que el producto cumpla con la calidad, talla, etc.
- Parámetro: Muestreo
 - Intención: Verificar el peso del producto que será almacenado.
- Parámetro: Secuencia
 - Intención: Verificar que el proceso se cumpla como está establecido

La relación de los parámetros con las palabras guías, se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. – Parámetro más la palabra guía

	Parámetro	Palabra guía	Desviaciones
NODO 6	Tiempo	Más	Más tiempo del requerido los trabajadores en el área
	Seguridad	No	Lo se utilizan epps
	Control	No	No existe control adecuado
	Muestreo	Menor	El muestreo es incompleto
	Secuencia	No	No se cumple con la secuencia establecida en el proceso

Fuente: Evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en la empacadora Coral del Pacífico en la ciudad de Esmeraldas.

Y la aplicación de la matriz Hazop en el nodo 6 en la Tabla 38 como se muestra a continuación:

Tabla 38.- Aplicación de la Matriz Hazop al Nodo No.6

EMPACADORA CORAL DEL PACIFICO											
Actividad		Enfundado, macerado, congelado, corte, glaseo, empaque al vacío, etiquetado, pesaje y embarque del pescado.								Fecha: Febrero 2021	
Nodo 6		Enfundado, macerado, congelado, corte, glaseo, empaque al vacío, etiquetado, pesaje y embarque.								Localidad: Esmeraldas	
Intención del Nodo											
Operación	Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguadas	C	P	E	MR	Acciones
Controlar que el tiempo de permanencia de los trabajadores en el área sea el adecuado	Tiempo	Más	Permanencia de mucho tiempo en el área	No buena organización del trabajo	Enfermedades como consecuencias del frio en los trabajadores		5	6	10	300	Organización adecuada de la jornada laboral
Mantener el área segura para los trabajadores	Seguridad	No	No existe un análisis de trabajo seguro	No existen todos los medios para garantizar la seguridad	Accidentes de trabajo		1	6	6	36	Revisar se utilicen los epps
Verificar que se cumpla las normas de calidad	Control	No	No existe control de verificación	Por descuido	Pérdidas de producción y/o clientes insatisfechos		4	2	-	6	Elaborar fichas de verificación
Verificar la calidad del pesaje	Muestreo	Menor	Ausencia o muestreo incompleto	Descuido del trabajador	Clientes insatisfechos		4	2	-	6	Supervisión constante

Verificar que se cumpla con la secuencia de la preparación del producto para su despacho	Secuencia	No					4	1		4	Reportes de supervisión
--	-----------	----	--	--	--	--	---	---	--	---	-------------------------

Elaboración: propia

En resumen, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología Hazop en la empacadora Coral del Pacífico de la siguiente manera:

En base a la exposición de riesgos, se puede observar en la Figura 22 que el 60 % están ligados a los trabajadores y el 40 % al proceso.

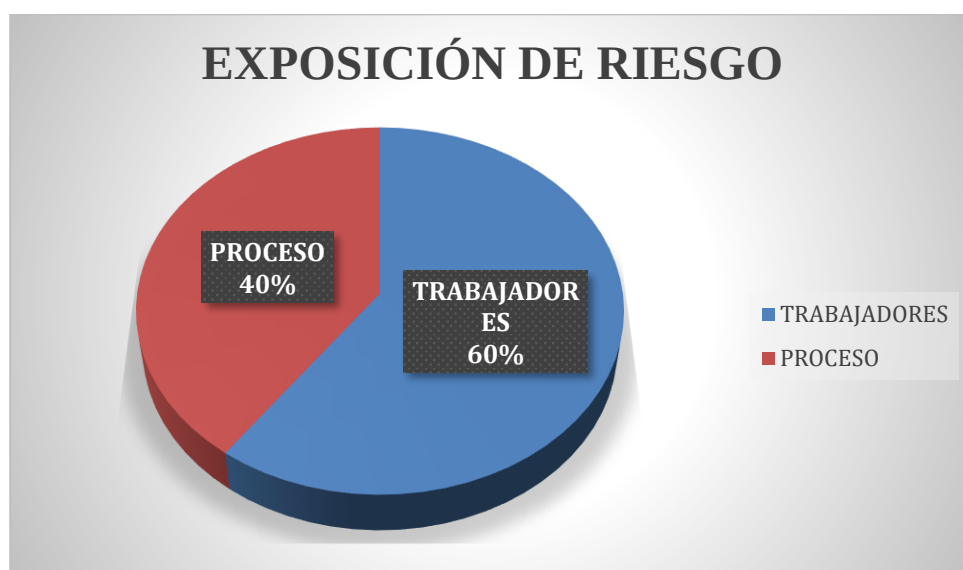


Figura 22. - Grafico de resultados de la exposición de riesgos encontrados en el proceso de pescado congelado

La magnitud de los riesgos que afectan a los trabajadores se comporta como se muestra en la Tabla 39:

Tabla 39. - Cuadro de resultados de la magnitud de riesgos para los trabajadores

MAGNITUD DEL RIESGO	
CRITICOS	4
ALTO	3
MEDIO	1
BAJO	1
TOTAL	9

Elaboración: propia

En cuanto a lo que respecta a la magnitud de los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores se comporta de la siguiente manera en la Figura 23, teniendo que un 45% son críticos, 33% altos y un 22% entre medios y bajos:

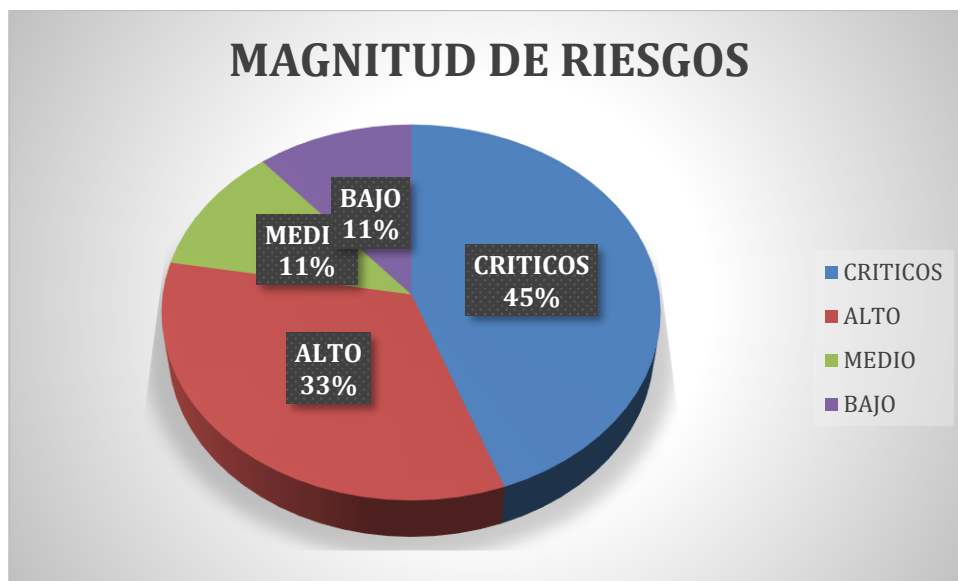


Figura 23. – Magnitud de riesgos a los trabajadores

La magnitud de los riesgos que afectan al proceso se comporta como se muestra en la Tabla 40:

Tabla 40. – Magnitud de riesgos

MAGNITUD DEL RIESGO	
GRAVE	0
MEDIO	4
LEVE	2
TOTAL	6

Elaboración: propia

En lo que respecta a la magnitud de los riesgos asociados al proceso se comporta de la siguiente manera en la Figura 24, teniendo así que el 67% son serios y 33% leves:

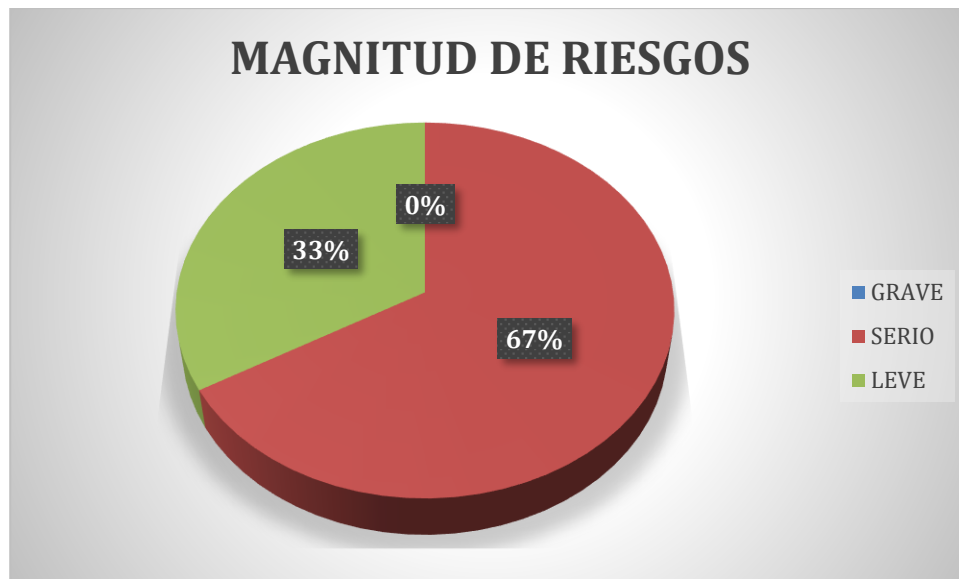


Figura 24. – Magnitud de riesgos al proceso

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN

En este apartado no se podrá explicar resultados de estudios o información anteriores relacionados a Hazop en industrias empacadoras de pescado, ya que, como se menciona en los antecedentes no se hallaron estudios similares que permitan comparar la investigación desarrollada con los datos obtenidos en investigaciones anteriores. Surgiendo a partir de esta investigación una evaluación de los riesgos operacionales mediante la metodología HAZOP en un empacadora de pescado.

Sin embargo, como resultado del análisis HAZOP, la comisión HAZOP determino y analizó y determinó la existencia de 6 nodos en el proceso del pescado en la Empacadora Coral de Pacífico, descritos en las Tablas 41-42:

Tabla 41.- Resumen de los nodos del proceso

NODOS	DESCRIPCIÓN
1	Se descarga el pescado recipientes plásticos de forma manual
2	Se recibe pescado (Albacora, Corvina plateada y amarilla, Dorado, Cherna, Pez Espada, Pargo, Wahoo, Berrugate, Escolar, Tinto).
3	La lavado y enhielado de las diferentes especies de pescado que llegan a la Empresa, según lo establecido para cada una de ellas
4	Se realiza el corte, la limpieza del pescado de agallas y vísceras, fileteado, realizándose también su maquillado
5	Se realiza la aplicación de Monóxido de Carbono (CO) a los filetes de pescado
6	Se realiza la maceración, enfundado, congelado en túnel, corte, calificación por tallas, glaseo, empaque al vacío, detección de metales, empaque, pesaje, almacenamiento despacho de los productos

Elaboración: propia

Del análisis Hazop de estos nodos se pudo determinar los riesgos para los trabajadores, aplicando el Método de Fine para evaluar los riesgos y los riesgos para el proceso presentado en (Gómez, Martha. 2014), como resultado de este análisis se puede observar en la Tabla 42:

Tabla 42.- Cuadro de resultados de exposición de riesgos

EXPOSICIÓN DE RIESGOS	
TRABAJADORES	9
PROCESO	6
TOTAL	15

Elaboración: propia

Como resultado de aplicación de la Metodología Hazop a una empacadora de pescado, resulta muy suigéneris, pues no existe un caso igual en la literatura consultada, porque esta metodología según (Flores R., Juan. 2003), es una técnica de HAZOP es identificar los potenciales riesgos en las instalaciones y evaluar los problemas de Operatividad y aunque la identificación de riesgos es el objetivo principal del método, los problemas de operatividad deben ser revelados cuando éstos tienen impacto negativo en la rentabilidad de la instalación o conducen también a riesgos, determinándose así los escenarios peligrosos para el personal, instalaciones, terceras partes, medio ambiente, y las situaciones que derivan en una pérdida de producción, por lo tanto los resultados de este trabajo evidencia que en una empresa de este tipo puede ser objeto de este análisis, pues se pudo evidenciar los riesgos al proceso de producción sin ser esta una industria química y los riesgos laborales que según (Argote, José Ignacio, 2020), están en todas las plantas industriales.

Los riesgos que afectan a los trabajadores que se determinaron en este estudio, aunque los críticos son bajos en cantidad, unidos a los altos son el 78 %, son riesgos importantes como señala en (Riesgos en Sector pesca. Cartillas específicas, 2015) y en (Riesgos en la industria transformadora del pescado, 2016), donde se destacan los riesgos que se determinaron en este trabajo.

La magnitud de los riesgos que afectan al proceso no es grave, si son importantes determinarlos, pues de ellos depende la calidad del producto, teniendo en cuenta que es un producto alimenticio, Huss, H.H. (1997), plantea que: la determinación de los Puntos Críticos de Control (Nodos) puede ser una localización, un procedimiento o una fase de elaboración en la cual se pueden controlar los peligros y deberán ser seleccionados cuidadosamente según el riesgo y severidad del peligro a controlar y los puntos de control

deberán ser verdaderamente críticos. De estos resultados depende que el proceso garantice la inocuidad del producto.

A partir de los análisis realizados, en cada nodo se plantearon las acciones a realizar con el objetivo que se puedan mitigar los riesgos que se pudieron determinar por la Comisión Hazop.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la empacadora Coral de Pacífico, se realizó el análisis de los riesgos por la Metodología Hazop al proceso de pescado congelado, tomando como base la experiencia de existente por la Comisión Hazop del trabajo realizado en otras instituciones y de las normas y procedimientos establecidos para la seguridad y salud de los trabajadores en el Código de Trabajo de la República del Ecuador.
- Se consideró los riesgos que pueden existir en las industrias de procesamiento de alimentos y específicamente de pescados y mariscos y que están presente en esta Empresa. De tal manera que se creó la Comisión Hazop, donde participaron las personas que directamente están involucradas en el proceso productivo de la planta.
- Se determinaron por su importancia en el proceso 6 nodos, en los cuales observando la actividad a realizar y las condiciones de trabajo y los requerimientos de calidad del proceso, se determinaron los parámetros a evaluar y los riesgos sus causas y consecuencias.
- Del análisis en base a las matrices de riesgo elaboradas se pudo determinar que existían 15 riesgos de los cuales 9 pueden afectar a los trabajadores y 6 al proceso productivo, que, aunque pueden ser pocos, no lo son en función de la cantidad de trabajadores de la Empresa.
- Del mismo análisis se obtuvo que los riesgos a los trabajadores representan el 60%, de los cuales el 45 % son críticos, 33 % son altos y el 22 % entre medio y bajos y que los riesgos al proceso representan el 40%, de los cuales el 67 % son serios y el 33 % leves, no encontrando riesgos graves que puedan poner en riesgo la producción.

5.2. Recomendaciones

- Se le recomienda a la Dirección de la Empresa que, aunque los riesgos que pueden afectar a los trabajadores son pocos, pero algunos son importantes y se debe trabajar en su mitigación.
- A partir del trabajo realizado, a pesar que los riesgos en la producción no la ponen en riesgo, se recomienda implementar su solución.
- Con los resultados de este trabajo la empacadora Coral del Pacífico deberá actualizar su plan de control de riesgos laborales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Análisis y cuantificación del Riesgo. (2019). Comunidad de Madrid.
- Argote, José Ignacio. (2020). Seguridad y salud en el trabajo en la industria alimentaria: principales riesgos laborales y su prevención, Ingeniero Consultor. España
- Arriagada Poloni, Boris Mijail. (2020). “Adaptación de metodología Hazop en el estudio funcional de sistemas automáticos, aplicado a una empresa de producción de alimento para ganado.”. Memoria de titulación para optar al título de ingeniero mecánico industrial. Valparaíso. Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería Mecánica
- Benavides Salcedo, Ángel Polivio. (2016). Implementación de un programa de gestión técnica del riesgo mecánico para mejorar las condiciones de seguridad industrial y salud ocupacional, en la recolección de basura de la empresa pública metropolitana de aseo “emaseo ep. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Tesis previa a la obtención de grado de Magíster (MS.C.) En seguridad industrial y salud ocupacional. Quito. Pág. 61
- Bird, F. & Germain, G. (1990). *Liderazgo práctico en el control de pérdidas*. Georgia, USA: Editorial Det Norske Veritas (USA) Inc.
- Calle, [Juan Pablo](#). (2020). 5 métodos de análisis de riesgos.
- Casal, J., Montiel, H., Planas, E., y Vílchez, J. A. (2001) Análisis del riesgo en Instalaciones Industriales., Ediciones UPC, S.L. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, pp. 15 – 91.
- Castillo, F.J., y Sánchez, M. (2015) Curso de análisis de riesgos industriales en plantas químicas y petroleras., Método HAZ-OP (XV Edición), Aula Magna, E. T. S. Ingenieros Industriales de ciudad Real, Escuela técnica superior de ingenieros industriales.
- Colectivo de autores. (2007). Memoria, Guía para la selección y aplicación de técnicas PHA.
- Colmenares, E., y Velásquez, L. J. (2012). Análisis cuantitativo de riesgos en los procesos de la estación de descarga de bare-10 en el distrito San Tomé, petróleos de Venezuela, s.a (Pdvs) estado Anzoátegui., Jornadas de Investigación 2012, Centro de Estudios Gerenciales, Unexpo, Vicerrectorado Puerto Ordaz. pp. 215-224.

- Cortés D, J. M. (2007). Técnicas de prevención de riesgos laborales. Seguridad e Higiene en el Trabajo. Editorial Tébar, Madrid
- Crespo P, C.S. (2016). “Identificación, análisis y evaluación de riesgos industriales en planta acetileno por metodología Hazop en Indura Ecuador S.A.” (2016). Guayaquil. Trabajo de titulación especial previo a la obtención del título de Magíster en seguridad, higiene industrial y salud ocupacional. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial.
- Daniel Pontelli, Ricardo Ingaramo, José Luis Zanazzi, Alejandro Chayle Justo Rodríguez, Claudina Beale. (2010). Análisis de las condiciones de riesgos laborales. Propuesta para identificar los factores que la afectan, basada en el modelo de las desviaciones. Ingeniería Industrial - Año 9 N° 2: 7-26, ISSN 0717-9103 ISSN Online 0718-8307
- Eusebio V. Ibarra-Hernández; Félix A. Goya-Valdivia; Belkis F. Guerra- Valdés; Marlene Dupin-Fonseca; y Liliana Pérez-León. (2015). Caracterización y usos de las técnicas cuantitativas de valoración de riesgos en los procesos químicos industriales. Vol. 42, Revista Centro Azúcar. Editora: Yaillet Albernas Carvajal. ISSN: 2223- 4861.2015
- Flores R., Juan. (2003). Identificación y evaluación de Riesgo HAZOP. Ingeniería de Riesgo. por www.prevention-world.com
- Freedman, Pablo. (2003). HAZOP. como metodología de análisis de riesgos., TECNA S.A. Petrotecnia.
- Gómez, Martha. (2014). Capítulo 4. Identificación, análisis y gerenciamiento de riesgos. Método de William Fine. Slider Share.
- González Villarreal, M^a de los Ángeles. (2017). Aplicación de análisis de riesgos y Operatividad HAZOP sobre planta de hidrocarbonilación de dimetiléter a media presión. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Química. Dep. Ingeniería Química y Ambiental Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.
- Guía para la realización de estudios Hazop (Hazard and Operability Analysis). (2007). REPSOL YPF. Departamento de Seguridad y Medio Ambiente. SCOR G-02 SCOR G-02. 12. España.
- Huss, H.H. (1997). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. ISBN 92-5-303446-7. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 334. Roma, FAO. 1997. 174p.

- Ibarra, E. V., Goya, F. A., Guerra, B. F., y Dupin, M. (2014). Técnicas utilizadas para la identificación y valoración de los peligros en las distintas etapas de la vida de los procesos químicos industriales., Centro Azúcar, Vol. 41, No.4, pp. 30-40.
- Juárez Pastrana, Misael Aarón. (2014). “La metodología Hazop aplicada al análisis de riesgos”. T e s i s para obtener el título de: ingeniero petrolero. Cuidad universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
- Kjellén, U. & Hovden, J. (2003). Reducing risks by deviation control - a retrospection into a research strategy. Safety Science, 41 (1), 29-51.
- Lacuesta Oteiza, Belén Martinez. (2020). “Sistema de gestión de seguridad y Hazop en una planta de elaboración de cerveza”. Trabajo fin de master para la obtención del título de master en ingeniería química. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
- Metodología de la prevención de riesgos laborales. (2020) Organización Iberoamericana de seguridad social.
- Método Fine para evaluar riesgos. (2014). Slider Share.
- Norma para bloques de filetes de pescado, carne de pescado picada y mezclas de filetes y de carne de pescado picada congelados rápidamente Codex Stan 165-1989. Adoptada en 1989. Revisada en 1995. Enmendada en 2011, 2013, 2014. Codex Alimentarius. Organización mundial de la salud. [Www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)
- Procedimiento HAZOP. (2020). TÜV SÜD Iberia S.A.U. Barcelona. España
- Procedimiento identificación, medición y evaluación de riesgos laborales. Aplicación método William Fine y medición de riesgos físicos, químicos, biológicos, y sicosociales. (2014). Código: mrl-sst-01. Ministerio de relaciones laborales. Ecuador.2013. Recuperado de <http://www.relacioneslaborales.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/Aplicación-de-Matriz-de-Riesgos-laborales-MRL.pdf>
- Robles Quispe, Jhefry Isidro. (2018). “Aplicación del método HAZOP (Hazard and Operability), para la disminución de riesgos de operatividad, en el Grupo Italtacones eirl. 2018”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Faculta de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo. Perú.
- Riesgos en Sector pesca. Cartillas específicas. (2015). Instituto de Normalización Previsional. Dirección de Trabajo. Gobierno de Chile_ www.prevencionderiesgos.cl .

- Riesgos en la industria transformadora del pescado. (2016), Redacción Protección Laboral 10/11/2016. Canales sectoriales. Interempresas.
- Sampieri, Roberto Hernández, (2006). Metodología de Investigación. Cuarta Edición. Mc Graw Hill. México.
- Salvador Guncay, Adriana. (2015) “Análisis, evaluación y control de factores de riesgos mecánicos y físicos en el Proceso de Producción Conformado de la empresa NOVACERO S.A. Planta Guayaquil para disminuir el nivel de accidentabilidad. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Unidad de Posgrado. Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad. Tesis previa a la obtención del título de Magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad. Guayaquil.
- Salcedo Salguero, Yoselyn Rosaly. (2015). “Congelación de pescado: cristalización del agua de constitución del pescado”. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Perú. Pág. 6.
- Simbaña Aveiga, Sandra. (2015). “Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de pescado en la ciudad de esmeraldas, para exportar a los Estados Unidos”. Previo a la obtención del título de Ingeniera en Comercio Exterior. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Escuela de Comercio Exterior. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.
- Stave, C., Torner, M. (2006). Exploring the organizational preconditions for occupational accidents in food industry: A qualitative approach. *Safety Science*, 3, 355-371.
- Suárez Valencia, John Eduardo. (2018). Implementación del Sistema de Seguridad basado en las OHSAS 18001 en Universal Seafood. Trabajo fin de máster. Máster universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. Universidad Nacional de la Rioja.
- Velasco Figallo, Antonio. (2010). Claves para la gestión de riesgos. Universidad San Martín de Porres. Perú
- Villegas Mantuano, Elaine Virginia. (2012). “Análisis de riesgos mediante el método Hazop en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del terminal de productos limpios el beaterio de EP Petroecuador”. Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero industrial. Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas. Universidad técnica del norte. Ecuador.