



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Obando Grandez, Frances Germain ([orcid.org/0009-0001-8167-2954](https://orcid.org/0009-0001-8167-2954))

Ccopa Valdez, Jhonnatan Michael ([orcid.org/0000-0002-5708-1919](https://orcid.org/0000-0002-5708-1919))

**ASESOR:**

Dr.Panta Salazar, Javier Francisco ([orcid.org/0000-0002-1356-4708](https://orcid.org/0000-0002-1356-4708))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión de la Seguridad y Calidad

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2019

### **Dedicatoria**

Esta investigación está dedica a Dios, a mi familia, a nuestros seres queridos que nos dan ánimos y confían plenamente en nosotros.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, a nuestros padres y a los profesores asesores por todo el soporte brindado, cariño y orientación permanente en este camino que recorreremos cada uno en la vida.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de Contenidos .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III.METODOLOGÍA .....	36
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	36
3.2 Variables y operacionalización .....	37
<i>Matriz de Operacionalización de las variables</i> .....	39
3.3 Población, muestra y muestreo .....	40
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5 Procedimientos .....	41
3.6 Métodos de análisis de datos.....	71
3.7 Aspectos éticos.....	71
IV. RESULTADOS .....	72
V. DISCUSIÓN .....	94
VI. CONCLUSIONES.....	98
VII. RECOMENDACIONES .....	99
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS .....	104

## Índice de tablas

Tabla 2: <i>Evaluación para la metodología HAZOP</i> .....	15
Tabla 3: <i>Comparación con otras metodologías</i> .....	17
Tabla 4: <i>Palabras guía en HAZOP</i> .....	20
Tabla 5 : <i>Matriz de operacionalización de las variables de la investigación</i> .....	39
Tabla 6 : <i>Generalidades de la empresa</i> .....	41
Tabla 7 : <i>Nodos iniciales en el proceso</i> .....	46
Tabla 8 : <i>Parámetros de escenario Pre</i> .....	47
Tabla 9 : <i>Matriz de riesgos inicial</i> .....	49
Tabla 10 : <i>Magnitud del riesgo inicial</i> .....	51
Tabla 11 : <i>Diagrama de análisis del proceso inicial</i> .....	53
Tabla 12 : <i>Equipos de protección personal</i> .....	54
Tabla 13: <i>Check list diario de EPPs</i> .....	56
Tabla 14: <i>Matriz de registro HAZOP para procesos</i> .....	57
Tabla 15: <i>Registro de acciones HAZOP</i> .....	57
Tabla 16: <i>Registro de cumplimiento de nodos</i> .....	58
Tabla 17: <i>Lista de asistencia a la charla de capacitación</i> .....	59
Tabla 18: <i>Formato de evaluación al personal</i> .....	59
Tabla 19: <i>Permiso para operación en planta industrial</i> .....	60
Tabla 20: <i>Análisis de trabajo seguro</i> .....	62
Tabla 21: <i>Nodos del proceso final</i> .....	63
Tabla 22: <i>Parámetros del proceso final</i> .....	65
Tabla 23: <i>Matriz de riesgos final</i> .....	66
Tabla 24: <i>Magnitud del riesgo final</i> .....	68
Tabla 25: <i>Diagrama de análisis del proceso final</i> .....	70
Tabla 26: <i>Nivel de gestión de la aplicación de la metodología HAZOP</i> .....	72

## Índice de figuras

Figura 1 Número de nodos de un proceso de vaporización.....	19
Figura 2 <i>Organigrama de la empresa Tecnergy Perú S.A.C</i> .....	43
Figura 3 Ubicación de la empresa Tecnergy S.A.C .....	44
Figura 4 Magnitud de riesgos.....	51
<i>Figura 5</i> :Diagrama operativo de procesos pre .....	52
Figura 6: Magnitud del riesgo final.....	68
<i>Figura 7</i> : Diagrama operativo de procesos final.....	69
Figura 8: Nivel de gestión de la aplicación de la metodología HAZOP .....	73
Figura 9: Nivel de riesgos de operatividad en la empresa .....	74
Figura 10: Nivel de índice de frecuencia.....	75
Figura 11: Nivel de índice de gravedad .....	77
Figura 12 Nivel de índice de accidentabilidad .....	78
Figura 13 Histograma de los datos muestrales del nivel de aplicación de la metodología HAZOP .....	79
Figura 14 Histograma de los datos muestrales del nivel de aplicación de la metodología HAZOP .....	80
Figura 15: Histograma de los datos muestrales del nivel de riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos.....	81
Figura 16: Histograma de los datos muestrales del nivel de riesgos de la operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos. ....	82
Figura 17: Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de frecuencia (pre - test).....	83
Figura 18: Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de frecuencia (post-test).....	84
Figura 19: Histograma de los datos muestrales del nivel de índice de gravedad (pre-test).....	85
Figura 20: Histograma de los datos muestrales del nivel de índice de gravedad (post - test).....	86
Figura 21: Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de accidentabilidad (pre -test) .....	87
Figura 22: Histograma de los datos del nivel del índice de accidentabilidad .....	88

## **Resumen**

El objetivo de la investigación es aplicar el método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C,2019. La metodología de la investigación es de enfoque cuantitativo, aplicada y de diseño cuasi-experimental. La población está representada por el conjunto de datos respecto a los accidentes e incidentes ocurridos en el periodo de 01 año, desde el mes de enero a junio del año 2018 (pretest) y de julio a diciembre de 2018 (postest) referidos a los riesgos de operatividad en la empresa materia de estudio. La técnica utilizada fue la encuesta y análisis documental, mientras que los instrumentos de medición fueron el cuestionario y la ficha de observación. La validación es dada por juicio de expertos. Para efectuar el análisis de los datos se utilizaron los programas SPSS y Excel con los cuales se presentan los datos cuantitativos, en figuras y tablas para una mejorar comprensión y mediante la estadística descriptiva e inferencial llegar a conjeturas o afirmaciones con la validez estadística para la aceptación de la aplicación del método propuesto como una solución viable y significativa propia de esta investigación.

**Palabras clave:** Método HAZOP, tableros eléctricos, , accidentes, incidentes.

## **Abstract**

The purpose of the study is to apply the HAZOP method to reduce operational risks in assemble of electrical panels in an electrical engineering services company Tecnergy Perú S.A.C, 2019. The methodology of the research is quantitative, applied and of quasi-experimental design. The population is represented by the set of data regarding the accidents and incidents that occurred during the period of 01 year, from the month of January to June of the year 2018 (pretest) and from July to December 2018 (posttest) referring to the risks of operability in the company subject of study. The technique used was the survey and documentary analysis, while the measuring instruments were the questionnaire and the observation file. Validation is given by expert judgment. To perform the analysis of the data, the SPSS and Excel programs were used, with which the quantitative data are presented, in figures and tables to improve understanding and, through descriptive and inferential statistics, reach conjectures or statements with statistical validity for acceptance. of the application of the proposed method as a viable and significant solution of this research.

**Keywords:** HAZOP method, electrical panels, accidents, incidents.



## **I. INTRODUCCIÓN**

En este primer capítulo, la introducción al trabajo realizado comprende en primer término, la realidad problemática acontecida respecto al tema a tratar, a saber, la metodología HAZOP y el riesgo operacional en una empresa de instalación de tableros eléctricos; en este sentido se desarrolla la realidad bajo tres enfoques.

A nivel internacional, según la (OIT, 2019) que señala la importancia del cuidado en la seguridad en el trabajo y malas prácticas respecto a la salud y seguridad ocupacional cuestan el 3.94% del PBI global.

A nivel nacional, de acuerdo con el (Diario Gestion, 2017) donde se menciona la normativa y sanciones (hasta 300 UIT) respecto a los temas de seguridad laboral; y finalmente la realidad local, comprendida como la situación de la empresa. A continuación, se presentan trabajos previos realizados respecto al tema, ya sea a nivel internacional y nacional; los cuales aportan importante información y son guías para el establecimiento de dicha metodología en una empresa del sector de ingeniería y electricidad; con estas investigaciones se podrán realizar comparaciones a futuro luego del hallazgo de resultados en la tesis que se desarrolla.

Según MacGregor (2017) permite controlar los con riesgos operaciones a través de sus múltiples herramientas; para esta sección se utilizó información reciente y confiable conseguida en papers, revistas e investigaciones reconocidas a nivel mundial, lo cual permite tener un enfoque actualizado del tema y elaborar propuestas eficientes y sostenibles en el tiempo. En esta sección se explica con mucho más detalle en que consiste la metodología HAZOP .

Según (Stamatis 2014) mencionando los nodos, las palabras guía una comparación con otro tipo de metodologías que buscan la mejora en la seguridad. Luego en lo que respecto al riesgo de operatividad se desarrolla su importancia y las fórmulas para el cálculo de indicadores.

De acuerdo con (Arévalo 2016). Posterior a esa sección se presentan aspectos metodológicos como la formulación del problema, las justificaciones para el estudio de dicho caso, el planteamiento de las hipótesis a demostrar y finalmente los objetivos a alcanzar en la presente investigación, ya sean de manera general y específica.

## **Realidad problemática**

En la actualidad internacional, según la Agencia (EFE 2019) se señala que muchas empresas buscan la implementación de una cultura a favor de la salud y seguridad ocupacional, pero el problema radica en que aún muchos empresarios ven esta inversión como un gasto que no genera rentabilidad a la compañía. Una explicación para entender la importancia de este tema es comprender que la seguridad ocupacional es parte del proceso productivo que se sigue en las empresas, dado que al tener un mejor ambiente se logra aumentar la productividad en los trabajadores lo cual permite realizar las labores diarias en las mejores condiciones.

En (Interempresas 2019) ) se explica la situación en Bilbao, España y la experiencia de EDE Ingenieros, donde la metodología HAZOP ha sido importante para la reducción de riesgos en las empresas de tipo industrial. Se menciona que esta metodología implica su aplicación en algunas etapas del trabajo; en primer término, se debe entender el modelo teórico y los conceptos de riesgos, luego se analizaran los puntos concretos donde puede ocurrir algún siniestro o adversidad, luego se debe elaborar de manera detallada los posibles daños para determinar la solución óptima. Según el Diario Norte (2019) en Argentina una asociación civil integrada por profesionales desarrolló una feria para explicar los diferentes métodos y herramientas para la prevención de accidentes de trabajo ocurridos en la sede de la Universidad Tecnológica Nacional. Se brindó información respecto a las normas vigentes en dicho país, los beneficios de la implementación de sistemas de seguridad, metodologías para la prevención de riesgos (entiéndase por HAZOP), normas internacionales como el ISO 45.001, una charla sobre trabajo seguro en espacios reducidos, entre otros.

Según la (OIT 2019), a través de un comunicado de su director Guy Rider por motivos del día de la seguridad y salud en el trabajo (28 de abril), se evidenció que existen víctimas mortales alrededor de 2,78 millones anual por motivo de los accidente de trabajo o enfermedades relacionadas a este tema (2.4 millones de

muertes por enfermedades y 380,000 por accidentes); luego un aproximado de 374 millones de trabajadores sufren lesiones que los llevan al ausentismo laboral por un periodo mayor a 4 días; finalmente se menciona que el costo de las malas prácticas respecto a la salud y seguridad ocupacional cuestan el 3.94% del PBI global anualmente.

Dentro de la información a nivel nacional se cuenta con (Agencia de Noticias Orbita 2019) menciona que Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, realizo un taller para fortalecer los conocimientos de los temas de seguridad laboral en la Casa de la Cultura de la Municipalidad de Cieneguilla el 29 de abril. Los temas desarrollados fueron enfocados en la capacitación del personal respecto a las metodologías y herramientas para el control de riesgos en el trabajo. Se tocaron además temas como la seguridad en las obras, el uso de equipos de protección, respuestas rápidas ante situaciones de emergencia.

Según el (Diario el Peruano 2019) en el Perú el gobierno ha iniciado una campaña por el día Mundial de la Seguridad y Salud en el trabajo, realizando acciones estratégicas por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, para cumplir con las normas respecto a la salud y seguridad en los ambientes laborales. Exhortó a los empleadores a informarse respecto a las normas establecidas para cumplir con las medidas de seguridad, además realiza charlas informando de las posibles sanciones que aplicarían en caso de encontrar deficiencia en las empresas inspeccionadas; lo cual se debe a que el Estado ha tomado una postura más severa en pequeñas empresas que poseen la mayor proporción de trabajadores.

En esta misma línea el (Diario el Comercio 2019), informó de las posibles sanciones económicas respecto al incumplimiento de la normativa de seguridad y salud ocupacional. Entonces luego de verificarse mediante la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral) - SUNAFIL que la empresa en inspección no cumple con los parámetros necesarios se aplicarían multas de S/.210, 000 soles para infracciones leves, S/. 420,000 soles para infracciones graves y hasta S/. 840,000 soles por infracciones muy graves; dada la última regulación las infracciones no pueden ser por encima de las 300 UIT.

Finalmente, según el (Diario Correo 2019) un trabajador fallecido víctima de un accidente laboral en Arequipa. Dado que la empresa no contaba con una metodología para el control de la seguridad en las actividades, el trabajador que prestaba servicios de limpieza tuvo heridas como consecuencia de la caída sobre una máquina trituradora y falleció 4 días después en un centro de salud cercano. La muerte es la peor consecuencia de un accidente, y las empresas deben estar enfocadas en el cuidado de su activo más importante.

La realidad problemática local es evidenciada en la empresa Tecnergy Perú S.A.C., la cual se encuentra situada en el distrito de Lurigancho, en la zona industrial denominada Huachipa, dentro de Lima Metropolitana. Esta empresa se dedica a los servicios de ingeniería eléctrica en grandes empresas, enfocada al desarrollo de proyectos eléctricos e industriales. Los servicios que ofrecen son instalaciones eléctricas industriales, mantenimiento correctivo y preventivo de tableros electrónicos, automatización y control industrial, y otros servicios de ingeniería mecánica. Se muestran las imágenes referenciales de los trabajos realizados de la empresa en el Anexo n° 5 de esta investigación.

Es labor ahora determinar la problemática de la empresa Tecnergy Perú S.A.C, la cual se encuentra enmarcada dentro de los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos, tanto el tema de salud y seguridad en el trabajo, para prevenir incidentes y accidentes. Como se ha podido observar los trabajadores están en una constante exposición al peligro dado el rubro, esta situación se agrava aún más debido a que actualmente no presentan alguna metodología para la minimización de riesgos en este proceso. Para describir la realidad problemática de la empresa en mención, se procede a usar el diagrama de Ishikawa para identificar los problemas existentes y se muestra en el Anexo N° .

En dicho diagrama se muestran los problemas más importantes encontrados en cada aspecto dentro de los riesgos operacionales en el servicio de instalación de tableros eléctricos. Se muestra entonces que en la estructura de la organización se encontraron problemas como la falta una metodología para la reducción de riesgos y deficiencias en la prevención; a continuación en el aspecto del método de trabajo, se menciona que no existen capacitaciones en el área sobre el tema de seguridad; luego en el tema del personal, se cuenta que existe poco interés

en el conocimiento sobre la seguridad ocupacional y exceso de confianza en los labores e inexperiencia; respecto al material del área se menciona la existencia de productos defectuosos y que además los materiales no llegan a tiempo al taller; luego en el ambiente de trabajo hay poco orden en el área común y existe poca señalización de riesgo en los equipos y maquinarias; finalmente en los equipos de trabajo se menciona que son de alta antigüedad y además presentan desperfectos, entre otros.

Después de haber observado y relatado las deficiencias encontradas, se procedió a realizar un cuestionario con expertos en el tema, los cuales respondieron con la mayor sinceridad posible en una escala cada una de ellas, para determinar cuál es la más importante de todas y así iniciar el proceso de mejora respecto a estos problemas. Las preguntas que se muestran en el Anexo N° 3 de la presente investigación.

Las puntuaciones y resultados se muestran en el Anexo N° 05 de esta investigación. En dicha tabla se aprecia la relación de problemas sucedidos en la empresa y la puntuación brindada por 5 trabajadores conocedores del tema, los que calificaron con una puntuación de 20 al elemento más relevante dentro de la gestión de riesgos operacionales; y con 1 a la causa más baja.

El resultado final de aplicar esta herramienta ha sido la obtención del diagrama de Pareto inicial, Como se observa en el diagrama de Pareto del Anexo N° 6, las principales causas que explican gran parte de los problemas son la falta de una metodología para la reducción de riesgos operacionales, a continuación, se encuentra el personal con poca experiencia del tema de seguridad desperfectos por falta de mantenimiento, la falta de capacitación y las deficiencias en el control y prevención de incidentes.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Trabajos previos internacionales**

En las investigaciones a nivel internacional se inicia presentando al trabajo de (Urgiles 2018), que tuvo como objetivo identificar de los riesgos que existen en los laboratorios de ingeniería química para luego realizar un análisis aplicando la metodología HAZOP respecto al riesgo, en donde se desarrollará un plan el cual minimice estas amenazas y posteriormente se planifiquen medidas de control. La investigación es de tipo aplicada de enfoque cualitativo, en tanto que se utiliza una metodología analítica y deductiva a la luz de las normas legales respecto al tema de seguridad; las herramientas utilizadas fueron la observación directa del objeto de estudio, recopilar información, analizar datos mediante gráficos y tablas en Excel, y la revisión bibliográfica de la legislación de seguridad y salud en el trabajo.

Los resultados mostraron que aplicando la metodología HAZOP en el lugar de estudio, se encontraron un total de 46 puntos críticos o factores a mejorar, de estas recomendaciones 19 no generan un costo adicional, sino simplemente una mejor gestión y 27 de ellas si generan un costo; con esta información, se concluye que los 23 laboratorios de ingeniería química de la universidad en mención no cuentan con la seguridad necesaria para el desempeño de las actividades, además las recomendaciones dadas se encuentran alineadas en el cumplimiento de la norma INEN 2868 (la cual regula la seguridad en los centros educativos del país de Ecuador). Finalmente se recomienda mejorar los manejos actuales en dichos laboratorios, implementando las recomendaciones y adecuándose a la normativa vigente.

De acuerdo con (Romero 2017) en su investigación tuvo objetivo principal es proporcionar soluciones metodológicas utilizando las herramientas brindadas por HAZOP para el desarrollo de infraestructuras en puertos, en donde se debe centrar la atención en las amenazas que posee cada lugar y mejorar los aspectos que no fueron considerados al momento de la construcción. La metodología fue de tipo cualitativa de carácter exploratorio con un método deductivo y comparativo; la herramienta utilizada es la recolección de información bibliográfica, el análisis de los parámetros necesarios para la seguridad, la

metodología HAZOP, la aplicación de encuestas y entrevistas a profundidad. Los resultados mostraron que en la creación y diseño de un puerto modelo se alcanzaron los parámetros óptimos para la seguridad, en tanto que en una escala del 1 al 48 (siendo 1 el valor de menor riesgo y 48 al máximo riesgo), se obtuvo un índice de amenaza entre 1 y 3 puntos, un índice de vulnerabilidad entre 1 y 4 puntos, y un índice de severidad entre 1 y 4 puntos. Finalmente, se concluyó que el método utilizado en la evaluación de riesgos ha conseguido los objetivos planteados, por lo que se le considera útil a la luz de las estadísticas alcanzadas en el sistema portuario en España, respaldada por datos reales sobre la seguridad operacional.

De acuerdo con (Chaiwat 2016) mediante su investigación, su principal objetivo es reducir los riesgos operacionales acontecidos en la planta mencionada, para lo cual se desarrollan procesos dinámicos de identificación de riesgos, implementar un método con múltiples soluciones para los problemas relacionados a los indicadores de seguridad, y luego se propone el uso de un enfoque para la evaluación. La investigación fue de carácter aplicado con enfoque experimental, se determinó la población y muestra mediante un proceso de trabajo en planta durante 24 meses, las herramientas utilizadas fueron la metodología HAZOP para la identificación y gestión de riesgos, el método bon-tie y el análisis de algoritmos.

Los resultados mostraron que Aproximadamente el 70 por ciento de los valores del indicador son categorizado como integridad media, mientras que el resto de los valores se clasifican igualmente como Baja y alta integridad, respectivamente. El valor medio de integridad para el indicador es aproximadamente 0,85. El proceso se repite para todos los demás indicadores. En conclusión, este estudio demuestra el método para incorporar procesos de seguridad. Indicadores en la estimación de la probabilidad de eventos de seguridad de procesos. El análisis queda excluido del ámbito de esta investigación. Por lo tanto, es prudente explorar la aplicación de BN en el análisis de consecuencias para cumplir con el segundo elemento de riesgo y obtener el resumen de la evaluación dinámica de riesgos.

Según la investigación de (Crespo 2016), su principal objetivo fue analizar la situación actual de las plantas industriales de la empresa Indura Ecuador para observar los problemas de riesgos operacionales y brindar una propuesta de mejora, esto se hace como parte de la metodología analítica funcional de la operatividad - HAZOP que proporciona herramientas para un adecuado control de los riesgos; se pretende utilizar un plan de acción para la corrección de errores que puedan ser encontrados durante la investigación. La tesis es de tipo aplicada de enfoque cualitativo, en donde se utilizaron herramientas como diagramas de proceso o flujo, ficha de datos de equipos, check list de verificación, análisis de factores de riesgo y método de Willia Fine.

Los resultados mostraron que gracias al uso de la metodología HAZOP es posible tener una administración más eficiente respecto a los riesgos en los procesos industriales que se siguen en la empresa, también es útil en el diseño y construcción de nuevas plantas; luego en una correcta planificación del mantenimiento se pueden ahorrar muchos costos futuros que surjan ante la ocurrencia de siniestros, por lo que la metodología plantea facilidades para el mantenimiento de dichas labores. Finalmente se recomienda incluir un plan de auditorías internas para la verificación de los parámetros adecuados, incluir revisiones técnicas constantes, y adquirir detectores para la seguridad.

Se tiene la investigación realizada por (López 2016), mediante su investigación desarrollo un diseño de propuesta para mejorar los niveles de seguridad en la estación industrial eléctrica de Comisión Federal de Electricidad, para lo cual se analizó los programas existentes para realizar las modificaciones necesarias en búsqueda de una situación más segura. La investigación fue de tipo cualitativa de enfoque aplicado debido a que se realizó en la Zona de Transmisión Los Mochis, las herramientas utilizadas fueron el análisis del historial de accidentes y enfermedades ocasionadas por el trabajo, además de la metodología HAZOP para el análisis de la seguridad operacional, la interpretación de datos se dio a través de gráficos y tablas en Excel, diagramas de Ishikawa identifica la causa de los problemas y, además de contar con la determinación de índices de frecuencia accidental, para luego realizar una propuesta de mejora en el sistema de seguridad industrial.



Los resultados del trabajo mostraron que el 75% de los accidentes surgidos fueron en el departamento de subestaciones, y el 25 % en el departamento correspondiente a líneas, luego con la metodología HAZOP los trabajadores cuentan con una capacitación en los temas de seguridad industrial, además cuentan con equipos adecuados para la protección, por lo que se les debe exigir su uso; se determinó que los trabajos a considerarse riesgosos y que deben contar con un especial cuidado y supervisión son los trabajos en líneas y en equipos con energía, los trabajos en alturas, los trabajos en ductos o bóvedas, el manejo de residuos peligrosos, trabajos de corte y soldadura, entre otros. Finalmente, se recomienda un mínimo 40 horas de capacitaciones al año con relacionados a seguridad y salud ocupacional, utilizar casco resistente a tensiones de 13.8KV, guantes para voltajes de 34.5KV y botas de clase 4.

Se cuenta con el trabajo de investigación de (Gavilanes 2015) su principal objetivo es identificar las condiciones existentes en la planta mencionada que generan vulnerabilidades y pueden ser afectas a riesgos, en este sentido se plantea identificar estas condiciones, aplicar la metodología HAZOP en la evaluación de riesgos para posteriormente implementar un plan de seguridad y finalmente comprobar la mejorar con las respuestas positivas ante el riesgo crítico. La investigación es de tipo cualitativa y semi-cuantitativa, además de tener un enfoque aplicado a la planta en mención, la población es la estación de bombeo en La Libertad, luego la muestra está determinada por el sistema de detección y alarma de incendio en diques; las herramientas que se utilizaron fue la recolección de datos a través de fichas de datos en equipos, listas de control, análisis HAZOP, diagramas de flujo, formatos para el análisis de información, entre otros.

Los resultados del análisis mostraron que existen riesgos de tipo moderado para 3 tanques de techo cónico y riesgo extremo para 4 de ellos; luego existe un riesgo grave en la unidad de bombeo; y finalmente se hallaron 2 tuberías de bombeo con riesgo moderado y 4 con riesgo extraño. Se concluye que la utilización de herramientas posibilita la identificación de los posibles riesgos y vulnerabilidades en la estación estudiada, debido a que existen debilidades en la seguridad contra incendios. Finalmente, se recomienda implementar un sistema de auditorías

externas, tercerizar el servicio de supervisión con una empresa especializada y realizar obras civiles como la construcción de sub-diques en los muros de los tanques dado que se demostró su inestabilidad.

### **Trabajos previos nacionales**

Dentro de los antecedentes similares al tema tratado en este estudio prese se puede mencionar al trabajo desarrollado por (Robles 2018) ,el objetivo estuvo dirigido en la aplicación de la metodología HAZOP y sus herramientas para lograr disminuir los riesgos que se presentan en el trabajo dentro de la operatividad, es decir, refiriéndose a los temas de salud y seguridad en el ambiente laboral. La investigación fue de tipo experimental en donde se emplea el método deductivo de enfoque cuantitativo, la muestra fueron dadas por un conjunto de 17 actividades dentro del proceso productivo en la fabricación de zapatos; las herramientas y metodologías estuvieron determinadas por el análisis HAZOP, para lo cual se conformó un grupo de trabajo constituido por 3 individuos, se aplica un diagnóstico inicial a través de diagramas de flujos, por la cual en su presentación de datos se utilizaron tablas y graficas del programa Excel.

Los resultados sostienen que de acuerdo con los 17 procesos analizas, se encontraron 73 parámetros importantes a estudiar y un total de 75 palabras que sirven de guías; luego se halló que, del total de riesgos o peligros en el trabajo, el 73% son de carácter grave y el 27% restante pueden ser considerados como serios, en tanto que no se encontraron riesgos leves. Dada esta problemática se aplicó la metodología HAZOP y se logró reducir los riesgos graves a un 4% del total, luego el 80% resultaron serios y el 16% leves. Finalmente, se concluye que la metodología aplicada si logra disminuir los riesgos de operatividad en la empresa mencionada, por lo que se recomienda su aplicación a otras.

De acuerdo (Montero 2018), en su estudio sobre la disminución de los riesgos operativos de la empresa en mención, para lo cual se propuso un modelo de gestión en la seguridad operativa y en la higiene industrial, esto se dio a través del diagnóstico e identificación de los riesgos, al aplicar el modelo se pudo evaluar el índice de duración media. El trabajo realizado es de tipo descriptivo, con un diseño pre-experimental; la población y la muestra estuvieron

determinados por las horas trabajadas en el periodo 2017 hasta el 2018-I, en la planta de la empresa pesquera, las herramientas utilizadas fueron la observación de manera directa, la recolección de datos a través de las fichas IPERC de las áreas de trabajo, se empleó la metodología PDCA y el indicador IDM.

Los resultados mostraron que durante el año 2017 se tuvo un total de 12 accidentes y 166 días perdidos (los meses de mayor incidencia fueron febrero, marzo y abril); y para el periodo 2018-I, 5 accidentes y 77 días perdidos (mayormente en marzo); respecto a los índices de duración media, el promedio para el año 2017 fue de 13.83, obteniendo valores altos en mayo (33), junio (32) y julio (28) y para el periodo 2018-I fue de 15.4 (el valor más alto en febrero, 28), cabe resaltar que hubieron meses con un indicador de cero, lo que menciona que no se registraron accidentes. Con estos datos se concluye que no solo basta con aplicar un modelo de gestión, sino que además debe darse un seguimiento constante y se recomienda usar los datos estadísticos encontrados de manera constante para tomar acciones preventivas y aumentar el cuidado en la época donde más accidentes se generan.

Según (Villegas 2017), su investigación tuvo como finalidad evaluar los riesgos asociados a las actividades de una planta de tratamiento de agua, dentro de esto se identificaron y describieron los puntos críticos con sus peligros potenciales, se evaluó dichos riesgos y se recomendó medidas de control para la gestión de los accidentes. La investigación fue de tipo descriptiva con enfoque cualitativo, la muestra se conformó por los procesos que se realizan en la planta tratadora de agua, las herramientas utilizadas fueron la metodología HAZOP para la identificación de riesgos operativos, además de la revisión bibliográfica sobre el tema, diagramas de flujo y el marco normativo que establece parámetros de seguridad.

Los resultados encontrados en la investigación mencionada demostraron que se deben realizar mejoras en 16 aspectos o nodos de la planta, tales como: las líneas de llegada en Mainfold de entrada, en el tanque de lavado, el sistema de filtros, el tanque Skimmer, el Skid de bombas, entre otros. Se concluye que las medidas de control existentes no son las adecuadas para mejorar las falencias actuales, por lo que se debe considerar las opiniones del personal que contribuye

a la reducción de riesgos; finalmente se recomienda contar con el sistema de control SKADA, tener cierres herméticos para las válvulas, que las bombas cuenten con indicadores de presión legibles, y que el sistema de control de emergencias en la planta pueda ser controlado por el PLC.

Luego se cuenta con la investigación de (Juárez 2015), el principal objetivo fue dar soporte en la seguridad de las instalaciones a través del aumento del rendimiento del sistema de manera progresiva y confiable, todo esto mediante la utilización de un sistema de riesgos con la metodología HAZOP; esto se cumplirá en la medida que se identifiquen y evalúen los riesgos potenciales existentes para así plantear un tratamiento en la mejora e implementar estas recomendaciones. La investigación tuvo un enfoque cualitativo y de tipo descriptiva dado que no se aplicó sobre una muestra o en alguna empresa, sino que busco la recopilación de información y se aplicaron pruebas en tipos de baterías; se utilizaron herramientas como diagramas de flujo, revisión de la literatura, reportes de caso, listas de control, entre otros.

Los resultados demuestran que aplicar la metodología HAZOP es útil para poder identificar los posibles escenarios que presenten riesgos en el ámbito dado, ya sean riesgos de carácter grave, serio o leve. La aplicación de esta metodología además permite disminuir o minimizar los riesgos de operación en las baterías de producción tipo BJJA. Finalmente se concluye que la herramienta HAZOP es poderosa para la identificación de riesgos y su disminución, luego que las empresas deben realizar este tipo de análisis de manera obligatoria en todas las áreas del proceso productivo; y se recomienda adecuar la normativa vigente para considerar un mejor análisis sobre los riesgos de operatividad.

Luego se cuenta con la investigación de (Juárez 2015), el principal objetivo fue dar soporte en la seguridad de las instalaciones a través del aumento del rendimiento del sistema de manera progresiva y confiable, todo esto mediante la utilización de un sistema de riesgos con la metodología HAZOP; esto se cumplirá en la medida que se identifiquen y evalúen los riesgos potenciales existentes para así plantear un tratamiento en la mejora e implementar estas recomendaciones. La investigación tuvo un enfoque cualitativo y de tipo descriptiva dado que no se aplicó sobre una muestra o en alguna empresa, sino

que busco la recopilación de información y se aplicaron pruebas en tipos de baterías; se utilizaron herramientas como diagramas de flujo, revisión de la literatura, reportes de caso, listas de control, entre otros.

Los resultados demuestran que aplicar la metodología HAZOP es útil para poder identificar los posibles escenarios que presenten riesgos en el ámbito dado, ya sean riesgos de carácter grave, serio o leve. La aplicación de esta metodología además permite disminuir o minimizar los riesgos de operación en las baterías de producción tipo BJJA. Finalmente se concluye que la herramienta HAZOP es poderosa para la identificación de riesgos y su disminución, luego que las empresas deben realizar este tipo de análisis de manera obligatoria en todas las áreas del proceso productivo; y se recomienda adecuar la normativa vigente para considerar un mejor análisis sobre los riesgos de operatividad.

### **Teorías relacionadas al tema**

#### **Principios e importancia de la metodología HAZOP**

De acuerdo con (Dwi, Rozaaq, Musyafa y Soepriyanto 2015), menciona que un estudio HAZOP sigue un enfoque validado y bien estructurado con una sólida base de trabajo, con fuertes bases en el trabajo en equipo; útil para identificar los peligros y riesgos existentes en el diseño de procesos o en modificaciones para incorporar dispositivos nuevos o ya existentes.

De esta forma, según (MacGregor 2017), las posibles amenazas a su funcionamiento pueden evaluarse y eliminarse de su intención de su diseño. Los beneficios de este enfoque aseguran que las posibles desviaciones de la funcionalidad prevista originalmente de gestión e ingeniería que puedan identificarse y corregirse mediante la comprensión de los peligros potenciales para la seguridad, la salud y el medio ambiente de los equipos y procesos. También se pueden planificar acciones para mejorar los procesos relevantes dentro de un grupo de trabajo y en toda la empresa.

## Fases y elaboración de diagramas de procesos del HAZOP

Para este desarrollo de acuerdo con (Stamatis 2014) se presenta la siguiente tabla que explica y las etapas o fases de la metodología HAZOP, a saber:

Tabla1 :Pasos o fases para la metodología HAZOP

Pasos	Función Específica.
<b>Definición</b>	Definir alcance y objetivos.
	Definir responsabilidades.
	Seleccionar equipo.
<b>Preparación</b>	Plan de Estudio.
	Recolectar datos.
	Ponerse de acuerdo con el estilo de grabación.
	Tiempo estimado.
	Organizar el horario.
<b>Revisión</b>	Dividir el sistema en partes.
	Seleccionar la parte y definir la intención del diseño.
	Identificar las desviaciones mediante el uso de guía de palabras en cada elemento.
	Identificar las consecuencias y las causas.
	Identificar si existe un problema significativo.
	Identificar mecanismos de protección, detección e indicación.
	Identificar posibles medidas de remediación o mitigación (opcional).
	Acordar acciones.
	Repetir por cada elemento y luego por cada parte.

<b>Documentación y seguimiento</b>	Examen de registro.
	Firmar la documentación.
	Producir informe de estudio.
	Seguimiento para asegurar que las acciones sean implementadas.
	Repasar cualquier parte del sistema si es necesario.
Producir reporte o informe de salida final.	

Fuente: (Stamatis 2014)

Ahora según (Danko, Janošovský, Labovský, y Jelemenský 2019), se presenta una tabla que explica de manera practica los pasos a seguir para evaluar la metodología HAZOP, para lo cual se necesitan considerar algunos aspectos importantes que se mencionan a continuación

Tabla 1: *Evaluación para la metodología HAZOP*

<b>Exposición del Personal</b>	<b>Demora</b>	<b>Valor</b>	<b>Robustez</b>	<b>Idoneidad/Conveniencia</b>
Calificación y experiencia del personal	Reemplazo de tiempo y costo Posibilidades de reparación	Resistencia estructural Robustez	Tipo de operación Experiencia previa	Tipo de operación Experiencia previa
Organización y Presencia Requerida	Numero de interfaces contratistas o sub contratistas.	Método de operación	Equipamiento usado	Equipamiento usado
Cambios de turno	Periodo de desarrollo del proyecto.	de Novedad y viabilidad	Márgenes de robustez Condiciones de mantenimiento	Márgenes de robustez Condiciones de mantenimiento
Sustituto y copia de seguridad de	Campo existente de infraestructura.	de Novedad y viabilidad	Márgenes de robustez Condiciones de mantenimiento	Márgenes de robustez Condiciones de mantenimiento
Detalles generales de proyecto	Infraestructura según el caso Objeto manejado		Experiencia previa	Experiencia previa

Fuente:Elaboración propia

## **Comparación de HAZOP con otras metodologías**

Dentro del análisis comparativo entre las metodologías que colaboran en la gestión de riesgos, se cuenta con la información provista por (Mechhoud, Rouainia, y Rodriguez 2016), la cual se presenta mediante la siguiente tabla:



Tabla 2: Comparación con otras metodologías

Metodología	Descripción	Materiales necesarios	Ventajas	Desventajas
<b>Análisis histórico de accidentes</b>	Identificación de accidentes a través del historial de la empresa, se da en un enfoque cualitativo y es de amplia difusión	Consulta de bases de datos, informes industriales	Bajo costo	Alcance insuficiente
<b>Check List</b>	Revisión de los puntos a mejorar dada su identificación, es aplicable a todo tipo de fases o proyectos	Normas o estándares de referencia	Comprobación a detalle	Trabaja para una instalación
<b>What If?</b>	Técnica de carácter inductivo dado que utiliza la información presente para realizar estimaciones respecto a situaciones que podrían acontecer si algún factor cambiara.	Diseño detallado y planes de operación	Prevención de riesgos	Técnica muy general y alta inversión
<b>FMEA</b>	Análisis de modo y efectos de fallo en donde se encuentran directivas para identificar potenciales errores de acuerdo a las condiciones actuales; luego se priorizan los aspectos más importantes a mejorar	Diseño detallado, planes y datos sobre operación	Bajo costo	Poco exhaustivo
<b>Auditoria de seguridad</b>	Enfocada en el análisis monográfico de la situación respecto a riesgos de la empresa, comparándola con la normativa vigente en la revisión de procesos y control de pérdidas.	Normas internas de instalaciones y normativa vigente, documentación.	Considera toxicidad	Contempla solo la normativa
<b>HAZOP</b>	Consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de palabras guía	Diseño detallado y datos sobre operación	Prevención y gestión de riesgos	Alta inversión y análisis exhaustivo

Elaboración propia

## Nodos

Según la información de (Kobayashia y Yamamoto 2015) los nodos se definen como las subdivisiones más pequeñas en un proceso, también denominados subsistemas, los cuales se identifican con una finalidad en común. Se cuenta además que los parámetros a través de los cuales se muestran pueden ser caracterizados de muchas formas; como ejemplos de nodos se tiene un tramo de tuberías interconectadas o un conjunto de equipos o maquinaria. Estos nodos deben ser numerados de manera correlativa dentro del orden de cada sistema y en el sentido que se siga dentro del proceso, para así tener una mejor organización interno al momento del análisis. Luego se cuenta con las siguientes dos divisiones:

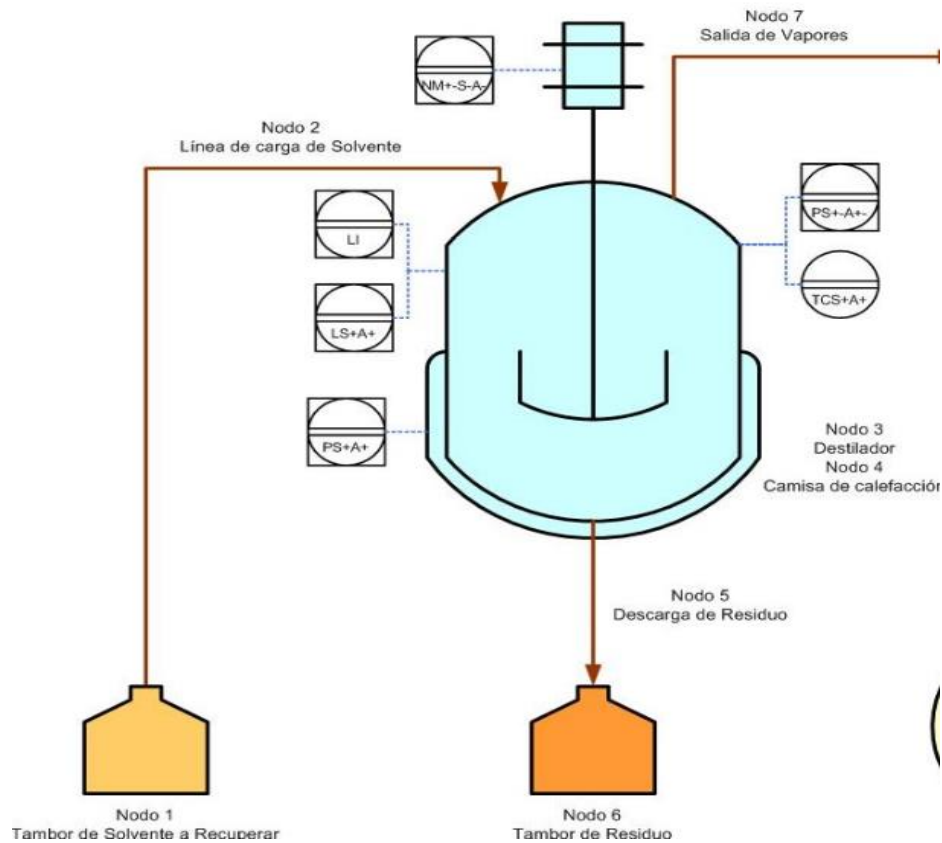
- Nodos de proceso: Se agrupan y organizan por pasos de procesos, como resultado de las actividades realizadas por la empresa, con base en parámetros determinados internamente.
- Nodos globales: Estos tipos agrupamientos se da en un enfoque más general, en donde se logra la identificación de causas externas al proceso que pueden condicionar el correcto funcionamiento; en este sentido el análisis de los nodos está referido a dichas desviaciones.

A continuación, se presenta el indicador que determina el número de nodos en el proceso HAZOP:

Ecuación 0-1 Nodos

$$Nodos = \frac{\text{Número de nodos estudiados}}{\text{Total de nodos}}$$

Figura 1 Número de nodos de un proceso de vaporización



Se muestra una representación gráfica de la secuencia de nodos para una planta de vapor según (Kobayashia y Yamamoto 2015), donde esencialmente se detallan los hitos del proceso, similar a lo que correspondería a un diagrama de operaciones del proceso.

### Palabras guía y sesiones en HAZOP

Según (Gao y Wang 2018), la metodología HAZOP su objetivo principal es analizar las desviaciones que fueron planteadas respecto a la identificación y gestión de los riesgos en la operatividad. Se utilizarán diagramas, además de indicadores para la medición del riesgo operativo, luego se realizarán consultas bibliográficas respecto a la normativa vigente, así como también se utilizarán manuales de operación, fichas técnicas de los elementos y equipos en el almacén, entre otros.

Posteriormente, se presenta la siguiente tabla con las palabras guía según (Stamatis 2014) a utilizar en la implementación de la metodología HAZOP:

Tabla 3: *Palabras guía en HAZOP*

<b>Palabra guía</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Definición</b>
<b>Más</b>	Presión	Incremento cuantitativo
<b>Además de</b>	Voltaje	Incremento cualitativo
<b>Otro que</b>	Caudal	Sustitución completa o parcial
<b>Menos</b>	Flujo	Decremento cuantitativo
<b>No</b>	Temperatura	Negación de la intención de diseño
<b>Parte de</b>	Concentración	Decremento cualitativo

Fuente: (Stamatis 2014)

## **Parámetros**

Según la información provista por (Silvianita, Faris, Rochani y Marina 2015) es importante la selección de un parámetro correcto en para la medición de resultados esperados dentro de la metodología HAZOP, luego se analizará cada nodo materia de estudio. Para esto el director encargado de estas actividades deberá decidir dentro de los siguientes dos grupos que se mencionan que tipo de parámetros a utilizar:

- **Parámetros específicos:** Son aquellos tipos de indicadores que se encuentran relacionados a las características físicas del proceso, los cuales son medibles o mesurables en este aspecto. Cabe resaltar que debe considerarse las desviaciones que se tornen peligrosas, como también las acciones propias de la actividad de los trabajadores dentro del proceso productivo en la compañía, este elemento es importante en la conservación de la seguridad en la metodología HAZOP.
- **Parámetros generales:** Estas en lugar de ser una medida de referencia, señalan mediante a la negación o aceptación condiciones de inseguridad, su expresión es a través de indicadores cualitativos.

En la siguiente línea se presenta el indicador que expresa el concepto de los parámetros a utilizar respecto a los que se tienen:

Ecuación 0-2 Parámetros

$$Parametros = N^{\circ} Parámetros\ escogidos$$

### **Indicadores en formatos de operatividad HAZOP**

De acuerdo con (Less 2012), se cuenta con los siguientes indicadores al aplicar la metodología HAZOP:

- Cambios en la cantidad, los cuales pueden ser expresados en menor flujo, mayor flujo o ningún cambio en el flujo apreciado luego de la implementación de mejora.
- Cambios en las condiciones físicas, que se expresa a través de variaciones en mayor o menor temperatura, presión, estructura física, entre otros.
- Cambios en las condiciones químicas, es decir la concentración de algunos elementos en la composición interna de los elementos, así como también su situación contaminante.
- Condiciones de encendido y apagado de equipos, se muestra acerca del mantenimiento, paradas programadas, y pruebas para verificar su óptimo funcionamiento.
- Peligrosidad de los equipos, se refiere a los registros de la composición de los equipos y también a el tipo de material del que se encuentran contruidos, muchas veces esto repercute en las condicione de seguridad.
- Situaciones de emergencia, se consideran aspectos como fallas en la electricidad, aire o agua; condiciones toxicas, explosiones de fuego y otros acontecimientos imprevistos.

## Acciones HAZOP e informe final

Según la información proporcionada por (Ericsson 2005), se debe contar con una documentación ordenada y profunda respecto a los siguientes informes a considerar:

- Esquemas que muestren la situación de los nodos respecto a los subsistemas señaladas por la empresa
- Formatos de los alcances en las sesiones HAZOP, donde se debe indicar la fecha y relación de grupos de trabajo
- Resultados obtenidos luego del análisis
- La clasificación de los indicadores ya sea cualitativa o de carácter cuantitativo
- Una lista de las acciones a tomar luego de apreciar los resultados obtenidos
- Una relación de actividades de acuerdo a cada criterio de evaluación
- Entre otros que se consideren relevantes.

Para (Suhardi et. al 2018) otro aspecto importante luego de haber realizado las tablas es incluir en el documento final, una copia de las hojas de trabajo de la metodología HAZOP, en tanto que son muestra de las actividades constantes por parte del equipo; además de realizar las propuestas se deben señalar cambios en la distribución o diseño en la operatividad con el fin de reducir los riesgos y desviaciones en el caso analizado.

Finalmente se muestra el indicador respecto a las acciones a tomar que se determina por la relación entre el total de las acciones HAZOP y el número de acciones estudiadas

### Ecuación 0-3 Acciones HAZOP

$$Acciones = \frac{Número\ de\ acciones\ correctoras}{Total\ de\ acciones\ HAZOP}$$

A modo de resumen, cabe mencionar que estos indicadores previamente señalados, asociados a las dimensiones: nodos, parámetros y acciones HAZOP, corresponde a la variable independiente materia de estudio; metodología HAZOP la cual permite viabilizar la mejora en el servicio de instalación de tableros eléctricos en la empresa Tecnergy Perú.

### **Definición e importancia de los riesgos operativos**

De acuerdo con (Wiley 2016) el riesgo está referido a la posibilidad de pérdidas, ya sean económicas, sociales o tecnológicas en una determinada organización. En este sentido las fallas en el proceso productivo que siga la empresa pueden ser ocasionadas por el trabajador, por desgaste en los equipos, entre otros; adicionalmente los riesgos pueden ser tangibles o intangibles. Refiriéndose al riesgo en el trabajo.

De acuerdo (Vadimovna y Sergeevich 2017) estos pueden clasificarse en riesgos físicos, químicos, ergonómicos, mecánicos, y así sucesivamente en tanto que existan dimensiones en las que se pueda intervenir, los cuales también dependerán del campo de acción de la empresa en estudio.

### **Metodologías para evaluación de riesgos**

De acuerdo (Veland y Aven 2015) hay varios métodos de evaluación de riesgos, entre ellas se tienen:

- Metodología HAZOP, la cual es aplicable a instalaciones existentes y sus posteriores modificaciones
- Check List, es la revisión de los puntos a mejorar dada su identificación, es aplicable a todo tipo de fases o proyectos.
- Análisis del historial de accidentes, es la identificación de accidentes a través del historial de la empresa, se da en un enfoque cualitativo y es de amplia difusión
- Metodología What-If, técnica de carácter inductivo dado que utiliza la información presente para realizar estimaciones respecto a situaciones que podrían acontecer si algún factor cambiara.

- FMEA, es el análisis de modo y efectos de fallo en donde se encuentran directivas para identificar potenciales errores que pueden suceder en la empresa de acuerdo con las condiciones actuales; luego este método trata de priorizar los aspectos más importantes a mejorar.
- Auditoria de seguridad, se encuentra enfocada en monográfico de la situación respecto a riesgos de la empresa, comparándola con la normativa vigente en la revisión de procesos y control de pérdidas.

### **Tipos de riesgos: endógenos y exógenos**

Los riesgos que pueden acontecer en una empresa pueden ser divididos en endógenos y exógenos; para estas definiciones se cuenta con la información de (Aven 2017), que aclaran el panorama a continuación:

- Factores endógenos, son aquellos que se encuentran relacionados a los riesgos internos y son productos propios de la actividad que realice la empresa dentro de sus procesos, y esto además afecta al trabajador en sus labores operativas. Para disminuir estos es necesario que los operarios cuenten con la protección adecuada (ya sea en vestimentas y herramientas), y de un correcto conocimiento de las medidas para la prevención de algún siniestro para una respuesta rápida y eficiente.
- Factores exógenos, son los relacionados al contexto donde se realizan las actividades, es decir son determinados por el entorno, lo cual también abarca las situaciones que no pueden ser previstas y que perjudican el medio ambiente y a los trabajadores. Para su prevención, las empresas deben acogerse a la normativa vigente en cada país, además de contar con controles de monitoreo en caso de algún desastre



## **Calificación de riesgos: humano, técnico, incontrolable**

Según (Trapani, Macchi y Fumagalli 2015), es importante la identificación de las causas que pueden haber condicionado el siniestro; dado que se pretende formalizar una propuesta consistente y consensuada basada en la metodología HAZOP. Existen tres grandes grupos en la calificación de los riesgos, primero existe el factor humano, es decir el trabajo del hombre sobre los factores de producción; el ser humano es un ente imperfecto que puede cometer errores dentro de sus labores, lo cual mediante alguna desatención origina un peligro. Luego se encuentran los factores técnicos, que son aquellos vinculados al funcionamiento de las maquinas o equipos de la empresa; cuando no existe un buen mantenimiento o seguimiento de fallas, estos pueden ocasionar algún riesgo sobre los trabajadores que lo operan o sobre todo el entorno. Finalmente se cuenta con los factores denominados incontrolables, debido a que son aquellas condiciones externas o de la naturaleza que no se pueden prevenir.

## **Indicadores de riesgos de operatividad**

Para (Hyatt 2018), se cuenta con los siguientes indicadores que señalan algún grado de peligro o riesgo en la operatividad:

- Índice Dow: Este indicador señala los riesgos que se tienen para la ocurrencia de incendios y explosiones en el ambiente determinado.
- Índice Mond: Es un indicador que identifica los riesgos químicos que se poseen en una instalación específica.
- Evaluación cualitativa de riesgos: Esta mide desde un carácter de calidad la gestión o situación que se tiene al enfrentar riesgos en la operatividad
- HAZID: Identifica los factores de riesgo en un determinado lugar, la cual usa diagramas de flujo, balances de masa, temperatura, entre otros.
- Evaluación cuantitativa de riesgo: Es la más compleja de todas dado que tiene como objetivo asignar un valor monetario a un riesgo específico, por lo que su punto de partida es identificar las

perdidas potenciales asociadas a la manifestación de una o más amenazas.

### Índices estadísticos

Se muestra la información de (Arévalo 2016), para mencionar los índices estadísticos, los cuales permiten determinar a través de cifras algunas de las características en los aspectos de seguridad ocupacional en el trabajo, refiriéndose a los términos de accidentabilidad en determinada compañía o sector. La finalidad de los indicadores es orientar los futuros trabajos de mejoras hacia alguna problemática específica a solucionar. Entre los indicadores que se utilizaran en la investigación se puede mencionar:

- Índice de frecuencia: Este indicador expresa la cantidad en términos numéricos de los accidentes que incapacitan al personal respecto a un millón de horas/hombre trabajadas. Es importante que los accidentes deben ser considerados dentro del ambiente laboral y en el horario correspondiente donde se debe descontar las ausencias por permiso, accidentes o enfermedades; la fórmula está dada por la siguiente expresión

Ecuación 0-4 Índice de frecuencia

$$\text{Índice de Frecuencia} = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^6$$

- Índice de gravedad: Este indicador expresa la cantidad en términos numéricos de las jornadas laborales perdidas (días) respecto a mil horas trabajadas, cabe resaltar que los accidentes deben ser considerados dentro del ambiente laboral y en el horario correspondiente donde se debe descontar las ausencias por permiso, accidentes o enfermedades; la fórmula es:

Ecuación 0-5 Índice de gravedad

$$\text{Índice de Gravedad} = \frac{N^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^3$$

- Índice de incidencia: Este indicador señala la relación que guardan el número de accidentes que han ocasionado bajas en el sector en relación a la cantidad total de trabajadores que realizaron labores en la empresa, la expresión se muestra a continuación:

Ecuación 0-6 Índice de accidentabilidad

$$\text{Índice de Accidentabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}} \times 10^3$$

## **Formulación del problema**

En base a la realidad de la problemática presentada, se plantean los siguientes problemas de investigación:

### **Problema general**

- El problema general de la investigación fue ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce los riesgos en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?

### **Problemas específicos**

- ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?
- ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?
- ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?

## **Justificación del estudio**

La elaboración de la investigación es de suma importancia debido a diversas causas de carácter metodológico, social, práctico, tecnológico y económico. Según (Hernández, Fernández y Baptista 2014) las justificaciones para una investigación le otorgan una relevancia o importancia necesaria e indiscutible. En ese sentido, se establecen las mencionadas justificaciones:

### **Justificación metodológica**

De acuerdo con (Baena 2014) en la investigación es importante utilizar métodos y herramientas correctas para resolver los problemas que surgen en cada realidad. Entonces, en la presente tesis la importancia metodológica viene dada por el uso de la metodología HAZOP para el análisis de causas, diagnóstico, aplicación y evaluación de consecuencias de los riesgos operativos del proceso estudiado.

### **Justificación tecnológica**

Según (Baena 2014), la solución a los problemas que acontecen en la realidad también demanda el uso de herramientas tecnológicas propios de la carrera de ingeniería industrial entre otras que se precisen necesarias, las cuales, dado la constante expansión y uso por parte de las compañías, aportan mejoras en el proceso a seguir en la presente investigación. En el caso de esta investigación, la implementación de la metodología HAZOP, es sostenida por el uso de determinados elementos tecnológicos que colaboran en su ejecución para la empresa de servicios de ingeniería eléctrica denominada Tecnergy Perú.

### **Justificación económica**

Para (Hernández, Fernández y Baptista 2014) la importancia económica de la investigación surge de la generación de utilidades que genera la investigación. Sin embargo, el trabajo actual pretende la reducción o eliminación de las pérdidas tanto materiales como humanas ocasionadas por los riesgos de la seguridad y salud ocupacional en el área de trabajo, lo cual tienen a su vez impacto económico negativo, puesto que las multas y

sanciones al reducirse o eliminarse representan un ahorro potencial para el área y la empresa en su conjunto.

### **Justificación social**

Para (Baena 2014) la importancia o trascendencia social de la investigación depende de los beneficios que la investigación aporte a la sociedad, grupo o colectivo dicha investigación. En este sentido, cabe señalar que la justificación social de esta tesis es brindar soluciones mediante una metodología como HAZOP para que los accidentes laborales se reduzcan o eliminen, de esta forma mejora las condiciones de los trabajadores en la empresa analizada, asimismo brindar seguridad de sus familias. Esto significa el cuidado de la integridad de los trabajadores que laboran en la empresa garantiza también segura la integridad de la sociedad en su conjunto.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

**HG:** La aplicación del método HAZOP reduce los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

De acuerdo con (MacGregor 2017) esta metodología proporciona herramientas para disminuir los riesgos operativos cuando se realizan trabajos en empresas del sector industrial; mediante el HAZOP se logra estandarizar procesos a través de la revisión de nodos para la identificación de riesgos y su prevención.

Segun (Dwi, Rozaaq, Musyafa y Soepriyanto 2015), se logra demostrar que este método reduce los riesgos de operatividad en una empresa del rubro industrial en Indonesia, en donde se reconocen aspectos propios de las labores como alta temperatura o niveles extremos a exposición de material químico y para eso es útil el empleo de formatos de seguridad para evitar siniestros.

Finalmente, para (Danko, Janošovský, Labovský y Jelemenský 2019) la metodología HAZOP proporciona un mejor control en los procesos de trabajo, así los riesgos pueden ser identificados y controlados, en su estudio se reconocen 24 labores de riesgo extremo, 6 labores de alto riesgo, 3 labores de medio riesgo y 3 labores de bajo riesgo en una fábrica de polipropileno; en este sentido se plantean alternativas que logran reducir los riesgos en cada tipo de actividades en la planta. Se concluye entonces que luego de analizar los procesos del trabajo operativo e identificar las causas de posibles accidentes, los riesgos se reducen dado que existe un mejor control sobre la situación y así se brindan mejores condiciones para el bienestar de los trabajadores.

## **Hipótesis específicas**

**HE1:** La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Para (Veland y Aven 2015), el método HAZOP brinda formatos y estrategias para la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo disminuya, en tanto que se logra supervisar mejor los puntos críticos encontrados durante la realización de trabajos operativos en cualquier tipo de empresas, para esto también es importante que el personal cuente con un buen nivel de conocimientos sobre los riesgos que pueden presentarse.

De acuerdo con (Silvianita, Faris, Rochani y Marina 2015), se identificaron 4 causas para la ocurrencia de accidentes y se demostró que la metodología HAZOP mejora los niveles de seguridad y reduce la frecuencia de accidentes a través de un mejor control visual e inspecciones y monitoreo constante al área de trabajo en plantas industriales; además se señaló que es importante capacitar a las personas en el tema de gestión de riesgos.

Para (Kobayashia y Yamamoto 2015) mediante el uso de las palabras HAZOP se logró mejorar los procesos de seguridad para reducir los índices de frecuencia en la ocurrencia de accidentes; además dicha metodología proporciona herramientas para una efectiva vigilancia de los procedimientos que son peligrosos. Al implementar la metodología HAZOP influye de manera positiva, reduciendo los índices de frecuencia en la ocurrencia de accidentes en los ambientes de trabajo o plantas industriales, dado una mejora gestión de los peligros existentes.



**HE2:** La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

De acuerdo con (Gao y Wang 2018) el empleo de la metodología HAZOP minimiza el índice de gravedad de accidentes en el caso estudiado para una planta de ingeniería, en donde se demostró que luego de la implementación, los índices se redujeron, además se menciona que según la prioridad del grado de impacto de los parámetros, se toman las medidas para poner el sistema en un estado seguro, para así asegurar el bienestar de los trabajadores.

Para (Suhardi et al. 2018) aplicando el método HAZOP, se logró identificar que el 34% de las actividades representan riesgo extremo, las cuales ocasionarían un alto nivel de gravedad sobre los trabajadores en caso de ocurrencia de siniestros; una vez identificadas se aplican medidas para el cuidado de en su realización y así se permite disminuir el índice de gravedad de accidentes.

Para (MacGregor 2017), la metodología HAZOP posee ventajas para el manejo y disminución de los riesgos en el trabajo, y como consecuencia en los índices de gravedad en la ocurrencia de accidentes, esto es porque logra identificar más causas por el análisis de los nodos (que son las subdivisiones más pequeñas dentro del procedimiento en los trabajos), y luego permite plantear alternativas mediante formatos para asegurar un accionar correcto en la realización de trabajos peligrosos. Finalmente se concluye que la metodología HAZOP es útil para reducir los índices de gravedad en accidentes ocurridos en una empresa, en tanto que se analizan las prioridades del grado de impacto, la cantidad de labores de alto riesgo y el detalle de cada procedimiento dentro de los trabajos ejecutados en las plantas, fábricas o talleres.

**HE3:** La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

De acuerdo con (Dwi, Rozaaq, Musyafa y Soepriyanto 2015), luego de estudiar los riesgos operativos en el área de trabajo se debe aplicar la metodología HAZOP para reducir los accidentes en el trabajo (entiéndase también como el índice de accidentabilidad), en tanto que con un mejor conocimiento de los riesgos existentes se puede gestionar un buen plan para abordar esta problemática y ejecutar las obras.

Para (Mechhoud, Rouainia y Rodriguez 2016) mediante esta metodología se puede identificar y localizar los puntos críticos en los nodos (mediante el análisis de las causas, consecuencias, medidas de seguridad y la gravedad de estos) lo cual mejora la seguridad en el trabajo y por ende reduce el índice de accidentabilidad.

Por último, para (Aven 2017) el empleo de la metodología HAZOP tiene un efecto positivo en la gestión de los riesgos operacionales, en tanto que con el establecimiento de formatos y estrategias para el control de los accidentes y riesgos, el trabajador puede realizar sus actividades con mayor seguridad y confianza, sosteniéndose en su conocimiento y en las herramientas que posee, en esta línea entonces se reducen los índices de accidentabilidad en las fábricas o plantas de alto riesgo. Entonces se puede concluir de estos tres artículos que el índice de accidentabilidad se reduce al implementar la metodología HAZOP, en tanto que las empresas poseen mecanismos para mejorar sus sistemas y procedimientos de seguridad dado el análisis previo de los puntos críticos existentes.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

El objetivo general es Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce los riesgos de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C., 2019

### **Objetivos específicos**

**OE1:** Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

**OE2:** Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

**OE3:** Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

Según el tipo de investigación es aplicada ya que adapta las bases teóricas de la metodología HAZOP para reducir los riesgos de operatividad, es decir, practicar la teoría general, y dedicar esfuerzos a esta investigación para satisfacer nuevas necesidades en la empresa y los trabajadores.

De acuerdo con (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero 2018) sostiene que el enfoque cuantitativo utilizan la recopilación y análisis de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis previamente formuladas y también se basan en variables y herramientas de investigación

Según el nivel de profundidad del estudio es explicativa puesto que se da a conocer las causas o factores críticos que ocasionan la existencia y naturaleza de los hechos o fenómenos objeto de estudio, para lo cual se han utilizado diagrama de análisis e identificación del problema general, tales como Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto que facilitan la determinación de la problemática.

Para (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero 2018) la investigación se llama aplicada porque se basa en los resultados de la investigación básica, problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas en la vida social. De acuerdo con la secuencia temporal es longitudinal por que el interés del investigador es analizar los cambios en la variable de estudio a lo largo del tiempo, los datos se recopilan durante un tiempo o periodo específico para intervenir en los cambios.

El diseño de la investigación es de tipo experimental, según (Valderrama 2013), menciona al comparar los escenarios simultáneamente antes y después de la implementar mejoras. Dado que los investigadores actuarán según lo que se les diga, es deseable comprender los efectos del método HAZOP, las variables independientes, para reducir los riesgos de operatividad, variable dependiente, en la empresa materia de estudio.

De acuerdo con (Silvestre y Huamán 2019) como señalaron, el grado de control de las variables fue cuasiexperimentales un grupos intacto preformado , donde los grupos no se asignan al azar y donde la equivalencia inicial es diferente al menos de un diseño puro o verdadero de los grupos. puesto que sí existe manipulación de la variable independiente para ver su influencia y relación en una o más variables dependientes, una metodología HAZOP para explotar como se ve afectada la variable dependiente, riesgos operacionales de empresa Tecnergy Perú, najo las expresiones o esquemas de diseño pretest y postest para un grupo:

Pretest	Variable independiente		Postest
	GE	O1	X
			O2

G.E.: Grupo Experimental

O1: Observación N° 1 previa a la mejora.

O2: Observación N° 2 posterior a la mejora.

X: Tratamiento o mejora ejecutada.

### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Aplicación de la metodología HAZOP (Análisis Funcional de operatividad)

**Variable dependiente:** Riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos de la compañía Tecnergy Perú.

#### Operacionalización de las variables

**Variable independiente: Metodología HAZOP**

De acuerdo con (Guiar (2018) el HAZOP es un método inductivo que identifica los riesgos basado en la suposición de que un riesgos, accidentes o problema operativo de la desviación de las variables de proceso con de los parámetros normales de cualquier sistema y en una determinada etapa, lo que también se denominada capacidad operativa de análisis funcional.

**Variable dependiente: Riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos**

Para (Baybutt 2014), el riesgo de operatividad es la posibilidad de que ocurran imprevistos que desencadene un accidente o posible accidente dentro de las actividades u operaciones, debido a errores o deficiencias en los procesos, personal, sistemas internos, tecnología e imprevistos, para la presente investigación en el proceso del servicio de instalación de tableros eléctricos.

## Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 4 : Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
<b>Metodología HAZOP Hazard and Operability o Análisis funcional de operatividad (Independiente)</b>	Según(Guiar 2018), el HAZOP es una metodología de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad son producidos como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con relación a los parámetros normales de operación	Serie de fases o etapas para desarrollar la metodología HAZOP	Nodos	$Nodos = \frac{\text{Número de nodos estudiados}}{\text{Total de Nodos}}$	Observación directa	De razón
			Parámetros	$Parametros = N^{\circ} \text{ de parámetros escogidos}$	Formato de matrices	De razón
			Acciones HAZOP	$Acciones = \frac{\text{Número de acciones correctoras}}{\text{Total de acciones HAZOP}}$	Formatos HAZOP	Nominal
<b>Riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos (dependiente)</b>	Para (Freedman 2003), el riesgo de operatividad es la posibilidad de que se produzca un evento no deseado que desencadene un accidente o posible accidente dentro de las actividades u operaciones	Magnitud de riesgo expresadas por gravedad, frecuencia y accidentabilidad	Índice de gravedad	$\frac{N^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^3$	Formato de observación	De razón
			Índice de frecuencia	$\frac{N^{\circ} \text{ accidentes}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^6$	Formato de observación	De razón
			Índice de accidentabilidad	$\frac{N^{\circ} \text{ accidentes}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}} \times 10^3$	Formato de observación	De razón

Fuente:Elaboración propia

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

De acuerdo con (Hernández, Fernández y Baptista 2014), indican que es un conjunto de estudio que consiste en datos agregados que cumplen alguna especificación. La población en la presente investigación está conformada por el total de datos de accidentes e incidentes ocurridos en el área de taller en el que laboran los trabajadores de la empresa Tecnergy Perú, con una prioridad a lo largo de 08 meses, esto es, 04 meses antes y 04 meses después.

#### **Muestra**

En el presente estudio la muestra corresponderá a la población, esto de acuerdo con (Hernández, Fernández y Baptista 2014) mencionan que la población es igual a la muestra, si la población tiene menos de cincuenta observaciones, la población es igual a la muestra.

#### **Muestreo**

Debido que la población es igual que la muestra esto permite que si se logra tomar el total de la población por lo tanto no se aplicara ningún criterio de muestreo

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para conocer en profundidad la situación de la empresa analizada respecto de la problemática, realizaremos la técnica de observación directa, mediante la cual se podrá identificar los accidentes e incidentes que acontecen en dicha área de estudio.

Según (Valderrama 2013), la observación directa es una técnica mediante la cual el investigador evalúa la realidad de lo que sucede en su entorno y luego se procede analizar lo que se ha, los elementos han introducido en él, los elementos que lo componen y las áreas que necesitan mejorar. Por otro lado, para almacenar dicha información se utilizará un instrumento denominado ficha o registro de observaciones. Esto se acompaña de otro método de investigación llamado encuesta, se usará un cuestionario para diagnosticar y analizar las preguntas



generales de esta encuesta que se le aplicará a los trabajadores en ciertas áreas de la empresa.

Otra técnica útil a realizar será el análisis documental para contar con toda la información posible relativa a la problemática de estudio, su análisis y desarrollo, así como contar con información relevante y suficiente respecto de las variables de estudio, para lo cual será necesario registrar las fuentes bibliográficas haciendo referencia a los autores dentro de este documento.

### 3.5 Procedimientos

#### Descripción de la empresa

La empresa Tecnergy Perú S.A.C se dedica a la comercialización de servicios correspondientes al rubro de automatización de procesos industriales, fabricación de maquinarias bajo estándares nacionales e internacionales, mantenimiento preventivo de tableros de distribución y control; para lo cual utiliza la ingeniería aplicada al servicio de la industria. La empresa cuenta con un staff de ingenieros especializados y altamente capacitados para ofrecer un servicio realmente oportuno, eficiente y poder cumplir con la expectativa del cliente. Adicional a ello, la empresa cuenta con servicio post venta el cual garantiza un adecuado seguimiento y correcto mantenimiento del servicio brindado inicialmente.

Tabla 5 : Generalidades de la empresa

Nombre de la empresa	Tecnergy Perú S.A.C
<b>RUC</b>	20601322529
<b>Tipo de Contribuyente</b>	Sociedad Anónima Cerrada
<b>Domicilio Fiscal</b>	Jr. Los Opalos N° 2247 Ref. APV. San Hilarión (2do piso) Lima – Lima – San Juan de Lurigancho
<b>Actividad Económica</b>	CIIU 45308 – Acondicionamiento de edificios
<b>Teléfono</b>	345 750

Fuente: Elaboración propia

La empresa cuenta con seis años de experiencia que la avalan como profesionales altamente capacitados y entrenados para ejecutar, desarrollar e implementar servicios de ingeniería bajo estándares nacionales e internacionales. También desarrollan proyectos de ingeniería electrónica y mecánica como automatización de máquinas y procesos industriales, instalaciones eléctricas industriales, instrumental industrial, diseño y fabricación de máquinas para el sector de productos químicos.

### **Misión**

Ser reconocidos como una empresa confiable, comprometida y disciplinada para ejecutar proyectos de ingeniería.

### **Visión**

Ser reconocidos como una empresa líder en la prestación de servicios respecto al montaje de servicios eléctricos de baja y mediana tensión respetando los estándares de seguridad, manteniendo una alta calidad de servicio. El desempeño del negocio de la empresa gira en torno a la vocación de servicio al cliente y el cumplimiento de todos nuestros compromisos, en base a la confianza, trabajo esmerado y eficacia; en busca de maximizar la inversión del cliente y la satisfacción de sus necesidades.

### **Valores**

Entre otras consideraciones, la empresa rescata los valores que se enumeran a continuación.

Integridad

Responsabilidad

Compromiso

Puntualidad

Disponibilidad

Transparencia

## Organización de la empresa

Tecnergy S.A.C. mediante la siguiente figura

Figura 2 Organigrama de la empresa Tecnergy Perú S.A.C

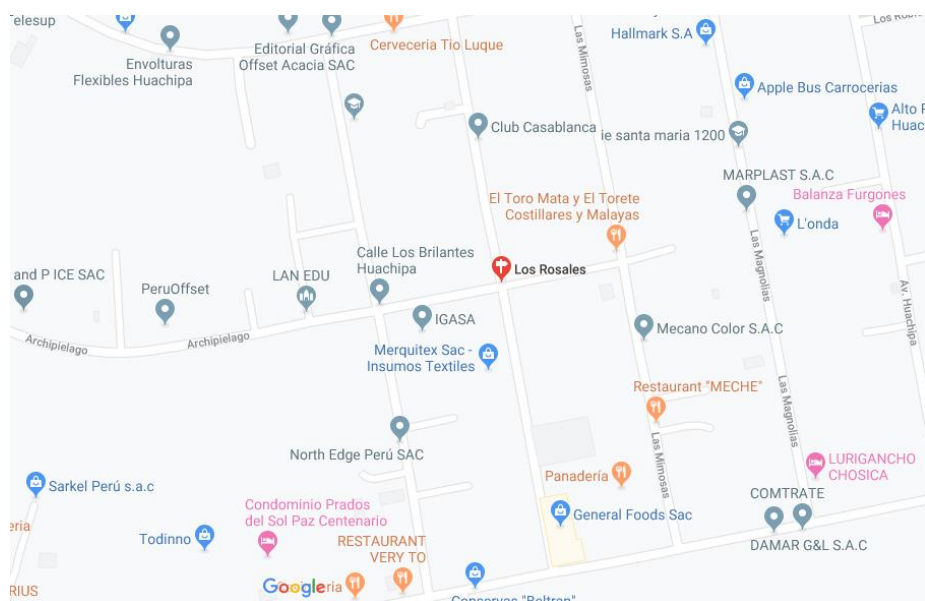


Fuente: Elaboración propia.

## Ubicación

La empresa Tecnergy Perú S.A.C está ubicada en Calle los rosales MZ C1 Lt 9 Lurigancho Lima. A continuación, se muestra una figura con la ubicación en el mapa.

Figura 3 Ubicación de la empresa Tecnergy S.A.C



Fuente: Elaboración propia.

## Servicios

La empresa objeto de estudio se especializa en brindar servicios relacionados con la automatización industrial de instalaciones eléctricas, fabricación de maquinarias bajo estándares nacionales e internacionales, mantenimiento preventivo de tableros de distribución y control. Entre los servicios que se brinda en la empresa están la instalación de aire acondicionado, el mantenimiento de equipos y máquinas industriales, elaboración de plan de mantenimiento, montaje de sistema de aire comprimido, fabricación de máquinas y estructuras, mantenimiento de tableros eléctricos, instalaciones eléctricas industriales, diseño e instalación de tableros eléctricos. Asimismo, la empresa cuenta con servicio post venta, esto permite a la empresa tener una ventaja competitiva frente a empresas que se dediquen a rubros similares, ya que llegan a sus principales consumidores y de este modo conocen los requerimientos y las necesidades específicas de los equipos industriales.

A continuación, se pasa a detallar los diferentes tipos de servicio que brinda la Tecnergy Perú S.A.C.

### Instalaciones eléctricas industriales

Consiste en el servicio de mantenimiento correctivo de instalaciones, ampliación en planta, modificaciones o mantenimiento correctivo de las instalaciones estas tareas

consisten en instalar cables de energía, componentes eléctricos, motores, tableros de arrancadores, condensadores así mismo lecturas de planos y esquemas eléctricos, motores.

#### Automatización de procesos

Los sistemas de control automático son fundamentales para gestionar los procesos productivos en las empresas, ya sea midiendo temperatura, flujo, densidad, nivel, peso y entre otras variables físicas. Nuestro equipo de trabajo realiza controles que hacen más competitivas a las empresas a incrementar la productividad, producción, calidad y seguridad, disminuyendo los tiempos, costos y mermas de los procesos productivos.

#### Diseño e instalación de tableros eléctricos

La empresa realiza el desarrollo y armado de tableros eléctricos para la automatización de máquinas, control de accionamientos y comandos de potencia. Además, integran este servicio con productos para realizar una automatización industrial, accionadores de señal, fuentes de alimentación y aparatos de maniobra.

#### **Procesos de la empresa**

Durante el proceso de producción de la empresa se incluyen pasos sucesivos de transformación física, los cuales serán detallados a continuación:

##### Fabricación de Máquinas y Estructuras

Servicio especializado en la construcción de estructuras metálicas y maquinaria respetando los datos de diseño y las especificaciones de fabricación, para lo cual se realiza un control de calidad en cada proceso de la fabricación, realizando un control de calidad en los procesos respectivos de fabricación. Desarrollamos nuestros propios diseños.

##### Reparación de tableros eléctricos

Consiste en la manipulación del objeto averiado o que interrumpa las operaciones en un determinado momento. Se necesita de una etapa de observación para

determinar si el factor dañado es evidente o si existen piezas sueltas; seguidamente, se realiza una limpieza ligera y se procede a corroborar el funcionamiento de sus componentes. En este proceso es importante verificar las conexiones a tierra y mantener libres las áreas de ventilación. En ese sentido, la reparación de tableros eléctricos tiene como objetivo solucionar cualquier tipo de falla que ponga en riesgo la integridad de quienes laboran en las instalaciones.

### **Actividades del proceso de servicio de instalación**

Las actividades o nodos que se realizan para la instalación de tableros eléctricos consistían, originalmente, en 13 puntos o nodos que constituyen el proceso general. A continuación, se presenta la siguiente tabla:

*Tabla 6* :Nodos iniciales en el proceso

<b>N°</b>	<b>Nodos</b>
1	Usar elementos de seguridad
2	Herramientas para el trabajo
3	Suministro de alimentación
4	Verificar potencia máxima
5	Verificar interruptor general 1
6	Polos de capacidad de 1250 amperios
7	Verificar interruptor general 3
8	Polos de capacidad de 1000 amperios
9	Calibrado para la conexión
10	Bombas de sumidero
11	Zona de distribución eléctrica
12	Interconexión de dispositivos
13	Prueba final

Fuente: Elaboración propia

Inicialmente, se realiza un reconocimiento y uso de los elementos de seguridad básicos personales y de cuidado del espacio donde se trabaja; además, se tendrá que contar con las herramientas de precisión y la respectiva indumentaria que permita un adecuado movimiento y control de los objetos. También, se deberá realizar una inspección y limpieza al suministro de alimentación en la medida que sea conveniente.

Luego de estas actividades básicas se procederá a verificar la potencia máxima que posee el tablero eléctrico para poner en funcionamiento la estructura y se evaluará el funcionamiento del primer interruptor general. Este análisis y verificación se realizará optando por aislar los flujos eléctricos de mayor a menor; además, se evaluará el funcionamiento de los polos de capacidad de 1250 amperios, así como el funcionamiento del tercer interruptor general y el polo de capacidad de 1000 amperios. Seguidamente, se deberá realizar un calibrado de la conexión y un análisis integral de las bombas de sumidero; una vez se hayan reparado los desperfectos hallados se determinará una zona para la distribución eléctrica y se procederá a la interconexión de los dispositivos para concluir con la prueba final donde se verifica si la reparación ha sido correcta.

Como parte del diagnóstico inicial, se procede a mostrar la lista de los 8 parámetros inicial, es decir, los indicadores que eran considerandos para evaluar si el proceso realizado había culminado con éxito; la siguiente tabla posee dichos parámetros:

*Tabla 7 : Parámetros de escenario Pre*

<b>N°</b>	<b>Parámetros</b>
1	Cumplimiento en herramientas de trabajo
2	Cumplimiento de verificación de interruptores
3	Cumplimiento de evaluación de amperaje
4	Cumplimiento de calibrado para la conexión
5	Cumplimiento de evaluación de Bombas de sumidero
6	Cumplimiento de verificación de zona de distribución eléctrica
7	Cumplimiento en interconexión de dispositivos
8	Cumplimiento de pruebas finales

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la lista anterior, los parámetros que eran considerados para la evaluación antes de la mejora consistían en el cumplimiento de ciertas actividades. En este sentido, seis de ellas se orientaban al proceso técnico de la instalación, uno se refería al cumplimiento de las herramientas de trabajo y también uno a la evaluación de la prueba final.

Para clarificar el escenario descrito en la situación inicial, se presenta una matriz de riesgos, en donde se identifican las actividades descritas en dicho proceso de manera inicial, mediante la siguiente tabla:



Tabla 8 : *Matriz de riesgos inicial*

Logo de la empresa								
Actividad:	Instalación de tableros eléctricos						Fecha: __/__/__	
Nodo:	Proceso inicial						Localidad: Lima	
Operación	Parámetro	Palabra Guía	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	MR	Acciones	
Usar elementos de seguridad	-	-	Falla o descuido del personal	Daños físicos por instalación	No aplica			
Herramientas para el trabajo	Cumplimiento en herramientas de trabajo	-	Falla o descuido del personal	Retraso en el trabajo	No aplica			
Suministro de alimentación	-	-	Fallas en la fuente eléctrica	Paso de corriente	No aplica			
Verificar potencia máxima	-	-	Problemas en la potencia	Paso de corriente	No aplica			
Verificar interruptor general 1	Cumplimiento de verificación de interruptores	-	Problemas en el interruptor	Equipo sin encender	No aplica			

Polos de capacidad de 1250 amperios	Cumplimiento de evaluación de amperaje	-	Fallas de amperaje	Problemas de amperaje	No aplica		
Verificar interruptor general 3	Cumplimiento de verificación de interruptores	-	Problemas en el interruptor	Equipo sin encender	No aplica		
Polos de capacidad de 1000 amperios	Cumplimiento de evaluación de amperaje	-	Fallas de amperaje	Problemas de amperaje	No aplica		
Calibrado para la conexión	-	-	Fallas en la conexión	Cortos circuitos	No aplica		
Bombas de sumidero	Cumplimiento de evaluación de Bombas de sumidero	-	Problemas en la alimentación eléctrica	Explosión	No aplica		
Zona de distribución eléctrica	Cumplimiento de verificación de zona de distribución eléctrica	-	Fallas en la distribución	Paso de corriente	No aplica		
Interconexión de dispositivos	Cumplimiento en interconexión de dispositivos	-	Fallas en la conexión	Paso de corriente	No aplica		
Prueba final	Cumplimiento de pruebas finales	-	Fallas en equipos	Fallas en equipos	No aplica		

Fuente: Elaboración propia

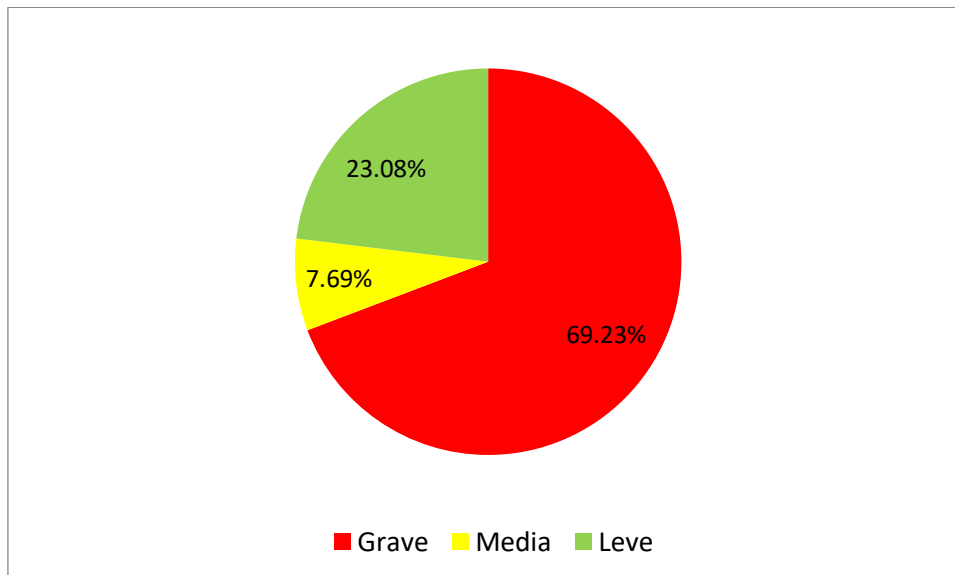
Acto seguido, se procede a relatar el detalle de los resultados obtenidos al analizar la matriz mostrada anteriormente; es decir, se muestra el nivel de riesgo de la actividad realizada I. Para ello se presentan las siguientes tablas 10 y figura 4:

Tabla 9 :*Magnitud del riesgo inicial*

Magnitud del riesgo	Actividades	%
Grave	9	69.23%
Media	1	7.69%
Leve	3	23.08%
Total	13	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Magnitud de riesgos



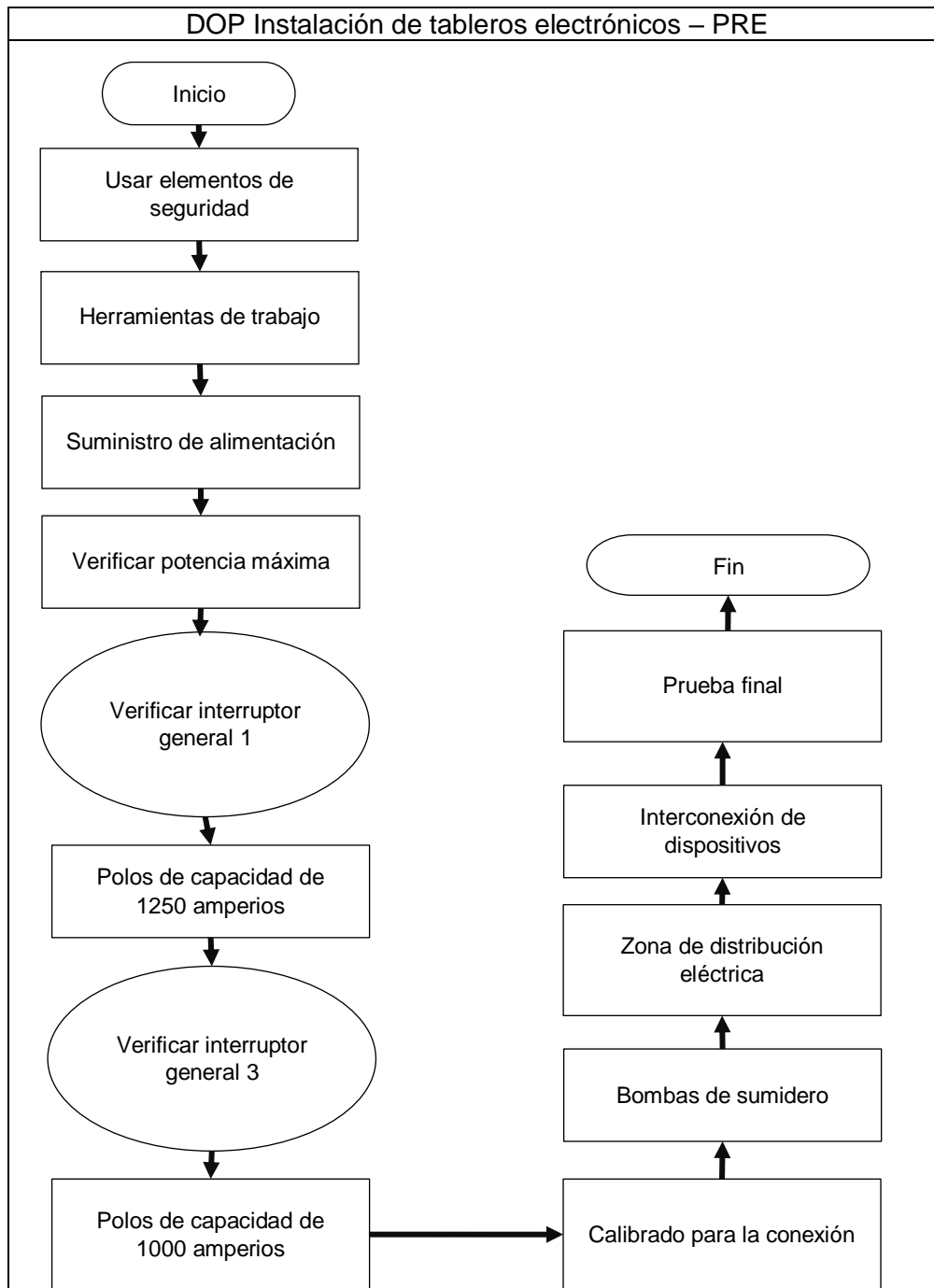
Fuente: Elaboración propia

Como se observa anteriormente, la mayoría de las actividades se clasifican como graves, dado que alcanza un porcentaje del 69.23 % del total de nodos. Luego, respecto a los procesos de media gravedad, se determinó que el 7.69 % del total pertenece a dicha categoría. Finalmente, el 23.08 % de los nodos ha sido considerado como leve.

## Situación actual de DOP y DAP

Como parte de la evaluación actual de los riesgos y el servicio, mediante diagramas, se procede a mostrar la situación inicial del proceso de instalación de tableros eléctricos, el cual posee una secuencia de 13 pasos. En primer término, se procede a mostrar el diagrama de operación del proceso mediante la siguiente figura:

Figura 5 :Diagrama operativo de procesos pre



Fuente: Elaboración propia

Acto seguido, es preciso mostrar el diagrama de análisis de proceso para la actividad inicial de la instalación de tableros eléctricos. En este se encuentra información referida el tiempo para cada actividad y la cantidad de veces que se realiza, además de detalles como el nombre del operador encargado, el lugar de la instalación, el tipo de actividad que se efectúa, entre otros. El diagrama se presenta a través de la siguiente tabla:

Tabla 10 : *Diagrama de análisis del proceso inicial*




Diagrama De Análisis del Proceso									
Diagrama Nro. __	Hoja de registro	Resumen							
Servicio:		Actividad	Inicial	Final	Economía				
<b>Proceso: Instalación de tableros eléctricos</b>		Inicio/Fin							
		Operación							
		Documento							
		Traslado							
		Inspección							
<b>Método:</b>	Inicial	Espera							
<b>Lugar:</b>		Almacenamiento							
<b>Operario (s):</b>									
<b>Ficha núm.:</b>		Distancia (m)							
		Tiempo (min)							
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
1. Usar elementos de seguridad	1								
2. Herramientas para trabajo.	1								
3. Suministro de alimentación.	1								
4. Verificar potencia máxima.	1								
5. Verificar interruptor general 1	1								
6. Polos de capacidad de 1250 amperios.	1								
7. Verificar interruptor general 3.	1								
8. Polos de capacidad de 1000 amperios.	1								
9. Calibrado para la conexión.	1								
10. Bombas de sumidero.	1								
11. Zona de distribución eléctrica.	1								
12. Interconexión de dispositivos.	1								
13. Prueba final.	1								
<b>Total</b>	13			10		3			






Fuente: Elaboración propia

## Registro de acciones HAZOP

En la presente sección se establece el conjunto de mejoras a implementar en búsqueda de aplicar la metodología HAZOP en el proceso de instalación de tableros eléctricos. En primer lugar, se procederá a detallar la lista de elementos de seguridad y protección personal que deberán usar los trabajadores para realizar las actividades de instalación; dicha lista, con su respectiva caracterización se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 11 :Equipos de protección personal

Nombre del EPP	Características	Imagen	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
<b>CASCO MSA VANGUARD II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco Tipo II para impactos superiores y laterales.</li> <li>- Revestimiento interno de espuma fabricado en poliestireno.</li> <li>- Polietileno de Alta Densidad.</li> <li>- Los cascos Vanguard II cumplen con ANSI / ISEA Z89.1-2009 (Clase E). Para cascos Tipo II CSA Z94.1-2005 (Clase E).</li> </ul>		30 und	S/ 80.00	S/ 2400.00
<b>OREJERAS 3M OPTIME 98 MODELOS: H9A y H9P3E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduce el ruido en 23 a 25 db respectivamente.</li> <li>- H9A con banda superior amplia y acolchonada con cuatro de suspensión de acero, distribuye la presión para una mayor comodidad, y se adapta a la mayoría de los perfiles faciales.</li> <li>- H9P3E con almohadillas rellenas de líquido y espuma y anillos suaves, son la última innovación para lograr un sellado y mayor comodidad.</li> </ul>		4 doc.	S/ 580.00	S/ 2320.00
<b>TAPÓN AUDITIVO 3M ULTRAFIT 27</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa de reducción de ruido de 27 dB.</li> <li>- Diseño de 3 aletas</li> <li>- Nuevo vástago ergonómico que permite mayor facilidad de colocación.</li> <li>- Lavables y reutilizables.</li> </ul>		5 doc	S/24.00	S/120.00

	- Textura suave, blanda y ergonómica.				
<b>BOTAS PUNTA DE ACERO</b>	- Suela y tacón elaborado en nitrilo de una sola pieza vulcanizada, antideslizante, resistente a la abrasión, aceites y derivados de hidrocarburos. - Calzado con propiedades antiestáticas, es liviano y flexible.		30 pares	S/95.00	S/2850.00
<b>GAFAS PROTECTORAS 3M</b>	- Combina un estilo excepcional, protección y asequibilidad, ofrecen cobertura envolvente y patillas de doble inyección que ayudan a aliviar los puntos del calor alrededor de los oídos. - Lentes de policarbonato con 99% de absorción UV.		4 doc	S/120.00	S/480.00
<b>GUANTES TITAN SUPERLITE 833</b>	- Diseñado para trabajos industriales. - Comodidad y destreza para tareas de manipulación de ligeras. - Tallas: 7, 8, 9, 10. - Longitud: 26.5 cm - Soporte textil y recubierto con ¾ de nitrilo.		4 doc	S/102.00	S/ 432.00
<b>INDUMENTARIA IMPERMEABLE (CAPLEX)</b>	- Diseño REFLEX garantiza comodidad, tela SFL que combina suavidad y durabilidad Estándar NFPA99 como material antiestático y Estándar ASTM F1670 y ASTM F1671, tela protectora contra penetración de sangre y fluidos corporales		36 und	S/35.00	S/1260.00
<b>RESPIRADOR MEDIA CARA REUTILIZABLE 3M®7502 / 37082</b>	- Diseño contra impacto de gases y sustancias sólidas. - Avanzado con material de silicona para ayudar a proveer protección respiratoria confortable y duradera. - Ayuda a la respiración y puede reducir el calor y la acumulación de humedad para comodidad fresca y seca.		24 ud	S/90.00	S/2160.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/ 12. 002.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En tanto que también es importante contar con una supervisión para verificar el uso adecuado de los equipos de protección personal en los trabajadores, se ha diseñado un Check list para inspección de implementos de seguridad usados al momento de salir al servicio de instalación de tableros, dicha lista se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12: *Check list diario de EPPs*

Logo de la Empresa		Check List Diario Uso Elementos de protección Personal					Fecha: _____				
Nombre Supervisor							Hora				
Sección											
Nombre (Indique el nombre de cada uno de los miembros de su sección)		Lentes de seguridad	Casco de seguridad	Zapatos de seguridad	Guantes de seguridad	Protector de oídos	Respirador	Uniforme de empresa			
El presente formulario deberá ser entregado en la oficina de Producción, diariamente, dentro, dentro de la 1ra. Hora de iniciado el turno.											
Podrá ser chequeada y/o comprobada la veracidad de la información por el _____ o el Asesor en Prevención de Riesgos, en cualquier momento del día.											
Se recuerda que se encuentran vigentes y forman parte de los respectivos contratos de trabajo, y Reglamento Interno, los contenidos legales del Código del Trabajo, ley donde se indica que el no uso de los Elementos de Protección Personal, puede ser sancionado con amonestaciones con copia a la inspección de trabajo y multas en dinero efectivo, que ascienden al 25% del sueldo diario del infractor.											
Comentarios, observaciones o sugerencias del Supervisor o de algún trabajador. _____ _____											
_____ Nombre y Firma del supervisor											

Fuente: Elaboración propia



Para verificar el cumplimiento del nuevo proceso (con mayor cantidad de nodos) en implementar la metodología HAZOP se muestran los siguientes formatos:

Tabla 13: *Matriz de registro HAZOP para procesos*

GRUPO "NOMBRE DE LA EMPRESA" (Hazard and Operability study - HAZOP)										
Actividad:							Fecha:			
Nodo:							Localidad:			
Intención del nodo:										
Parámetro:					Intención del parámetro:					
Variable	Palabra Guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	C	P	E	MR	Acciones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: *Registro de acciones HAZOP*

Acción por:	Acción N° ( )
Fechas de las sesiones	Antes del:
Documento de referencia:	
Causa:	
Escenario/consecuencia:	
Salvaguardas:	
Valoración de la magnitud del riesgo:	
Acción:	
Respuesta a la acción:	Fecha:
Firma:	
INCORPORA LA RESPUESTA EN EL RECUARDO ANTERIOR, FIRME Y ENVÍE A:	
Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Registro de cumplimiento de nodos

Logo de la Empresa		CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO DE NODOS	
<b>Inspector:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Trabajo:</b>	Elaboración de suelas de PVC	<b>Área:</b>	
N°	Condición	Op	Inp
1	Equipo de personal completo.		
2	Usar elementos de seguridad.		
3	Herramientas para el trabajo.		
4	Delimitar la zona de trabajo.		
5	Instalar equipos de iluminación.		
6	Rangos de temperatura.		
7	Chasis del gabinete		
8	Suministro de alimentación.		
9	Observar deterioro externo		
10	Verificar potencia máxima		
11	Verificar interruptor general 1		
12	Polos de capacidad de 1250 amperios		
13	Verificar interruptor general 3		
14	Polos de capacidad de 1000 amperios		
15	Cables alimentadores		
16	Juego de barras de tablero		
17	Calibrado para la conexión		
18	Verificar cargas para cada interruptor		
19	Unidades condensadoras		
20	Bombas de sumidero		
21	Zona de distribución eléctrica		
22	Interconexión de dispositivos		
23	Terminales finales		
24	Prueba final		
25	Seguro al gabinete		
<b>Observaciones:</b>			
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>ESTADO</b>	
Nota: En los casos donde la respuesta sea "INP", se recomienda generar el aviso respectivo al supervisor.		OP:	Operativo
		Inp:	Inoperativo

Fuente: Elaboración propia

Otro aspecto de vital importancia al cumplir las mejoras es la ejecución de charlas, talleres y capacitaciones relacionados a salud y seguridad en el trabajo, considerando que la labor de instalación de tableros eléctricos es altamente riesgosa. Para este propósito se presentan los siguientes formatos y tablas:

Tabla 16: *Lista de asistencia a la charla de capacitación*

CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD DE 25 MINUTOS			
Expositor: _____		DNI: _____	
Tema: _____			
Fecha: _____		HORA: _____	
Lugar: _____			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: *Formato de evaluación al personal*

LOGO		FORMATO									
Frecuencia: semanal	REGISTRO DE RESULTADOS DE CAPACITACIONES EN CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD OCUPACIONAL							F. probación:			
								Aprobado:			
Tema: SEGURIDAD OCUPACIONAL			Instructor: _____ _____								
Información personal				Información de la Capacitación							
N°	DNI	Apellidos y nombres	Área	Proceso de Capacitación	Teoría (%)		Práctica (%)	(P)	% Final	Nota Final	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se mostraron los formatos para el registro del personal a las capacitaciones y los puntajes de su respectiva evaluación. Adicionalmente, se ha considerado que para el trabajo en plantas industriales (donde la documentación de ingreso es bastante extensa), el siguiente formato a presentar, a fin de mantener las formalidades y el cliente conozca los procesos que se realizan en la instalación:

Tabla 18: *Permiso para operación en planta industrial*

LOGO	PERMISO DE OPERACIÓN EN PLANTA INDUSTRIAL			Código:	
				Área:	
Este formato debe ser completado por el supervisor y/o encargado del izamiento del GRUPO "Nombre de la Empresa", para cada actividad crítica que se realice (anexar un RIGGNIG Plan). Luego debe ser entregado al Supervisor de Seguridad para su revisión y aprobación.					
Duración del trabajo	Desde:		Hasta:		Área de trabajo:
Fecha de entrega de solicitud:			Número de Permiso:		
Fecha de trabajos:			Total de personas en el Área:		
Supervisor a cargo					
DESCRIPCIÓN					
1. Equipo de personal completo.					
2. Usar elementos de seguridad.					
3. Herramientas para el trabajo.					
4. Delimitar la zona del trabajo.					
5. Instalar equipos de iluminación.					
6. Rangos de temperatura.					
7. Chasis de gabinete.					
8. Suministro de alimentación.					
9. Observar deterioro extremo.					
10. Verificar potencia máxima.					
11. Verificar interruptor general 1.					
12. Polos de capacidad de 1250 amperios.					
13. Verificar interruptor general 3.					
14. Polos de capacidad de 100 amperios.					
15. Cables alimentadores.					
16. Juego de barras de tablero.					
17. Calibrado para la conexión.					
18. Verificar cargas para cada interruptor.					
19. Unidades condensadoras.					
20. Bombas de sumidero.					

21. Zona de distribución eléctrica	
22. Interconexión de dispositivos	
23. Terminales finales	
24. Prueba final	
25. Seguro al gabinete	
<p>Como supervisor al firmar este documento me comprometo a cumplir los procedimientos a controlar causas básicas e inmediatas que provoquen accidentes e incidentes, por tanto, antes de firmar me aseguraré de que se cumplan todos los controles necesarios en el desarrollo de este permiso; en este caso de incumplimiento está sujeto a las medidas disciplinarias de acuerdo al D.S. 055-ME-2010, D.S 005-2012-TR y la ley 29783 de seguridad y salud en el trabajo.</p>	
Nombre y firma del ejecutante	Nombre y firma del Supervisor

Fuente: Elaboración propia

Como parte final de las mejoras implementadas en el proceso de adaptación a la metodología HAZOP, se detalla, mediante el siguiente formato, el análisis de las actividades de trabajo seguro. Dicho procedimiento será llenado con el transcurso de las actividades en el proceso de instalación de tableros electrónicos; se considera los eventos críticos o graves, los de mediana intensidad y los de baja gravedad. Estos detalles se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19: Análisis de trabajo seguro

LOGO DE LA EMPRESA	<b>"Nombre de la Empresa"</b>										Código	
	ANÁLISIS DE TRABAJO DE SEGURO (ATS)										Revisión:	
											Área:	SSO
											Página:	1
Área:		Nombre de la Actividad y/o trabajo				<b>SEVERIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>					
Personal Ejecutor	Firma	EPP	Equipo / Herramientas	1 (Catastrófico)	Daño extensivo	1	2	4	7	11		
1				2 (Fatalidad)	Daño mayor	3	5	8	12	16		
2				3 (Permanente)	Daño moderado	6	9	13	17	20		
3				4 (Temporal)	Daño menor	10	14	18	21	23		
4				5 (Menor)	Daño leve	15	19	22	24	25		
5				<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Plazo de corrección</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>		
6				Alto	0-24 horas	Sucede comúnmente	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Imposible que suceda		
7				Medio	0-72 horas							
Categoría del Riesgo:				Bajo	1 mes	<b>FRECUENCIA</b>						
Alto ( ) Mediano ( ) Bajo ( )		Responsable del Cumplimiento										
ITEM	PASOS DE LA ACTIVIDAD	PELIGROS	RIESGOS	EVALUACIÓN/PE R			CONTROLES Y/O MEDIDAS A APLICAR	EVALUACIÓN DEL RIESGO RESIDUAL			OBSERVACIONES	
				A	M	B		A	M	B		
Elaborado por Líder:		Revisado y Aprobado por (Supervisor o Jefe de Guardia):										
Fecha:		Fecha:										
Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional												

Fuente:Elaboración propia

En la presente sección se muestran los cambios ocurridos en el proceso instalación de tableros eléctricos como parte de la implementación de la metodología HAZOP. Los pasos descritos en el proceso anterior se describen a continuación:

Tabla 20: *Nodos del proceso final*

<b>N°</b>	<b>Nodos</b>
1	Equipo de personal completo
2	Usar elementos de seguridad
3	Herramientas para el trabajo
4	Delimitar la zona de trabajo
5	Instalar equipos de iluminación
6	Rangos de temperatura
7	Chasis del gabinete
8	Suministro de alimentación
9	Observar deterioro externo
10	Verificar potencia máxima
11	Verificar interruptor general 1
12	Polos de capacidad de 1250 amperios
13	Verificar interruptor general 3
14	Polos de capacidad de 1000 amperios
15	Cables alimentadores
16	Juego de barras de tablero
17	Calibrado para la conexión
18	Verificar cargas para cada interruptor
19	Unidades condensadoras
20	Bombas de sumidero
21	Zona de distribución eléctrica
22	Interconexión de dispositivos
23	Terminales finales
24	Prueba final
25	Seguro al gabinete

Fuente: Elaboración propia

En la situación propuesta, una gran cantidad de nodos están tratando de resolver los vacíos en las actividades para la instalación de tableros eléctricos. En primer lugar, comprobar si cuentan con el equipo de protección personal completo y elementos adicionales; seguidamente, se debe contar con las herramientas indicadas para una adecuada disposición para ejecutar las labores sin mayores inconvenientes y se deberá restringir el área de trabajo según la magnitud del riesgo. Una vez cumplido con los aspectos de seguridad se procederá a la instalación de equipos de iluminación que permitan una mejor visualización del campo en el que se trabaja. También, se realizará un análisis a los rangos de temperatura, al chasis del gabinete y al suministro de alimentación; asimismo, se efectuará un diagnóstico mediante la observación de los deterioros que puedan presentarse en el exterior.

Posteriormente, se realizará una inspección a la potencia máxima y se verificará que esté operando sin inconvenientes; se realizará lo mismo con el interruptor general número 1 y con los polos de capacidad de 1250 amperios; análogamente, se ejecutará la misma operación para el interruptor general número 3 y con los polos de capacidad de 1000 amperios. También, se analizará el estado de los cables alimentadores y del juego de barras del tablero; adicionalmente, se realizará el calibrado para la conexión y se verificarán las cargas de cada interruptor. Las unidades condensadoras serán inspeccionadas a detalle y se verificará el correcto funcionamiento de las bombas de sumidero para seguidamente determinar la zona de distribución eléctrica. Una vez culminadas estas actividades se procede a realizar la interconexión de dispositivos y de los terminales finales, con ello se procederá a realizar la prueba final y verificar que se haya cumplido con las reparaciones del caso. Finalmente, se coloca el seguro al gabinete para evitar cualquier tipo de contacto riesgoso.

Como parte del diagnóstico de la situación final, se procede a mostrar la lista de los 20 parámetros finales, los indicadores para evaluar si el proceso realizado había culminado con éxito; la siguiente tabla posee dichos parámetros:



Tabla 21: *Parámetros del proceso final*

<b>N°</b>	<b>Parámetros</b>
1	Cumplimiento en uso de elementos de seguridad
2	Cumplimiento en presencia del equipo
3	Cumplimiento en herramientas de trabajo
4	Cumplimiento en equipos de iluminación
5	Cumplimiento en verificación del chasis
6	Cumplimiento de análisis de suministro de alimentación
7	Cumplimiento en evaluación de potencia máxima
8	Cumplimiento de verificación de interruptor general 1
9	Cumplimiento de verificación de interruptor general 3
10	Cumplimiento de evaluación de amperaje
11	Cumplimiento de análisis de Cables alimentadores
12	Cumplimiento de evaluación de juego de barras de tablero
13	Cumplimiento de calibrado para la conexión
14	Cumplimiento verificación de cargas para cada interruptor
15	Cumplimiento de análisis de unidades condensadoras
16	Cumplimiento de evaluación de Bombas de sumidero
17	Cumplimiento de verificación de zona de distribución eléctrica
18	Cumplimiento en interconexión de dispositivos
19	Cumplimiento de pruebas finales
20	Cumplimiento de seguro al gabinete

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la lista anterior, los parámetros que considerados para la evaluación posterior a la mejora consisten en el cumplimiento de 20 actividades. En este sentido, 12 de ellas se orientan al proceso técnico de la instalación, 04 se refieren al cumplimiento de las condiciones previas y 08 uno a etapas intermedias en el trabajo.

Para clarificar el escenario descrito en la situación final, se presenta una matriz de riesgos, en donde se identifican las actividades descritas en dicho proceso mediante la siguiente tabla:

Tabla 22: Matriz de riesgos final

Logo de la empresa							
Actividad:	Instalación de tableros eléctricos					Fecha: __/__/__	
Nodo:	Proceso inicial					Localidad: Lima	
Operación	Parámetro	Palabra Guía	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	MR	Acciones
Equipo de personal completo	Cumplimiento en presencia del equipo	No	Ausencia de personal	Retraso en el trabajo	Fichas de registro		
Usar elementos de seguridad	Cumplimiento en uso de elementos de seguridad	No	Falla o descuido del personal	Daños físicos por instalación	Fichas de registro		
Herramientas para el trabajo	Cumplimiento en herramientas de trabajo	No	Falla o descuido del personal	Retraso en el trabajo	Fichas de registro		
Delimitar la zona de trabajo	-	No	Falla o descuido del personal	Retraso en el trabajo	Fichas de registro		
Instalar equipos de iluminación	Cumplimiento en equipos de iluminación	No	Falla o descuido del personal	Retraso en el trabajo	Fichas de registro		
Rangos de temperatura	-	Más o menos	Ambiente no temperado	Quemaduras	Fichas de registro		
Chasis del gabinete	Cumplimiento en verificación del chasis	Más o menos	Golpes o daños físicos	Estética del producto	Fichas de registro		
Suministro de alimentación	Cumplimiento de análisis de suministro de alimentación	Menos	Fallas en la fuente eléctrica	Paso de corriente	Fichas de registro		
Observar deterioro externo	-	Más o menos	Daños en la estructura	Problemas en la instalación	Fichas de registro		
Verificar potencia máxima	Cumplimiento en evaluación de potencia máxima	Más o menos	Problemas en la potencia	Paso de corriente	Fichas de registro		
Verificar interruptor general 1	Cumplimiento de verificación de interruptores	Más o menos	Problemas en el interruptor	Equipo sin encender	Fichas de registro		

Polos de capacidad de 1250 amperios	Cumplimiento de evaluación de amperaje	Más	Fallas de amperaje	Problemas de amperaje	Fichas de registro		
Verificar interruptor general 3	Cumplimiento de verificación de interruptores	Más o menos	Problemas en el interruptor	Equipo sin encender	Fichas de registro		
Polos de capacidad de 1000 amperios	Cumplimiento de evaluación de amperaje	Más	Fallas de amperaje	Problemas de amperaje	Fichas de registro		
Cables alimentadores	Cumplimiento de análisis de cables alimentadores	No	Cables pelados	Paso de corriente	Fichas de registro		
Juego de barras de tablero	Cumplimiento de evaluación de juego de barras de tablero	No	Daños físicos	Fallas al encender o apagar	Fichas de registro		
Calibrado para la conexión	Cumplimiento de calibrado para la conexión	No	Fallas en la conexión	Cortos circuitos	Fichas de registro		
Verificar cargas para cada interruptor	Cumplimiento verificación de cargas para cada interruptor	No	Daños físicos	Fallas al encender o apagar	Fichas de registro		
Unidades condensadoras	Cumplimiento de análisis de unidades condensadoras	No	Fallas en la conexión	Paso de corriente	Fichas de registro		
Bombas de sumidero	Cumplimiento de evaluación de Bombas de sumidero	Más o menos	Problemas en la alimentación eléctrica	Explosión	Fichas de registro		
Zona de distribución eléctrica	Cumplimiento de verificación de zona de distribución eléctrica	Más o menos	Fallas en la distribución	Paso de corriente	Fichas de registro		
Interconexión de dispositivos	Cumplimiento en interconexión de dispositivos	Más o menos	Fallas en la conexión	Paso de corriente	Fichas de registro		
Terminales finales	-	Más o menos	Cables pelados	Paso de corriente	Fichas de registro		
Prueba final	Cumplimiento de pruebas finales	No	Fallas en equipos	Fallas en equipos	Fichas de registro		
Seguro al gabinete	Cumplimiento de seguro al gabinete	No	Trabajos externos	Alterar el equipo	Fichas de registro		

Fuente: Elaboración propia

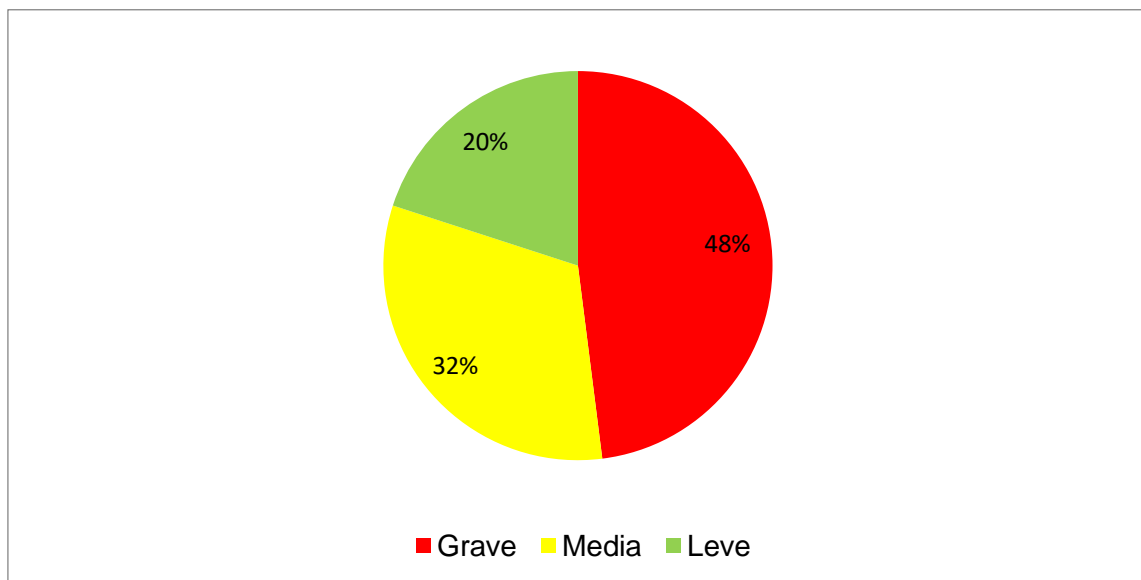
Ahora, se procede a mostrar el detalle de los resultados adquiridos al analizar de la matriz final mostrada anteriormente; es decir, demuestra la magnitud del riesgo de la actividad en su forma final. Para ello se presentan las siguientes tablas 24 y figura 6:

Tabla 23: *Magnitud del riesgo final*

Magnitud del riesgo	Actividades	%
Grave	12	48%
Media	8	32%
Leve	5	20%
Total	25	100%

**Fuente: Elaboración propia**

Figura 6: Magnitud del riesgo final

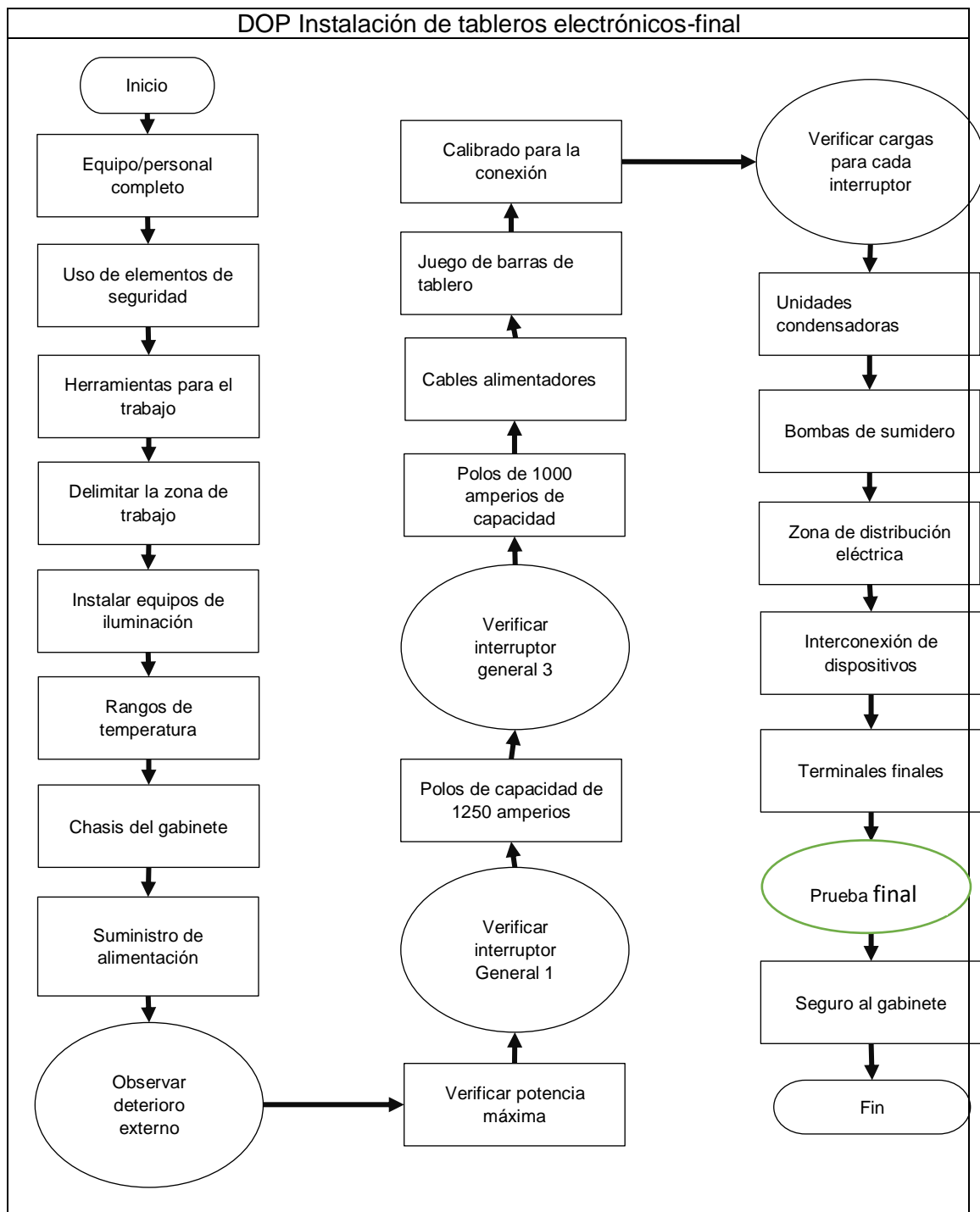


Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la tabla y figura anterior, se ha realizado el detalle de las magnitudes de los nodos a realizar como parte de las labores de instalación de tableros eléctricos. Se determinó, en el proceso final, que el 48 % de dichas actividades son de alta gravedad, el 32 % son de mediana gravedad y el 20 % son consideradas leves.

Luego de haber detallado la magnitud de los procesos a realizar, es preciso detallar la secuencia ordenada de pasos a seguir. En este sentido, a continuación, se procede con a mostrar el nuevo diagrama operativo de procesos.














Figura 7: Diagrama operativo de procesos final



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura anterior, la instalación de tableros eléctricos ahora consta de un total de 25 actividades, las cuales precisan un desarrollo más detallado para una instalación más segura. A continuación, se muestra el diagrama de análisis del proceso final de instalación del servicio.

Tabla 24: Diagrama de análisis del proceso final

Diagrama De Análisis del Proceso										
Diagrama Nro. ___	Hoja de registro	Resumen								
PRODUCTO:		Actividad	Inicial	Final	Economía					
Proceso:		Inicio/Fin 								
		Operación 								
		Documento 								
		Traslado 								
Método:	Final	Inspección 								
Lugar:		Espera 								
		Almacenamiento 								
Operario (s):										
Ficha núm.:		Distancia (m)								
		Tiempo (min)								
Descripción		Cantidad	Tiempo	Símbolo			Observaciones			
										
1. Equipo de personal completo.	1									
2. Usar elementos de seguridad	1									
3. Herramientas para trabajo.	1									
4. Delimitar zona de trabajo.	1									
5. Instalar equipos de iluminación.	1									
6. Rangos de temperatura.	1									
7. Chasis del gabinete.	1									
8. Suministro de alimentación.	1									
9. Observar deterioro externo.	1									
10. Verificar potencia máxima.	1									
11. Verificar interruptor general 1	1									
12. Polos de capacidad de 1250 amperios.	1									
13. Verificar interruptor general 3.	1									
14. Polos de capacidad de 1000 amperios.	1									
15. Cables alimentadores.	1									
16. Juego de barras de tablero.	1									
17. Calibrado para la conexión.	1									
18. Verificar cargas para cada interruptor.	1									
19. Unidades condensadoras.	1									
20. Bombas de sumidero.	1									
21. Zona de distribución eléctrica.	1									
22. Interconexión de dispositivos.	1									
23. Terminales finales.	1									
24. Prueba final.	1									
25. Seguro al gabinete.	1									
<b>Total</b>	25				20			5		

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

#### **Análisis Descriptivo**

Los datos recolectados por los instrumentos de medición son ingresados al programa estadístico SPSS para su respectivo análisis y de ello obtener estadística descriptiva. De igual manera, se aplica la prueba de normalidad K-S o Shapiro Wilks. Esto nos permite saber si los datos tienen una distribución normal, esto permite de determinar la prueba estadística más adecuada para cada caso, teniendo en cuenta los objetivos establecidos en esta investigación.

#### **Análisis Inferencial**

Finalmente, mediante el contraste de las hipótesis aplicadas a cada objetivo individual, se intentará si se debe rechazar o aceptar la hipótesis nula, lo que verificara operativamente si la aplicación del método HAZOP es suficiente para reducir el riesgo operativo de la empresa analizada.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el presente trabajo de investigación se tuvo en cuenta para la investigación utilizando los estándares internacionales pertinentes y citado para redacción, la cual es la Norma APA, Sexta Edición. Asimismo, se acredita que el uso de los datos proporcionados y utilizados para la ejecución de esta investigación, son con fines estrictamente académicos y se ha controlado que no se altere de ninguna manera la información clara y precisa para tener una referencia fiel de la situación o realidad de la empresa materia de estudio.

## IV. RESULTADOS

### Análisis descriptivo de la variable independiente

Consiste en evaluar esta variable sobre el porcentaje de nodos, parámetros, y medidas HAZOP que cambiaron los escenarios al implementar de mejoras.

### Comparación de la variable independiente

Tabla 25: Nivel de gestión de la aplicación de la metodología HAZOP

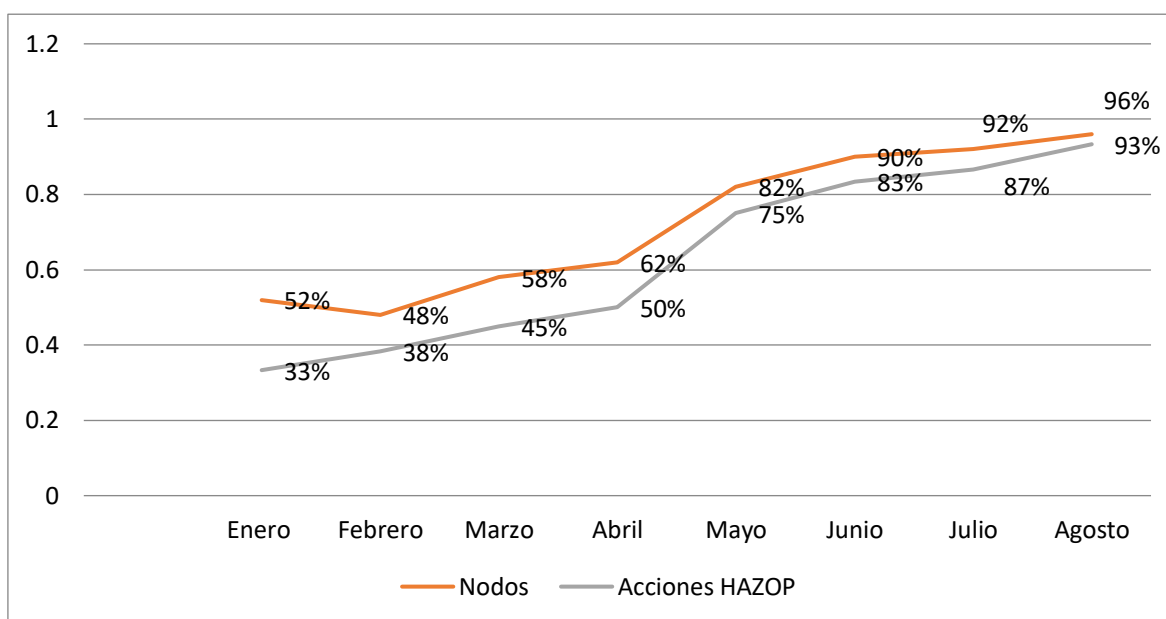
Escenario	N°	Mes	Nodos	N° parámetros elegidos	Acciones HAZOP
<b>Pre-Test</b>	1	Enero	52%	8	33%
	2	Febrero	48%	9	38%
	3	Marzo	58%	10	45%
	4	Abril	62%	11	50%
<b>Post-Test</b>	5	Mayo	82%	14	75%
	6	Junio	90%	17	83%
	7	Julio	92%	18	87%
	8	Agosto	96%	20	93%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 26 en el desarrollo de aplicaciones para metodologías HAZOP, divididas en porcentaje de cumplimiento de los nodos, número de parámetros seleccionados y las acciones HAZOP realizadas. Puedes ver los cambios en cada uno de ellos. Primero, el primer escenario se determinó de acuerdo con el 52 % y luego alcanzó un valor del 96 %. Para el segundo indicador, los indicadores pre y post fueron de 8 y 20, respectivamente; por último, para el tercero se encontró un porcentaje de cumplimiento del 33% al inicio y del 93% al final. Para el análisis se presenta la siguiente figura:



Figura 8: Nivel de gestión de la aplicación de la metodología HAZOP



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se observa las variaciones en las dimensiones al aplicar la metodología HAZOP. Todos ellos lograron mejoras a partir del mes de mayo en donde se implementaron las mejoras, las cuales, evidentemente, lograron su punto máximo en el mes de agosto.

### Análisis descriptivo de la variable dependiente

Para evaluar la variable se medirá a través del índice de gravedad, el índice de frecuencia y el índice de accidentabilidad. Para tal caso será necesario obtener información sobre el estado situacional antes y después de implementar el método HAZOP con el objetivo de adquirir un análisis descriptivo. Mediante la siguiente figura se desarrolla el nivel de gestión de los riesgos de operatividad:

Tabla 27: Nivel de gestión de la variable dependiente

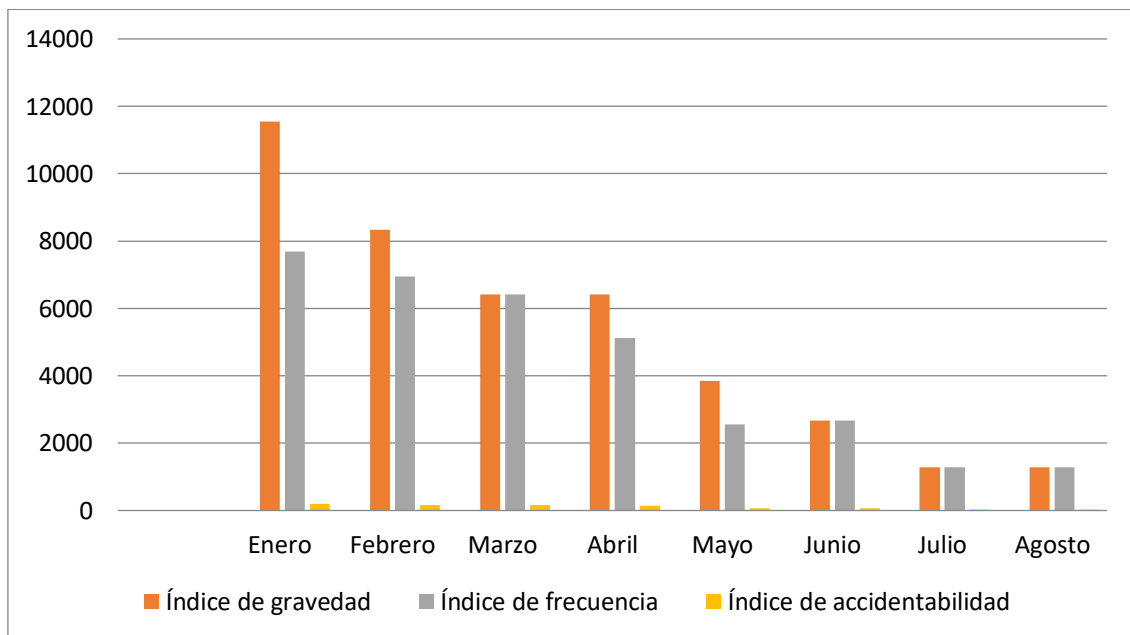
Escenario	N°	Mes	Índice de gravedad	Índice de frecuencia	Índice de accidentabilidad
<b>Pre-Test</b>	1	Enero	11538	7692	200
	2	Febrero	8333	6944	167
	3	Marzo	6410	6410	167
	4	Abril	6410	5128	133
<b>Post-Test</b>	5	Mayo	3846	2564	67

6	Junio	2667	2667	67
7	Julio	1282	1282	33
8	Agosto	1282	1282	33

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 27 , es posible comparar el escenario anterior y posterior al implementar la mejora empleando la metodología HAZOP. Durante enero a abril el índice de gravedad fue bastante alto, en tanto que alcanzó un valor inicial de 11538; pero luego de las mejoras se obtuvo en agosto un índice de 1282. Para la frecuencia se calculó un índice de 7692 para el mes de enero y se logró una disminución hasta 1282 para el mes de agosto. Por último, en el mes de enero se obtuvo un índice de accidentabilidad de 200 y se redujo para agosto a 33. A través de la siguiente figura se observan los cambios acontecidos respecto a los riesgos de operatividad

Figura 9: Nivel de riesgos de operatividad en la empresa



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 es posible observar el cambio en el mes de mayo, en donde la reducción fue mucho más considerable, situación que se acentúa mucho más en los meses siguientes. En julio y agosto se observan los índices más bajos del análisis.

## Análisis descriptivo de la dimensión Índice de Frecuencia

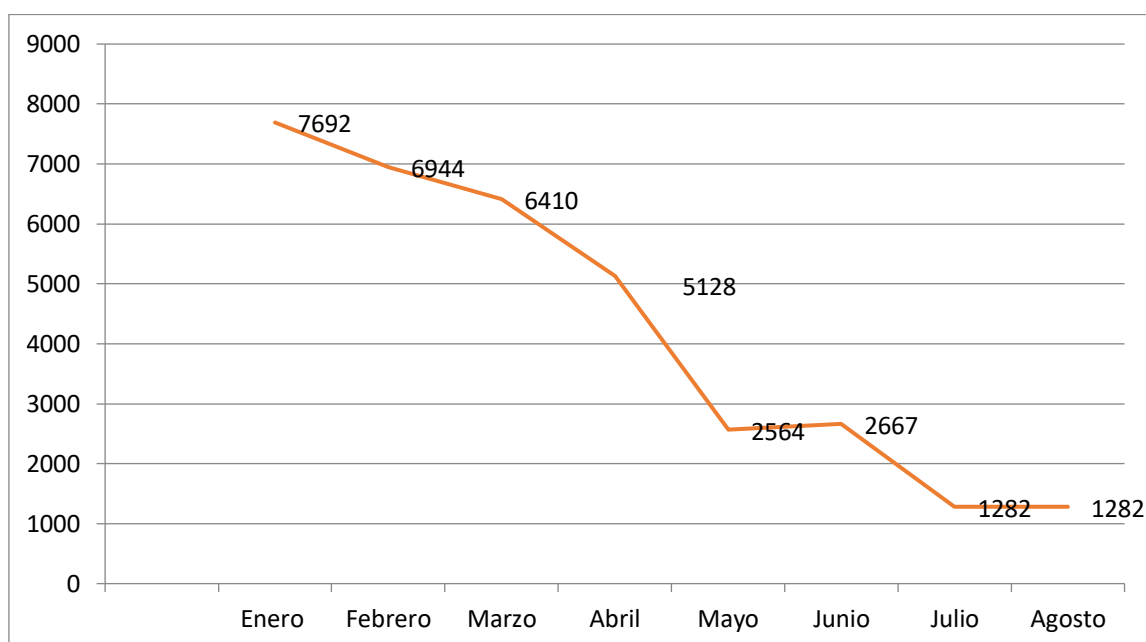
Esta dimensión corresponde al índice de frecuencia de los riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos; es decir, logra medir que tan frecuente es la aparición de accidentes en la empresa de acuerdo con las jornadas laborales que se realizan. Dicha descripción aprecia mediante la siguiente tabla 28 y figura 10:

Tabla 28: Nivel de gestión del índice de frecuencia

Escenario	N°	Mes	N° de accidentes	N° jornadas trabajadas	Índice de frecuencia
<b>Pre-Test</b>	1	Enero	6	780	7692
	2	Febrero	5	720	6944
	3	Marzo	5	780	6410
	4	Abril	4	780	5128
<b>Post-Test</b>	5	Mayo	2	780	2564
	6	Junio	2	750	2667
	7	Julio	1	780	1282
	8	Agosto	1	780	1282

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Nivel de índice de frecuencia



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 y figura 10 es posible observar los cambios que tuvo el índice de frecuencias respecto a riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos. El número de accidentes en el escenario inicial del mes de enero fue de 6, lo cual representó un índice de frecuencia de 7692; posteriormente, en el mes de agosto, cuando las mejoras se encontraban implementadas, se observó la ocurrencia de un accidente y un índice de frecuencia de 1282.

### **Análisis descriptivos de la dimensión índice de gravedad**

En la presente sección se describirán los datos obtenidos respecto a la primera dimensión, el índice de gravedad. Para ello se muestran a continuación una tabla que contiene los cambios que posibilitan identificar el índice de gravedad que se presenta en el riesgo de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos.

*Tabla 29: Nivel del índice de gravedad*

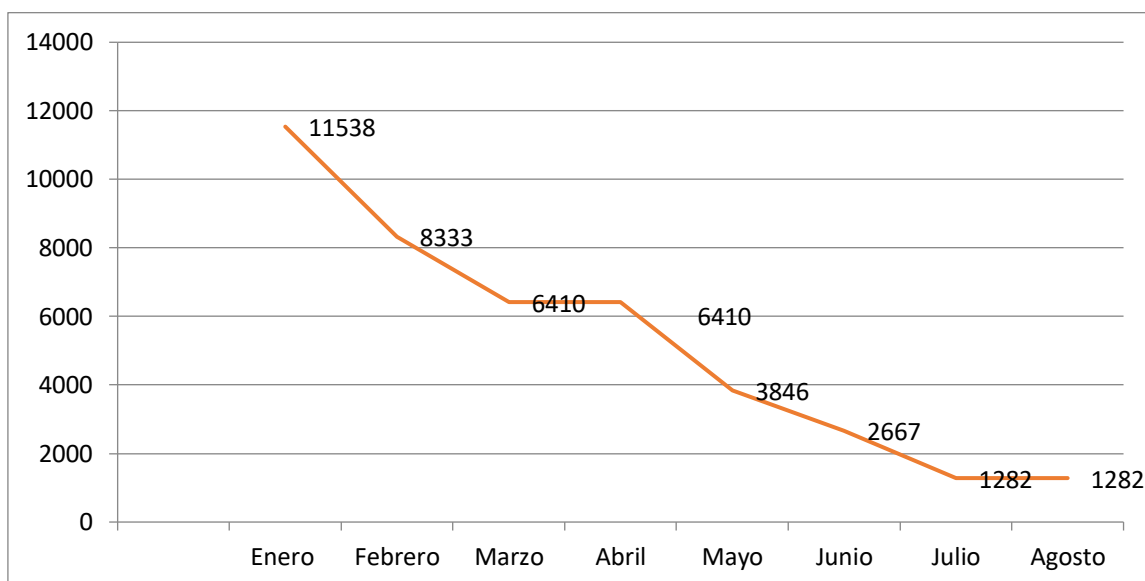
<b>Escenario</b>	<b>N°</b>	<b>Mes</b>	<b>N° jornadas pérdidas</b>	<b>N° jornadas trabajadas</b>	<b>Índice de gravedad</b>
<b>Pre-Test</b>	1	Enero	9	780	11538
	2	Febrero	6	720	8333
	3	Marzo	5	780	6410
	4	Abril	5	780	6410
<b>Post-Test</b>	5	Mayo	3	780	3846
	6	Junio	2	750	2667
	7	Julio	1	780	1282
	8	Agosto	1	780	1282

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, es posible comparar el escenario antes y después de implementar la mejora a base de la metodología HANZOP. Durante los meses enero a abril las jornadas pérdidas fueron entre 9 y 5 a causa de los accidentes ocurridos, lo cual refleja índices de gravedad de 11538 y 6410, respectivamente. Luego de la implementación de las mejoras, se obtuvo una reducción en las jornadas perdidas, la cual alcanzó su valor mínimo en el mes de agosto con solo 1, lo que

representó un índice de gravedad de 1282. De manera gráfica es posible observar los cambios a través de la siguiente figura 11:

Figura 11: Nivel de índice de gravedad



Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 es posible apreciar de manera clara los cambios ocurridos a partir del mes de mayo, a partir de donde el índice de gravedad se reduce drásticamente hasta alcanzar el valor de 1282 para agosto, la curva con pendiente pronunciada hacia abajo permite respaldar dicha afirmación.

a. Índice de accidentabilidad – Dimensión N°3 de la variable dependiente

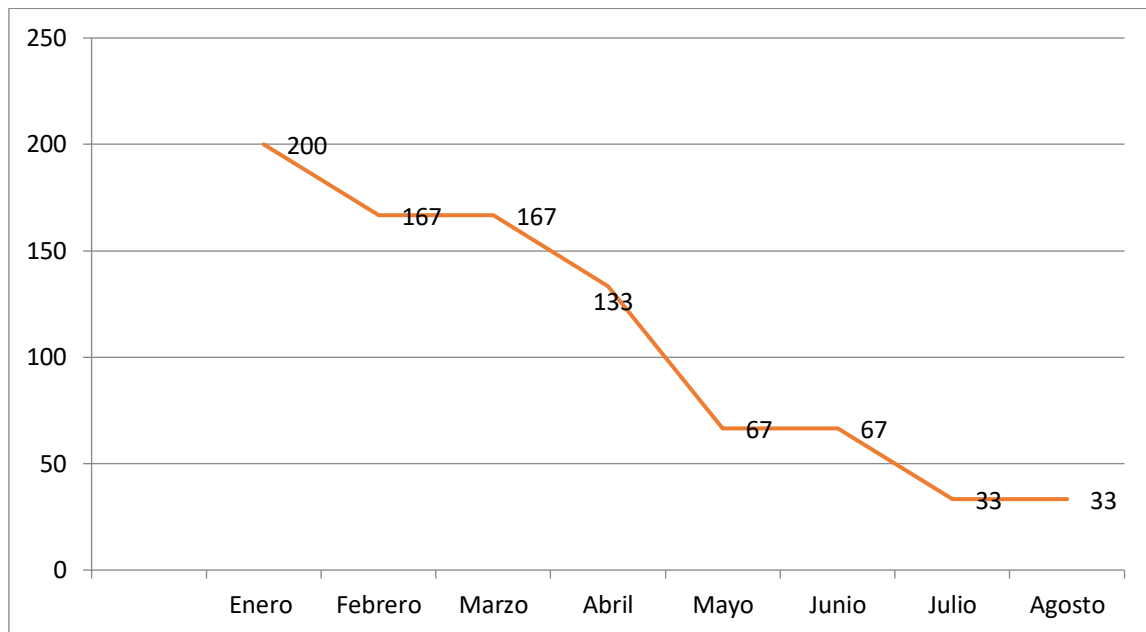
Esta dimensión mide el índice de accidentabilidad de los riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos. Es decir, relaciona el número de accidentes respecto a la cantidad de trabajadores que se encuentran en la planta. Para observar el nivel de gestión de dicha dimensión se presenta la siguiente tabla y figura:

Tabla 30: Nivel de índice de accidentabilidad

Escenario	N°	Mes	N° de accidentes	N° de trabajadores	Índice de accidentabilidad
<b>Pre-Test</b>	1	Enero	6	30	200
	2	Febrero	5	30	167
	3	Marzo	5	30	167
	4	Abril	4	30	133
<b>Post-Test</b>	5	Mayo	2	30	67
	6	Junio	2	30	67
	7	Julio	1	30	33

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Nivel de índice de accidentabilidad



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 y figura 12 es posible observar los cambios generados en el índice de accidentabilidad de los riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos. El número de accidentes en el escenario inicial del mes de enero fue de 6, lo cual representó un índice de accidentabilidad de 200; posteriormente, en el mes de agosto, cuando las mejoras se encontraban implementadas, se observó la ocurrencia de 01 accidente y un índice de gravedad de 33.

## Análisis estadístico inferencial

### Prueba de normalidad

a. Aplicación de la metodología HAZOP

Tabla 31: Análisis de normalidad de la variable independiente

#### Pruebas de normalidad

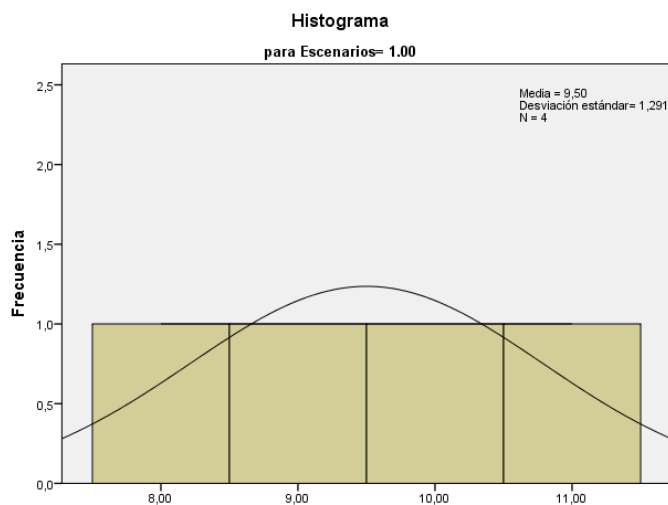
	Escenarios	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nodos	1,00	,185	4	.	,972	4	,855
	2,00	,250	4	.	,953	4	,734

Parametros	1,00	,151	4	.	,993	4	,972
	2,00	,210	4	.	,982	4	,911
Acciones	1,00	,180	4	.	,977	4	,883
	2,00	,171	4	.	,994	4	,976

Se observa que la significancia (pre-test)=0.855 > 0.05; mientras que la significancia (post-test)= 0.734 > 0.05. Por tal motivo no se rechaza la hipótesis nula; Sin embargo, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la figura 13 se muestra que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la gestión de la aplicación de la metodología HAZOP (pre- test) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la aplicación de la metodología HAZOP tienen distribución normal.

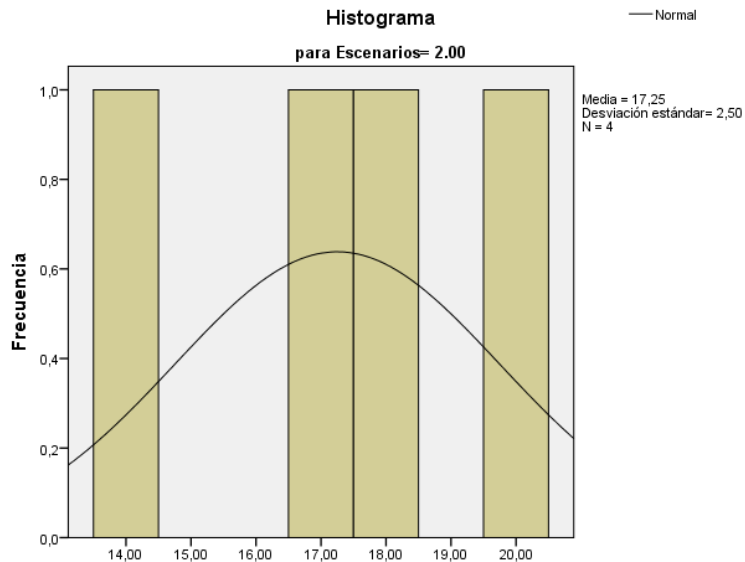
*Figura 13* Histograma de los datos muestrales del nivel de aplicación de la metodología HAZOP



Fuente: Elaboración propia con SPSS v. 25

Se aprecia en la siguiente figura, que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la aplicación de la metodología HAZOP (post-test) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la aplicación de la metodología HAZOP preventivo poseen una distribución normal.

Figura 14 Histograma de los datos muestrales del nivel de aplicación de la metodología HAZOP



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

b. Riesgos operacionales

Tabla 32: Análisis de normalidad de la variable dependiente

	Pruebas de normalidad							
	Escenarios	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Gravedad	1,00	,267	4	.	,841	4	,199	
	2,00	,288	4	.	,864	4	,276	
Frecuencia	1,00	,201	4	.	,979	4	,894	
	2,00	,306	4	.	,761	4	,049	
Accidentabilidad	1,00	,254	4	.	,945	4	,682	
	2,00	,307	4	.	,729	4	,024	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

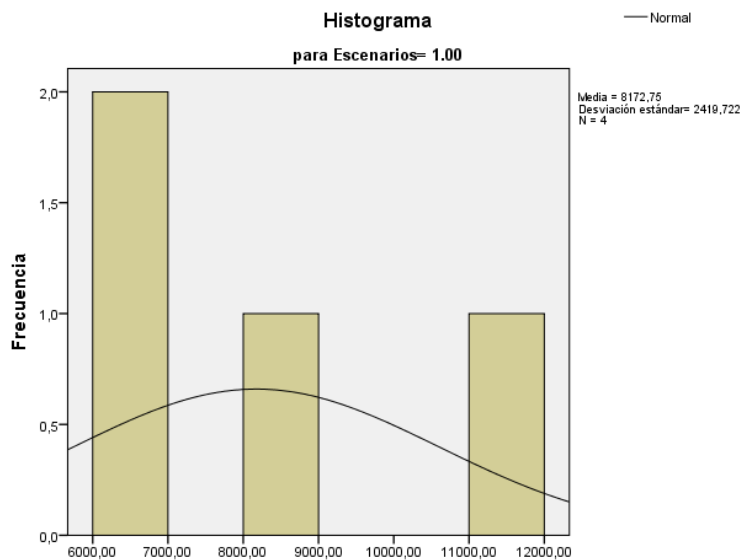
Si la significancia < 0.05 se rechaza H0 y se acepta H1 ya que los datos muestrales pre-test y post-test están conformada por 4 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk. Por lo tanto la significancia (pre- test)= 0.199 > 0.05; en tanto que la significancia (post-test) =



$0.276 > 0.05$ . Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula; así mismo, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la figura 15 se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de los datos del riesgo operacional se encuentra centrados. Por lo tanto, los datos muestrales poseen distribución normal.

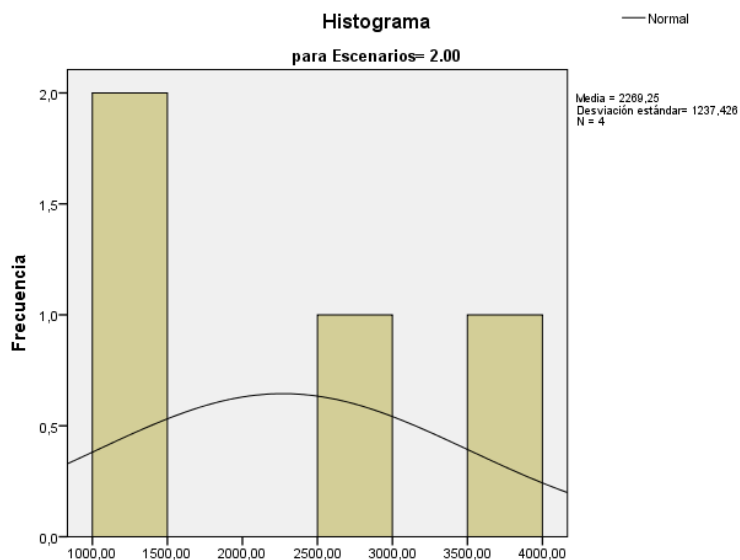
*Figura 15:* Histograma de los datos muestrales del nivel de riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En la figura 16 la dispersión de los datos muestrales del histograma de los riesgos operacionales (post-test) se encuentran centrados. Por lo tanto, los datos muestrales de los riesgos de operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos de la Compañía Tecnergy Perú poseen una distribución normal.

Figura 16: Histograma de los datos muestrales del nivel de riesgos de la operatividad en el servicio de instalación de tableros eléctricos.



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

c. Índice de frecuencia

Tabla 33: *Análisis de normalidad de la dimensión 2 de la variable dependiente*

**Pruebas de normalidad**

	Escenarios	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Frecuencia	1,00	,201	4	.	,979	4	,894
	2,00	,306	4	.	,761	4	,049

a. Corrección de significación de Lilliefors

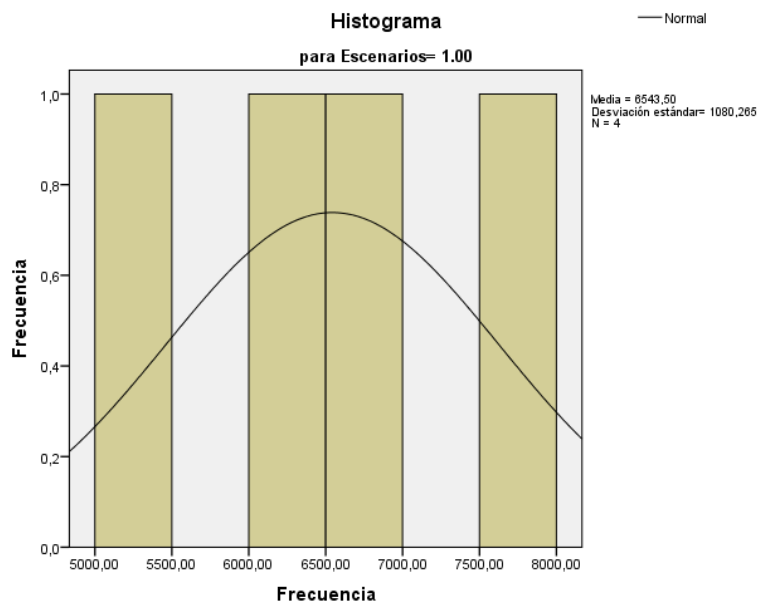
Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

**Decisión**

Si la significancia < 0.05, se rechaza H0 y se acepta H1 ya que los datos muestrales pre-test y post-test están conformados por 4 datos cada una ser a conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk. Se observa que la significancia (pre-test) = 0.894 >0.05 y la significancia (post-test)= 0.049 < 0.05. Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula, los datos muestrales poseen una distribución normal.

En la figura 17, la dispersión de los datos muestrales del histograma del índice de frecuencia (pre-test) se encuentran centrados, es decir, los datos muestrales del índice de frecuencia tienen una distribución normal.

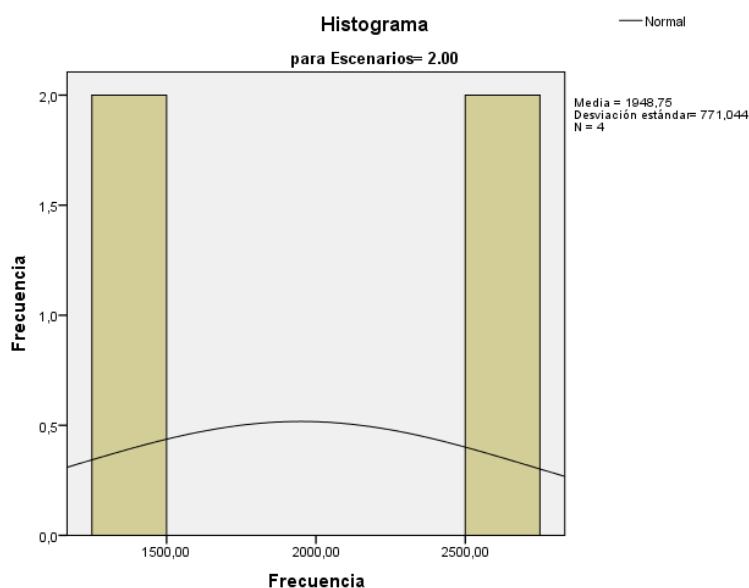
*Figura 17:* Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de frecuencia (pre -test)



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En la siguiente figura se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de los índices de frecuencia (post-test) no se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales no tienen distribución normal.

Figura 18: Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de frecuencia (post-test)



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

d. Índice de gravedad

Tabla 34: Análisis de normalidad de la dimensión 1 de la variable dependiente

**Pruebas de normalidad**

	Escenarios	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gravedad	1,00	,267	4	.	,841	4	,199
	2,00	,288	4	.	,864	4	,276

a. Corrección de significación de Lilliefors

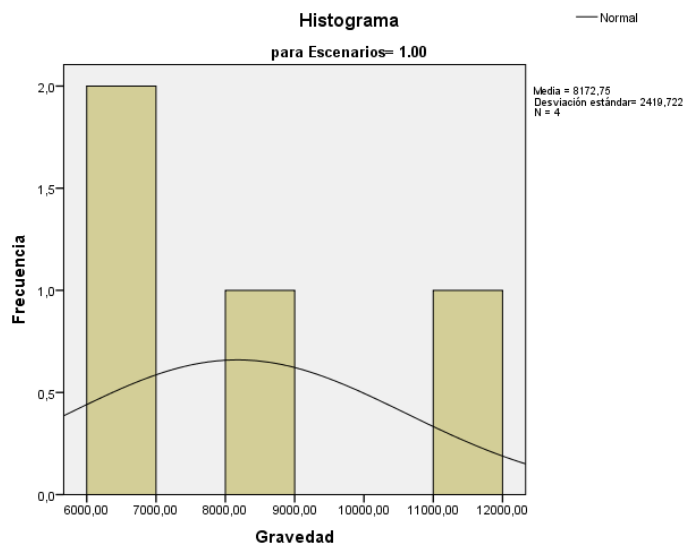
Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

**Decisión**

Si la significancia < 0.05, se rechaza H0 y se acepta H1 ya que los datos muestrales pre-test y post-test está conformados por 4 datos cada una ser a conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk. La significancia (pre-test) = 0.199 > 0.05 y la significancia (post-test) = 0.276 > 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales poseen una distribución normal.

En la figura 19, la dispersión de los datos muestrales del histograma de los índices de gravedad (pre-test) están centrados. Por lo tanto, los datos muestrales de los riesgos de operatividad poseen distribución normal.

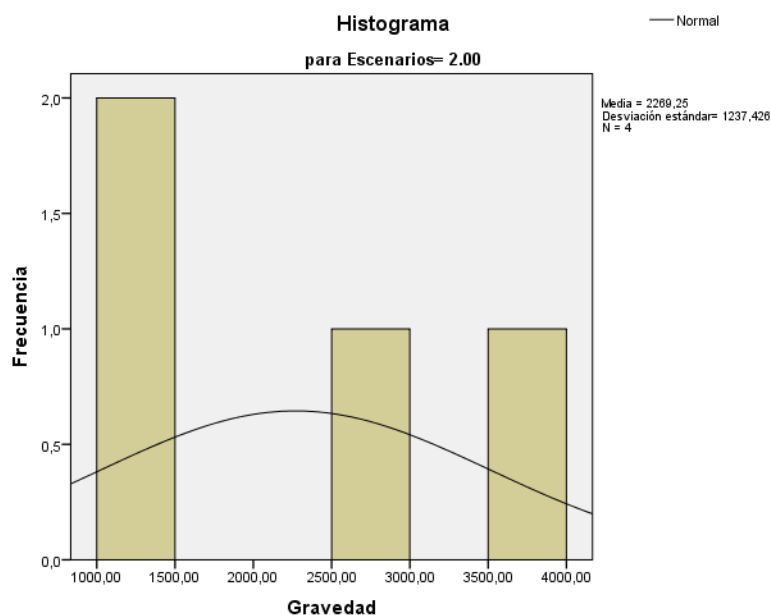
Figura 19: Histograma de los datos muestrales del nivel de índice de gravedad (pre-test).



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En la siguiente figura se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma los índices de gravedad (post-test) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales tienen distribución normal.

Figura 20: Histograma de los datos muestrales del nivel de índice de gravedad (post -test).



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

e. Índice de accidentabilidad

Tabla 35 : Análisis de normalidad de la dimensión 3 de la variable dependiente

Pruebas de normalidad

	Escenari os	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Accidentabilidad	1,00	,254	4	.	,945	4	,682
	2,00	,307	4	.	,729	4	,024

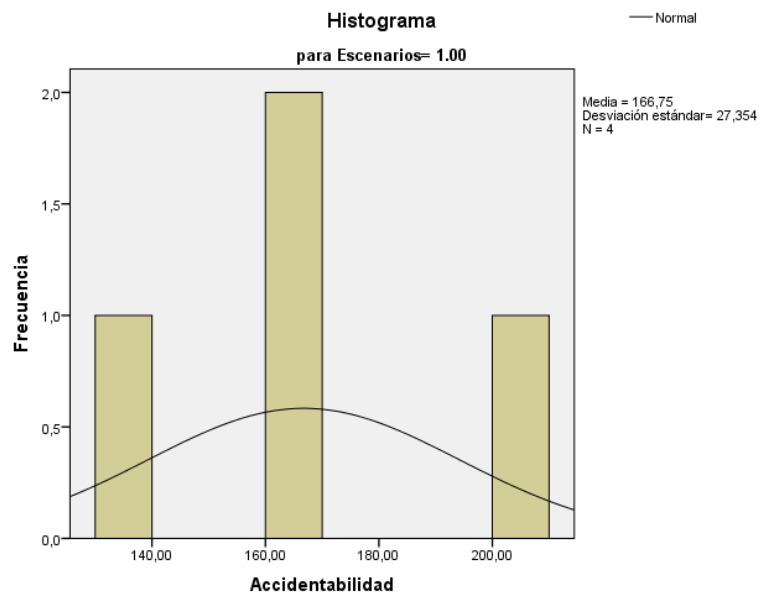
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración con SPSS 25

Si la significancia < 0.05, se rechaza H0 y se acepta H1. Debido a que los datos muestrales pre-test y post-test están conformados por 4 datos cada una ser a conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk. Se observa que la significancia (pre-test) = 0.682 > 0.05 y la significancia (post-test) = 0.024 < 0.05. Entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales poseen una distribución normal.

En la figura 21, la dispersión de los datos muestrales del histograma los índices de gravedad (post-test) se encuentran centrados. Es decir, los daos muestrales tienen distribución normal.

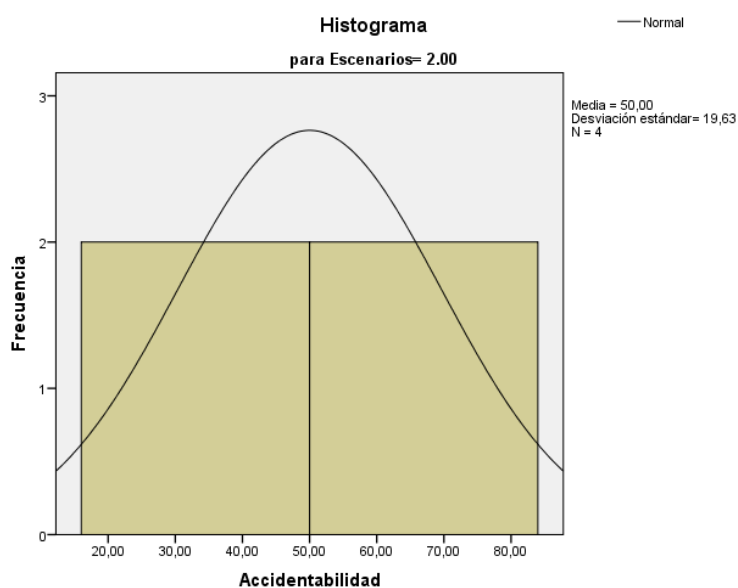
*Figura 21:* Histograma de los datos muestrales del nivel del índice de accidentabilidad (pre -test)



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En la figura 22 la dispersión de los datos muestrales del histograma de los índices de accidentabilidad (post-test) no se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales no tienen distribución normal

Figura 22: Histograma de los datos del nivel del índice de accidentabilidad



Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

## Contrastación de la hipótesis

### Hipótesis general

Ho: La aplicación del método HAZOP no reduce los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Ha: La aplicación del método HAZOP reduce los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Tabla 36: Estadística de muestras relacionadas de la hipótesis general

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Frecuencia_Pre	6543,5000	4	1080,26463	540,13231
	Frecuencia_Post	1948,7500	4	771,04404	385,52202
Par 2	Graverdad_Pre	8172,7500	4	2419,72194	1209,86097
	Graverdad_Post	2269,2500	4	1237,42619	618,71310
Par 3	Accident_Pre	166,7500	4	27,35416	13,67708
	Accident_Post	50,0000	4	19,62991	9,81495

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25



Tabla 37: *Correlaciones muestrales relacionadas de la hipótesis general*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Frecuencia_Pre & Frecuencia_Post	4	,811	,189
Par 2	Graverdad_Pre & Graverdad_Post	4	,985	,015
Par 3	Accident_Pre & Accident_Post	4	,707	,293

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 38: *Análisis estadístico de muestras relacionadas de la hipótesis general*

		Prueba de muestras emparejadas								Sig.
		Diferencias emparejadas								(bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	l		
					Inferior	Superior				
Pa r 1	Frecuenci a Pre – Frecuenci a Post	4594,7500 0	640,39122	320,1956 1	3575,7446 6	5613,7553 4	14,35 0	3	,001	
Pa r 2	Graverdad Pre – Graverdad Post	5903,5000 0	1219,0076 6	609,5038 3	3963,7867 9	7843,2132 1	9,686	3	,002	
Pa r 3	Accident Pre – Accident Post	116,75000	19,34554	9,67277	85,96693	147,53307	12,07 0	3	,001	

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

En el análisis de las tablas demostraron que la media del nivel de riesgos antes es mayor que la media de riesgos después de la implementación de mejora. Además, se obtuvo una significancia  $<0.05$ . Por lo tanto, no se cumple  $H_0: \mu$  Riesgos operacionales en instalación antes  $\leq \mu$  Riesgos operacionales en instalación después; de igual forma se rechaza la hipótesis nula y la hipótesis del investigador se acepta.

### Hipótesis específica N° 1

Ho: La aplicación del método HAZOP no reduce significativamente el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Ha: La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Tabla 39: *Estadística de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Frecuencia_Pre	6543,5000	4	1080,26463	540,13231
	Frecuencia_Post	1948,7500	4	771,04404	385,52202

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 40: *Correlaciones muestrales relacionadas de la hipótesis específica N°1*

<b>Correlaciones de muestras emparejadas</b>				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Frecuencia_Pre &	4	,811	,189
	Frecuencia_Post			

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 41: *Análisis estadístico de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
	Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)		
			Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
			Inferior	Superior					
Par 1	Frecuencia Pre - Frecuencia_Post	4594,75000	640,39122	320,19561	3575,74466	5613,75534	14,350	3	,001

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

En el análisis de la tabla 41 se aprecia la media antes (6543) es mayor que la media después (1948); entonces se rechaza la hipótesis nula y la hipótesis del investigador se acepta.

### Hipótesis específica N° 2

Ho: La aplicación del método HAZOP no reduce significativamente el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Ha: La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de gravedad de accidentes del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Tabla 42: *Estadística de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2*

#### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Graverdad_Pre	8172,7500	4	2419,72194	1209,86097
	Graverdad_Post	2269,2500	4	1237,42619	618,71310

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 43: *Correlaciones muestrales relacionadas de la hipótesis específica N°2*

#### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Graverdad_Pre & Graverdad_Post	4	,985	,015

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 44: *Análisis estadístico de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par	Graverdad	5903,50000	1219,00766	609,50383	3963,78679	7843,21321	9,686	3	,002
1	Pre – Graverdad Post								

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Como se observa en la tabla 44 la media de los índices de gravedad antes (8172) es mayor que la media después (2269); Así mismo, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

### Hipótesis específica N° 3

Ho: La aplicación del método HAZOP no reduce significativamente el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Ha: La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.

Tabla 45: *Estadística de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°3*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Accident_Pre	166,7500	4	27,35416	13,67708
	Accdent_Post	50,0000	4	19,62991	9,81495

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 46: *Correlaciones muestrales relacionadas de la hipótesis específica N°3*

**Correlaciones de muestras emparejadas**

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Accident_Pre & Accident_Post	4	,707	,293

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Tabla 47: *Análisis estadístico de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°3*

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Accident Pre – Accident Post	116,75000	19,34554	9,67277	85,96693	147,53307	12,070	3	,001

Fuente: Elaboración propia con SPSSv.25

Se puede visualizar que la tabla 47 la media de los índices de accidentabilidad antes (166) es mayor que la media después (55); entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador o alterna.

## V. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio es mejorar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo a través de la metodología HAZOP esto produjo resultados positivos y tiene el potencial de confirmar las hipótesis propuestas por otro lado el estudio proporcionado como referencia nos permitirá hacer esto comparar resultados obtenidos.

### ***Primera discusión***

En la comparación con los resultados respecto a los antecedentes mencionados en esta investigación se menciona que a nivel internacional (Urgiles 2018) logró disminuir los riesgos operacionales en la industria de Ecuador, dado que identificó la presencia de 46 puntos críticos así mismo no cuentan con la seguridad necesaria para desempeñar las actividades; en el caso de nuestro trabajo se reconocieron 12 actividades con alto potencial de gravedad permitiendo visualizar las actividades con mayor criticidad y modificar el diagrama operativo de procesos con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo. . En (Chaiwat 2016) se determinó, con la ayuda de la metodología HAZOP, que el 70 % de sus actividades en una empresa de Estados Unidos eran de gravedad media demostrando que el método que se implementara en los procedimiento de seguridad disminuye las probabilidad de los eventos en todo sus procesos; en nuestra investigación este indicador fue del 32 % debido que sus actividades no contaban con un proceso estandarizado y se realizaban de forma inseguras en algunas etapas. En el ámbito nacional, con el empleo de dicha metodología, (Robles 2018) halló que el 73% de sus riesgos eran graves logrando disminuir los riesgos graves a un 4 % del total, en tanto que para nuestra investigación el índice fue de 48 %. Otras investigaciones como la de (Montero y Villegas 2018) determinaron que riesgo operacional se redujo al implementar la metodología HAZOP imponiendo tomar acciones preventivas con la finalidad de evitar eventos no deseados ; en tanto que en la presente investigación dicha afirmación se comprueba con una significancia menor a 0.05 en el análisis estadístico inferencial.

## **Segunda discusión: frecuencia**

Respecto al índice de frecuencia de acuerdo a su investigación de (Montero 2018), éste se halló mediante el número de accidentes y días perdidos, el cual fue de 5 y 77, respectivamente; otro indicador importante fue la duración media, la cual tuvo un valor promedio de 15.4 luego de implementar mejoras teniendo meses con indicador de cero no se evidenciaron accidentes por otro lado la aplicación de un modelo de gestión se debe realizar un seguimiento permanente para implantar acciones correctivas en sus actividad y cuidar el factor humano. En la presente investigación el índice de frecuencia represento en 7692 en relación al riesgo de las operaciones en los diferentes servicios en el cual en la etapa inicial se registró 6 accidentes de trabajo. En relación a la mejora obtenida en el índice de frecuencia represento 1282 como etapa final y registrando 1 accidente de trabajo esta mejora obtenida en la aplicación de la metodología indica que hay una disminución significativa con respecto a la etapa inicial de la investigación. Además, el cambio queda demostrado con el análisis estadístico inferencial, donde se halló una significancia de  $0.001 < 0.05$

### **Tercera discusión: gravedad**

Respecto al índice de gravedad, se menciona según (Romero 2018) este obtuvo soluciones en relación a la metodología utilizada mejorando los aspectos al momento de realizar la construcción alcanzando estándares óptimos en la aplicación de la seguridad en su proceso constructivo con una puntuación de 4 empleando una escala de medición del 1 al 48, lo que determina un índice bajo. En el trabajo de investigación de (Robles 2018) utilizó herramientas para disminuir el indicador de gravedad así mismo mejorando el ambiente laboral pudiendo conocer la causa raíz de una inadecuada ejecución de los trabajos lo cual conlleva a que se presenten accidentes laborales luego de la implementación de mejora, se expresa en 4 %. En el caso de nuestro trabajo, luego de la aplicación de la propuesta presentada se obtuvo el índice de gravedad una reducción importante, dado que como etapa inicial en la investigación fue de 11538 un alto índice de gravedad y luego de la aplicación se obtuvo un resultado de 1282 demostrando buenos indicios al aplicar la metodología HAZOP; adicionalmente, se adquiere una significancia de  $0.002 < 0.05$ , lo que confirma dicha postura.



#### **Cuarta discusión: accidentabilidad**

Respecto a la accidentabilidad se puede mencionar que en el trabajo de (Romero 2017), se lograron disminuciones en este factor por la implementación de la metodología HAZOP. En la presente investigación, se determinó una disminución significativa en el índice de accidentabilidad en los escenarios previo y posterior al implementar la mejora basada en HAZOP, el cual obtuvo una media de 166 y 55, respectivamente; adicionalmente se determinó, en el análisis estadístico inferencial, una significancia de  $0.001 < 0.05$ , lo cual confirma el cambio por la aplicación de la metodología.

## VI. CONCLUSIONES

- En base al objetivo general se concluyó que la aplicación del método HAZOP reduce el riesgo de instalación de tableros eléctricos en la empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. para el periodo 2019. Esta afirmación se confirma con significancia  $< 0.05$ .
- De acuerdo con el primer objetivo específico, se concluyó que la aplicación del método HAZOP redujo significativamente el índice de frecuencia de accidentes en los servicios de instalación de tableros eléctricos, lo cual fue confirmado por el cambio del indicador antes (7692) y posterior a la mejora (1282). Además, en el análisis estadístico inferencial arrojó una significancia de  $0.001 < 0.05$ , lo que respalda esta afirmación.
- De acuerdo con el segundo objetivo específico, se concluyó que el uso de la metodología HAZOP redujo significativamente el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos, ello se respalda en el cambio del indicador antes (11538) y posterior a la mejora (1282). Además, en el análisis estadístico inferencial arrojó una significancia de  $0.002 < 0.05$ , lo que respalda esta afirmación.
- De acuerdo con el tercer objetivo específico, se concluye que la aplicación de la metodología HAZOP reduce significativamente el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos, ello se respalda en el cambio del indicador antes (200) y posterior a la mejora (33). Además, en el análisis estadístico inferencial arrojó una significancia de  $0.001 < 0.05$ , lo que respalda dicha afirmación.

## VII. RECOMENDACIONES

Como parte final, se procede a realizar las recomendaciones del caso, luego de la experiencia de implementar la metodología HAZOP en el servicio de instalación de tableros eléctricos de la empresa Tecnergy Perú S.A.C. Las recomendaciones se encuentran alineadas a los objetivos general y específicos, planteado al inicio de la investigación, y son las siguientes:

- Se recomienda realizar capacitaciones relacionados a salud y seguridad en el trabajo para concientizar a los trabajadores, se espera que así ejecuten sus labores con mayor cautela y se reduzca mucho más el índice de frecuencia de accidentes en la empresa.
- Se recomienda realizar capacitaciones en temas de salud y seguridad en el trabajo para concientizar a los trabajadores, se espera que así ejecuten sus labores con mayor cautela y se reduzca mucho más el índice de frecuencia de accidentes en la empresa.
- Se recomienda implementar manuales de procedimiento para las actividades de instalación de tableros eléctricos, en tanto que con un mayor conocimiento se reducirá el índice de gravedad de los trabajadores.
- Se recomienda la compra de nuevos implementos de seguridad, lo cual garantizaría un menor riesgo al efectuarse un accidente y poder así disminuir el índice de accidentabilidad del servicio de instalación de tableros eléctricos.

## REFERENCIAS

- Agencia de Noticias Orbita. (3 de 5 de 2019). *Agencia de Noticias Orbita*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de <https://agenciaorbita.org/ministerio-de-vivienda-capacita-en-seguridad-y-salud-a-sus-operadores-de-maquinaria-pesada-en-lima/>
- Agencia EFE. (16 de 5 de 2019). *Yahoo Finanzas*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de [https://es.finance.yahoo.com/noticias/empresas-am%C3%A9rica-latina-derribar-estigma-salud-ocupacional-gasto-143835332--finance.html?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAD88tQRZ7\\_4CMGeVM5OnkKXQrOb-sWWMcZlI31ymFU](https://es.finance.yahoo.com/noticias/empresas-am%C3%A9rica-latina-derribar-estigma-salud-ocupacional-gasto-143835332--finance.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAD88tQRZ7_4CMGeVM5OnkKXQrOb-sWWMcZlI31ymFU)
- Arévalo Sarrate, C. (2016). *Metodologías y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo*. Madrid, España: Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Aven, T. (2017). *Improving risk characterisations in practical situations by highlighting knowledge aspects, with applications to risk matrices*. Stavange, Noruega: University of Stavanger.
- Baena Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Grupo Editorial Patria.
- Baybutt, P. (2014). *Design intent for hazard and operability studies*. Nueva York, Estados Unidos: American Institute of Chemical Engineers.
- Chaiwat, P. (2016). *Probabilistic risk assessment of offshore production platform by bayesian network application to HAZOP and bow-tie studies*. Texas: Texas A&M University.
- Crespo Pérez, C. (2016). *Identificación, análisis y evaluación de riesgos industriales en planta de acetileno por metodología HAZOP en Indura Ecuador S.A.* Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Danko, M., Janošovský, J., Labovský, J., & Jelemenský, L. (2019). Integration of process control protection layer into a simulation-based HAZOP tool. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 291–303.
- Diario Correo. (30 de 4 de 2019). *Diario Correo*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de <https://diariocorreo.pe/edicion/ica/familia-de-trabajador-muerto-en-accidente-de-trabajo-exige-justicia-884426/>

- Diario Norte. (3 de 5 de 2019). *Diario Norte*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de <https://www.diarionorte.com/article/178629/bomberos-participaron-de-jornada-de-seguridad-y-salud-ocupacional->
- Diaz Apaza, J., & Grande Huaraya, M. (2015). *Evaluación y simulación técnica de un sistema de gestión y HAZOP para la línea de comprimidos recubiertos de una planta farmacéutica*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Dwi, R., Rozaaq, W., Musyafa, A., & Soepriyanto, A. (2015). Hazard & operability study and determining safety integrity level on sulfur furnace unit: A case study in fertilizer industry. *Procedia Manufacturing*, 231 – 236.
- El Comercio. (29 de 04 de 2019). *El Comercio*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de <https://elcomercio.pe/economia/peru/multas-infringir-normas-seguridad-llegar-s-840-000-noticia-630937>
- El peruano. (04 de 28 de 2019). *El peruano*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de <https://elperuano.pe/noticia-empresarios-deben-examinar-medidas-seguridad-laboral-78004.aspx>
- Ericson , C. (2005). *Hazard Analysis techniques for Systems Safety*. Canada: Willey.
- Freedman, P. (2003). HAZOP: as a risk analysis methodology. *Petrotecnia*, p. 60-64.
- Gao, T., & Wang, S. (2018). Fuzzy Integrated Evaluation based on HAZOP. *Procedia Engineering*, 176-182.
- Gavilanes Porras, M. (2015). *Determinación de factores de vulnerabilidad ante una amenaza de origen antrópico en la estación de bombeo de hidrocarburos del sistema EP-PetroEcuador ubicado en la ciudad de La Libertad*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- GUIAR. (15 de 05 de 2019). *GUIAR* . Obtenido de Operational Functional Analysis (AFO): Hazard and operability (HAZOP): [https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An\\_riesgo/HAZOP.htm](https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/HAZOP.htm)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw Hill.
- Hyatt, N. (2018). *Guidelines for process hazards analysis (PHA, HAZOP), hazards identification, and risk analysis*. Florida, Estados Unidos: CRC Press.

- Interempresas. (15 de 1 de 2019). *Interempresas*. Recuperado el 17 de 6 de 2019, de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/231435-EDE-Ingenieros-aborda-el-analisis-de-riesgos-con-metodologia-Hazop.html>
- Juarez Alberca, B. (2015). *Análisis e identificación de riesgos de operabilidad en una batería de producción mediante la aplicación de la metodología HAZOP*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Kobayashia, N., & Yamamoto, S. (2015). The effectiveness of D-Case application knowledge on a safety process. *Procedia Computer Science*, 908 – 917.
- Less, F. (2012). *Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification*. Oxford, Inglaterra: El Sevier.
- López Verdugo, D. (2016). *Diseño de un sistema de seguridad industrial en una subestación eléctrica de la CFE en la ciudad de los Mochis, Sinaloa*. Mexico D.F.: Instituto Politecnico Nacional .
- MacGregor, R. (2017). Results matter: Three case studies comparing and contrasting PFFM and HazOp PHA reviews. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 266-279.
- Mechhoud, E.-A., Rouainia, M., & Rodriguez, M. (2016). A new tool for risk analysis and assessment in petrochemical plants. *Alexandria Engineering Journal*, 2919-2931.
- Montero Roman, A. (2018). *Propuesta de un modelo de gestión de seguridad e higiene industrial para disminuir el riesgo operativo en una empresa pesquera*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.
- Organización Internacional del Trabajo. (27 de 4 de 2018). *OIT*. Recuperado el 17 de 5 de 2019, de [https://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS\\_627066/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_627066/lang-es/index.htm)
- Robles Quispe, J. (2018). *Aplicación del método HAZOP (Hazard and Operability) para la disminución de riesgos de operatividad, en el Grupo Italtacones EIRL, 2018*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Romero Faz, D. (2017). *Metodología para la evaluación del riesgo en instalaciones portuarias*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid.

- Silvianita, Faris, M., Rochani, I., & Marina, D. (2015). Hazard and Operability Analysis (HAZOP) of Mobile Mooring System. *Procedia Earth and Planetary Science*, 208 – 212.
- Stamatis, D. (2014). *Introduction to Risk and Failures*. Nueva York: CRC Press.
- Suhardi, B., Widyo, P., Ayu, A., Mohd, J., & Shy, T. (2018). Analysis of the Potential Hazard Identification and Risk Analysis of the Potential Hazard Identification and Risk: Case Study. *International Journal of Engineering & Technology*, 1-7.
- Tecnergy Perú S.A.C. (2017). Recuperado el 17 de 5 de 2018, de <http://tecnergyperu.pe/>
- Trapani, N., Macchi, M., & Fumagalli, L. (2015). Risk driven engineering of Prognostics and Health Management systems in manufacturing. *FAC-PapersOnLine*, 995–1000.
- Urgiles Silva, G. (2018). *Análisis e identificación de los riesgos en los laboratorios de ingeniería química aplicando la metodología Hazop (análisis de tareas peligros) en los equipos, en la producción, la persona y el ambiente*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Vadimovna, K., & Sergeevich, K. (2017). *Risk-oriented approach to design of the industrial safety system: problems, solutions*. Moscu, Russia: Plekhanov Russian University of Economics.
- Veland, H., & Aven, T. (2015). Improving the risk assessments of critical operations to better reflect uncertainties and the unforeseen. *Safety Science*, 206–212.
- Villegas Abad, L. A. (2017). *Evaluación de riesgos en la operación de una planta de tratamiento de agua producción para pozos inyectoros*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Wiley, A. (2016). *Guidelines for Implementing Process Safety Management*. Canada: CPS.
- Windhorst, J. (2014). Rigorous versus simplified protection layer reliability calculations and problems with popular risk analysis methodologies. *Procedia Engineering*, 47-54.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Metodología	VARIABLES	Instrumentos
¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce los riesgos en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?	El objetivo general es Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce los riesgos de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C., 2019	La aplicación del método HAZOP reduce los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.	Tipo El tipo de investigación es aplicativo, cualitativo  Diseño La investigación plantea un diseño pre-experimental con pretest - postest para un grupo de datos.  Población: Procesos del área de reparación  Muestra: Proceso de reparación de equipos de aire acondicionado de una empresa de servicios de ingeniería eléctrica y mecánica.	Independiente Método HAZOP	-Cuestionario -Base de datos -Registro de observación directa
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>		Dependiente Accidentes laborales en la empresa Tecnergy Perú S.A.C.  Materiales Medio ambiente Mano de obra Medición Método Organización	
a. ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?  b. ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?  c. ¿En qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019?	a. Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019  b. Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.  c. Determinar en qué medida la aplicación del método HAZOP reduce el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.	a. La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de frecuencia de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.  b. La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de gravedad de accidentes en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.  c. La aplicación del método HAZOP reduce significativamente el índice de accidentabilidad en el servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C. 2019.			



## Anexo 2: Autorizaciones



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PARA PUBLICAR SU IDENTIDAD EN LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES

#### Datos Generales

Nombre de la Organización:	RUC: 20601322529
Tecnergy Perú S.A.C	
Nombre del Titular o Representante legal:	Fernando Alonso Allende Baldeon
Nombres y Apellidos	DNI: 60132252
Fernando Alonso Allende Baldeon	

#### Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 7º, literal "f" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (\*), autorizo [X], no autorizo [] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
"Aplicación del método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C, 2019"	
Nombre del Programa Académico:	
Investigación informativa	
Autor: Jhonnatan Michael Ccopa Valdez , Frances Germain Obando Grandez	DNI: 73592324 70425220

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

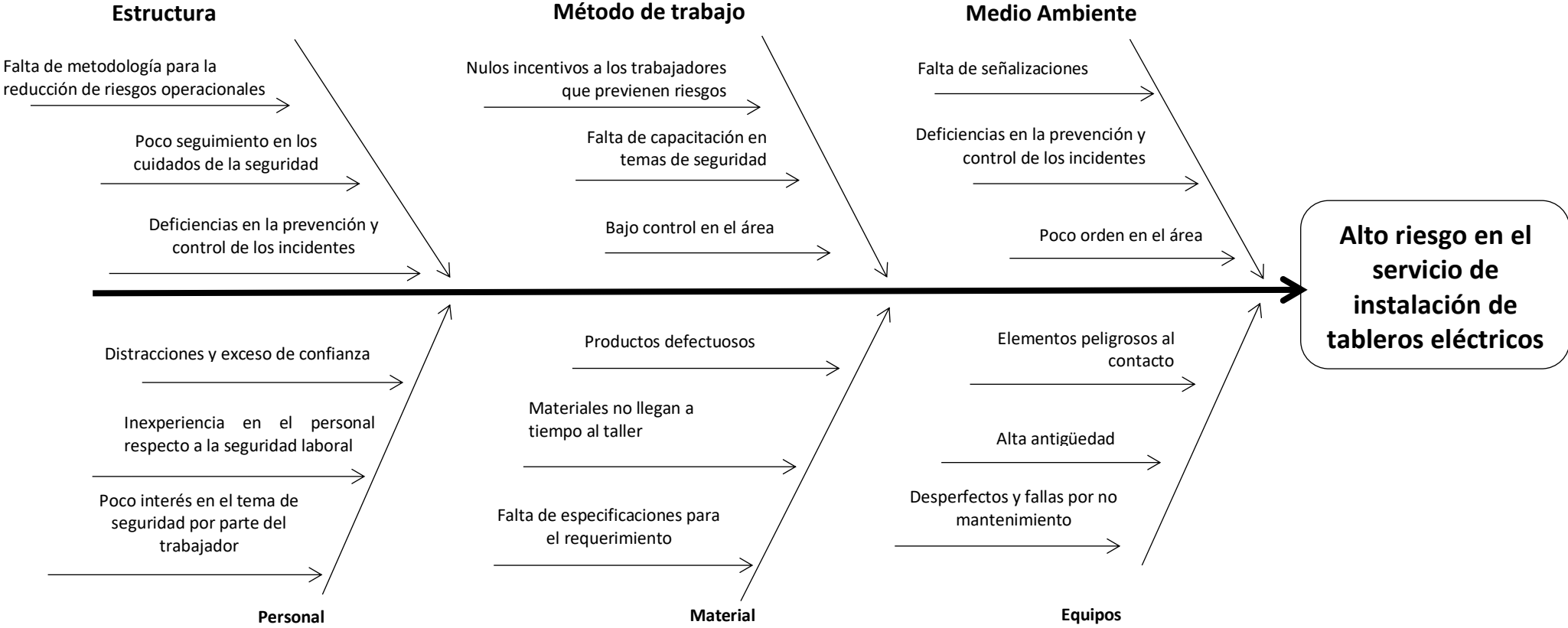
Lugar y Fecha: Peru Lima, SJL 06/03/2023

Firma:

TECNERGY PERU S.A.C.  
FERNANDO A. ALLENDE BALDEON  
GERENTE GENERAL

(\* ) Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 7º, literal " f " Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en los informes o tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, pero sí será necesario describir sus características.

**Anexo 3: Diagrama de Ishikawa**



Elaboración propia

## Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

### Cuestionario para expertos

Experto: Apellidos, Nombres

En una escala del 1 al 100, responder el impacto de las siguientes premisas sobre los riesgos operacionales

1. Falta de metodología para la reducción de riesgos operacionales

RR:

2. Inexperiencia en el personal respecto a la seguridad laboral

RR:

3. Desperfectos y fallas por no mantenimiento

RR:

4. Falta de capacitación en temas de seguridad

RR:

5. Deficiencias en la prevención y control de los incidentes

RR:

6. Productos defectuosos

RR:

7. Poco seguimiento en los cuidados de la seguridad

RR:

8. Nulos incentivos a los trabajadores que previenen riesgos

RR:

9. Distracciones y exceso de confianza

RR:

10. Equipos de alta antigüedad

RR:

11. Poco orden en el área

RR:

12. Poco interés en el tema de seguridad por parte del trabajador

RR:

13. Deficiencias en la prevención y control de los incidentes

RR:

14. Bajo control en el área

RR:

15. El personal no considera importante el tema de salud y seguridad en el trabajo

RR:

16. Falta de especificaciones para el requerimiento

RR:

17. Elementos peligrosos al contacto

RR:

18. Materiales no llegan a tiempo al taller

RR:

Muchas gracias

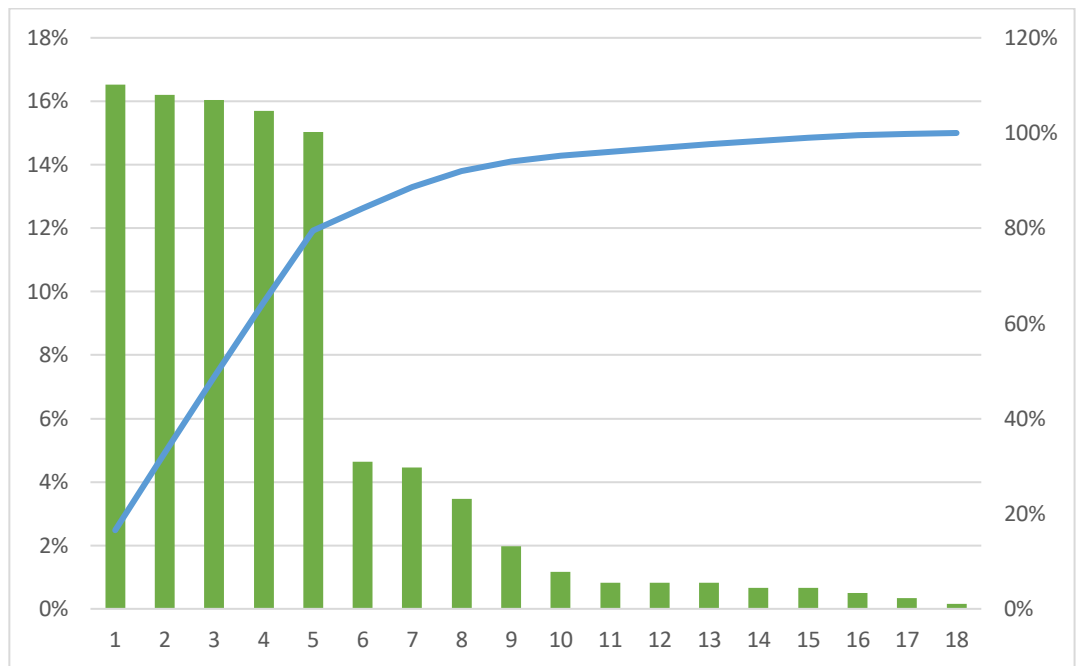
Elaboración propia

## Anexo 5: Análisis de Pareto del problema general

N°	Descripción de Partida	1	2	3	4	5	Puntuación	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
1	Falta de metodología para la reducción de riesgos operacionales.	20	20	20	20	20	100	17%	17%
2	Inexperiencia en el personal respecto a la seguridad laboral.	18	20	20	20	20	98	16%	33%
3	Deficiencias en la prevención y control de los incidentes.	20	20	20	17	20	97	16%	49%
4	Falta de capacitación en temas de seguridad.	20	20	17	18	20	95	16%	64%
5	Poco seguimiento en los cuidados de la seguridad.	20	16	15	20	20	91	15%	80%
6	Productos defectuosos.	5	5	6	6	6	28	5%	84%
7	Desperfectos y fallas por no mantenimiento	7	5	5	5	5	27	4%	89%
8	Nulos incentivos a los trabajadores que previenen riesgos.	4	4	4	4	5	21	3%	92%
9	Distracciones y exceso de confianza.	4	3	3	2	2	12	2%	94%
10	Equipos de alta antigüedad u obsoletos	1	1	1	1	3	7	1%	95%
11	Poco orden en el área.	1	1	1	1	1	5	1%	96%
12	Poco interés en el tema de seguridad por parte del trabajador.	1	1	1	1	1	5	1%	97%
13	Deficiencias en la prevención y control de los incidentes.	1	1	1	1	1	5	1%	98%
14	Bajo control en el área.	2	1	0	1	0	4	1%	98%
15	El personal no considera importante el tema de salud y seguridad en el trabajo.	0	1	1	2	0	4	1%	99%
16	Falta de especificaciones para el requerimiento.	0	0	1	1	1	3	0.50%	100%
17	Elementos peligrosos al contacto.	0	1	1	0	0	2	0.33%	100%
18	Materiales no llegan a tiempo al taller.	0	0	0	0	1	1	0.17%	100%
	TOTAL						605	100%	

Elaboración propia

## Anexo 6: Diagrama de Pareto



Elaboración propia

## Anexo 7: Imágenes de trabajos de la empresa



Trabajos en tableros eléctricos realizado por Tecnergy (2017)



Trabajos sobre tableros eléctricos por Tecnergy (2017)



Trabajos sobre sistemas eléctricos por Tecnergy (2017)

## Anexo 8: validación de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Aplicación del método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C, 2019

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable independiente METODO HAZOP								
1	<b>DIMENSIÓN 1: nodos</b>							
	$\text{Nodos} = \frac{\text{Número de nodos estudiados}}{\text{Total de Nodos}}$	x		x		x		
2	<b>DIMENSIÓN 2: <del>parametros</del></b>							
	$\text{Parametros} = \text{N}^{\circ} \text{ de parámetros escogidos}$	x		x		x		
3	<b>DIMENSIÓN 3: acciones <del>hazop</del></b>							
	$\text{Acciones} = \frac{\text{Número de acciones correctoras}}{\text{Total de acciones a hacer}}$	x		x		x		
Variable dependiente RIESGOS DE OPERATIVIDAD EN EL SERVICIO DE INSTALACION DE TABLEROS ELECTRICOS								
4	<b>DIMENSIÓN 4: índice de gravedad</b>							
	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^3$	x		x		x		
5	<b>DIMENSIÓN 5: índice de frecuencia</b>							
	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ accidentes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \times 10^6$	x		x		x		
6	<b>DIMENSIÓN 6: índice de accidentabilidad</b>							
	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ accidentes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de trabajadores}} \times 10^3$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable []       Aplicable después de corregir [ ]       No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: ROBERTO FARFAN MARTINEZ.       DNI: 02617808 .....

Especialidad del validador:... MAESTRO EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA ...

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...LIMA 12 .de... DICIEMBRE...del 2022...

ROBERTO FARFAN MARTINEZ  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Rea GIP N° 42008



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:** Aplicación del método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C, 2019

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Variable independiente METODO HAZOP</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1: nodos</b>							
	$\text{Nodos} = \frac{\text{Número de nodos estudiados}}{\text{Total de Nodos}}$	x		x		x		
2	<b>DIMENSIÓN 2: parametros</b>							
	$\text{Parametros} = \text{Nº de parámetros escogidos}$	x		x		x		
3	<b>DIMENSIÓN 3: acciones hazop</b>							
	$\text{Acciones} = \frac{\text{Número de acciones correctoras}}{\text{Total de acciones HAZOP}}$	x		x		x		
<b>Variable dependiente RIESGOS DE OPERATIVIDAD EN EL SERVICIO DE INSTALACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS</b>								
4	<b>DIMENSIÓN 4: Índice de gravedad</b>							
	$\frac{\text{Nº jornadas perdidas}}{\text{Nº de horas trabajadas}} \times 10^3$	x		x		x		
5	<b>DIMENSIÓN 5: Índice de frecuencia</b>							
	$\frac{\text{Nº accidentes}}{\text{Nº de horas trabajadas}} \times 10^6$	x		x		x		
6	<b>DIMENSIÓN 6: Índice de accidentabilidad</b>							
	$\frac{\text{Nº accidentes}}{\text{Nº de trabajadores}} \times 10^3$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia) Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**        **Aplicable después de corregir [ ]**        **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Dr. Panta Salazar Javier Francisco        DNI: 02636381

05 de noviembre del 2022

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Aplicación del método HAZOP para reducir los riesgos del servicio de instalación de tableros eléctricos en una empresa de servicios de ingeniería eléctrica Tecnergy Perú S.A.C, 2019**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Variable independiente METODO HAZOP</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1: nodos</b>							
	$\text{Nodos} = \frac{\text{Número de nodos estudiados}}{\text{Total de Nodos}}$	X		X		X		
2	<b>DIMENSIÓN 2: parametros</b>							
	$\text{Parametros} = \text{N}^\circ \text{ de parámetros escogidos}$	X		X		X		
3	<b>DIMENSIÓN 3: acciones hazop</b>							
	$\text{Acciones} = \frac{\text{Número de acciones correctoras}}{\text{Total de acciones HAZOP}}$	X		X		X		
<b>Variable dependiente RIESGOS DE OPERATIVIDAD EN EL SERVICIO DE INSTALACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS</b>								
4	<b>DIMENSIÓN 4: Índice de gravedad</b>							
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ jornadas perdidas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas}} \times 10^3$	X		X		X		
5	<b>DIMENSIÓN 5: Índice de frecuencia</b>							
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas}} \times 10^6$	X		X		X		
6	<b>DIMENSIÓN 6: Índice de accidentabilidad</b>							
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ de trabajadores}} \times 10^3$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ x ]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: .....Conde Rosas Roberto Carlos.....            DNI:.....09447944.....

Especialidad del validador:.....Magister en dirección de operaciones y logística            ...

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



12.....de...diciembre.....del 2022...

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, Panta Salazar, Javier Francisco, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "APLICACIÓN DEL MÉTODO HAZOP PARA REDUCIR LOS RIESGOS DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA TECNERGY PERÚ S A C - 2019." del (los) autor (autores)

OBANDO GRANDEZ FRANCES GERMAIN Y CCOPA VALDEZ JHONNATAN MICHAEL, CONSTATO que la investigación cumple con el índice de 25-00% de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de diciembre de 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PANTA SALAZAR, JAVIER FRANCISCO CODNI:02636381 ORCID: 0000-0002-1356-4708	