



Programa de Posgrado en Riesgos Laborales

TEMA

**Seguridad industrial en el bloqueo y etiquetado LOTO
(Lockout/Tagout) de las operaciones de mantenimiento
eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de Riesgos y
Productividad Empresarial

Tesis de grado previo a la obtención del título de Magíster en Riesgos,
mención Prevención de Riesgo Laborales

AUTORES:

--SIXTO ANGULO QUIÑONEZ. -MIGDONIO GRACIA VALENCIA

ASESOR:

Dr. NELSON MUELA MSc.

Esmeraldas – Ecuador; Junio-2024

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por los Reglamentos de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Magister en Gestión de Riesgos mención Prevención de Riesgos Laborales

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Tema: Seguridad industrial en el bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) de las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”

Autor: Sixto Angulo Quiñonez

f. _____

Autor: Migdonio Gracia Valencia

f. _____

Dr. Nelson Muela, MSc.
ASESOR DE TESIS

f. _____

MSc. Christian Simbaña
LECTOR 1

f. _____

MSc. Franco Pérez Rojas
LECTOR 2

f. _____

Mgt. Nelson Muela
COORDINADOR DE CARRERA

f. _____

Mgt. José Iván Jijón Motato
SECRETARIO GENERAL DE LA PUCESE

f. _____

Esmeraldas, Ecuador

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Los suscriptores del presente, ANGULO QUIÑONEZ ABDON SIXTO portador de la cedula de identidad número 080131902-1, GRACIA VALENCIA MIGDONIO LINO portadora de la cedula de identidad número 080210917-3, una vez terminado los estudios para la obtención del título de MAGÍSTER EN GESTIÓN DE RIESGOS MENCION PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, declaramos que:

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas plasmados en este trabajo de tesis corresponden de manera única y exclusiva a los autores,”

Sixto A. Angulo Quiñónez
C.I. 080131902-1

Migdonio L. Gracia Valencia
C.I. 080210917-3

CERTIFICACIÓN

Yo, Nelson Muela, con cédula de identidad 0801399353, docente y asesora de los maestrandos Abdón Sixto Angulo Quiñónez y Migdonio Lino Gracia Valencia, de la Maestría en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

Certifico que los maestrantes han finalizado satisfactoriamente el Trabajo Final de Máster con los cambios sugeridos por sus lectores, por lo tanto, se encuentra apta para ser calificado y posterior solicitar fecha para defensa.

Dr. Nelson Muelas. MSc.
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

Sixto A. Angulo Quiñónez

Este logro lo dedico y atribuyo a todas las personas que se transformaron en un pilar fundamental e inspiración de manera admirable a mi padre Jorge Angulo Becerra, que desde el cielo supo guiarme y orientar mis pensamientos a mi querida madre Lorgia Quiñónez Clavijo, quien de manera incansable siempre me ha dado su apoyo a mi esposa Graciela Bambilla Preciado mi compañera de vida un pilar de apoyo en este logro a mis adorables hijas Zoé Lushianna, Raisha Leanne mi inspiración para continuar día a día en este camino del progreso y que esta meta alcanzada sea un legado para ellas, a mis hermanos: Jorge , Carlos, Cristhian y Vanessa por su apoyo significativo.

DEDICATORIA

Migdonio L. Gracia Valencia

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. A mi padre, Simón Gracia Vite, a mi madre, Carmen Valencia Torres, quienes con su amor y sabiduría han iluminado mi vida. A mi esposa, Xiomara Gruezo Guerrero, mi compañera de vida y apoyo inquebrantable, que ha estado a mi lado en cada desafío. A mis adorables hijos, quienes son mi inspiración diaria y el legado que deseo dejarles con este esfuerzo. Y a mis hermanos, Ángela Arelis, Ronal Rolando y Darío Emilio, por su apoyo significativo y constante presencia en mi vida. Este logro es un reflejo del amor y la dedicación de todos ustedes, y lo ofrezco como un agradecimiento a Dios por las bendiciones recibidas.

AGRADECIMIENTOS

Sixto A. Angulo Quiñónez

Mi agradecimiento INFINITO a Dios por darme sabiduría, salud y sobre todo vida lo cual me brindas fuerzas frente a los desafíos de mi entorno profesional, una vez más a mi familia, a mi esposa e hijas, a todas las personas que creyeron en mí, a EP PETROECUADOR que me brindó la oportunidad de mi desarrollo personal, profesional y darme apertura para obtener los conocimientos técnicos aplicados en este proceso de estudio de posgrado.

GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

Migdonio L. Gracia Valencia

Mi gratitud eterna a Dios, por concederme la sabiduría, salud y vida, dándome la fortaleza necesaria para enfrentar los desafíos en mi entorno profesional. Agradezco profundamente a mi familia, a mi esposa e hijos y a todas las personas que creyeron en mí. También extendiendo mi agradecimiento a EP PETROECUADOR y a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, SEDE ESMERALDAS -PUCESE, por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo de postgrado

GRACIAS.

TITULO

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL BLOQUEO Y ETIQUETADO LOTO
(LOCKOUT/TAGOUT) DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
ELÉCTRICO DE LA “SUBESTACIÓN E DE REFINERÍA ESMERALDAS”

RESUMEN

Este trabajo de investigación abordó el análisis de los riesgos inherentes a la energización accidental de equipos y a seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la subestación E de la Refinería Esmeraldas, tomando como referencia la eficiencia del procedimiento de bloqueo y etiquetado LOTO por sus siglas en inglés Lockout/Tagout de referencia la norma OSHA 1947.147.

Se contó con el objetivo para analizar la seguridad industrial del bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas” A través de la metodología analítica y descriptiva donde se realizó inspecciones de campo, encuesta, entrevista a los trabajadores, evaluación de riesgos mediante la metodología HAZOP seguidamente de la Matriz de Análisis Modal de Fallos y Efectos -AMFE

Los hallazgos revelaron que, aunque los procedimientos de bloqueo y etiquetado están parcialmente implementados, existe deficiencia en el bloqueo de las fuentes de energía peligrosas, la falta de capacitación, la limitación de la disponibilidad de los dispositivos de bloqueo y uso de etiquetas no existe la adecuada supervisión y protocolos de emergencia en la subestación.

En cuanto a la contribución para reducir los riesgos laborales inherentes al mantenimiento eléctrico las conclusiones definen la necesidad implementar programas de mejoramiento continuo que incorpore la capacitación, auditorias periódicas, simulacros de emergencias como la actualización de los dispositivos de seguridad para salvaguardar los bienes del estado y la vida de los trabajadores.

Palabras claves: Seguridad industrial, Bloqueo y etiquetado LOTO, Mantenimiento eléctrico, Subestación E, Refinería Esmeraldas, Prevención de riesgos laborales, OSHA 1910.147

TÍTULO EN INGLÉS

**INDUSTRIAL SAFETY IN THE LOCKOUT/TAGOUT (LOTO) OF ELECTRICAL
MAINTENANCE OPERATIONS AT THE “SUBSTATION E OF THE ESMERALDAS
REFINERY”**

ABSTRACT

This research work addresses the analysis of the risks inherent to the accidental energization of equipment and industrial safety in the electrical maintenance operations of substation E of the Esmeraldas Refinery, taking as reference the efficiency of the LOTO lockout and tagout procedure. in English Lockout/Tagout reference OSHA standard 1947.147.

The objective was to analyze the industrial safety of LOTO blocking and labeling (Lockout/Tagout) in the electrical maintenance operations of the “Esmeraldas Refinery Substation E” Through the analytical and descriptive methodology where field inspections were carried out, survey, interview with workers, risk assessment using the HAZOP methodology followed by the Failure Modal and Effects Analysis Matrix - FMEA

The findings revealed that, although lockout and tagout procedures are partially implemented, there is deficiency in the lockout of hazardous energy sources, lack of training, limited availability of lockout devices and use of tags, there is no adequate supervision and emergency protocols at the substation.

Regarding the contribution to reducing occupational risks inherent to electrical maintenance, the conclusions define the need to implement continuous improvement programs that incorporate training, periodic audits, emergency drills such as updating security devices to safeguard state assets and the lives of workers.

Keywords: Industrial safety, LOTO lockout and tagout, Electrical maintenance, Substation E, Esmeraldas Refinery, Occupational hazard prevention, OSHA 1910.147

INDICE DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	2
TITULO	10
RESUMEN	11
ANEXOS	15
INTRODUCCION	18
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:	18
PRESENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN:	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	19
JUSTIFICACION	21
OBJETIVOS	26
OBJETIVO GENERAL	26
OBJETIVO ESPECIFICOS	26
CAPITULO 1.....	27
1. MARCO TEÓRICO.....	27
1.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	27
1.2. ANTECEDENTES.....	30
1.3. RESEÑA HISTÓRICA.....	32
1.4. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	33
CAPITULO 2.....	40
2.1 METODOLOGIA	40
2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
2.3 DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	40
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
2.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	42
2.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	43
CAPITULO 3.....	44
3. RESULTADOS.....	44
3.1. ANÁLISIS EN LA EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA SUBESTACIÓN E DE REFINERÍA ESMEALDAS.....	44

3.2. REVISIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS APLICABLES PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA SUBESTACIÓN E DE REFINERÍA ESMERALDAS.....	45
3.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA SUBESTACIÓN E. MÉTODO HAZOP (HAZARD AND OPERABILITY) -.....	52
3.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA SUBESTACIÓN E. MÉTODO AMFE (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS.)	59
3.5. PERCEPCIÓN DEL PERSONAL RESPECTO A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA SUBESTACIÓN E.....	61
3.6. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DEL PERSONAL SOBRE LOTO (BLOQUEO/ETIQUETADO)	64
CAPITULO 4.....	70
4. DISCUSIÓN	70
CAPITULO 5.....	72
5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentaje de mantenimientos preventivos relacionados al correctivo.....	23
Tabla 2 Definición de variables	40
Tabla 3 Cumplimiento del estándar de seguridad industrial	47
Tabla 4 Verificación de cumplimiento de LOTO de OSHA 1910.147.....	50
Tabla 5 Procedimientos de Emergencia en Caso de Fallas o Incidentes según OSHA 1910.14751	

ANEXOS

Anexo 1 Ubicación del flujo de información para ejecutar actividades bajo energía peligrosas.....	79
Anexo 2 Tipos de etiquetado.....	80
Anexo 3 Aprobación de la remoción de etiquetado	81
Anexo 4 Control de aislamiento de equipos	82

Anexo 5 Encuesta de nivel de seguridad industrial	85
Anexo 6 Nivel de conocimientos de los trabajadores	87

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Número de trabajadores muertos como resultado por violación a LOTO	21
Gráfico 2 Causas principales de accidentes con fatalidades en el 2022.....	22
Gráfico 3 Infracciones acumuladas a OSHA de los años 2021, 2022 y 2023.....	25
Gráfico 4 Percepción de la seguridad en el mantenimiento eléctrico.	61
Gráfico 5 Nivel de seguridad en las operaciones de mantenimiento eléctrico.....	62
Gráfico 6 Frecuencia de inspecciones de seguridad.....	62
Gráfico 7 Eficacia de capacitación.....	63
Gráfico 8 Reporte de accidentes o condición insegura	63
Gráfico 9 ¿Cuál es el propósito principal de los procedimientos de LOTO?.....	64
Gráfico 10 ¿En qué paso del proceso de mantenimiento eléctrico se deben aplicar los procedimientos de LOTO?.....	64
Gráfico 11 ¿Quién es responsable de aplicar los procedimientos de LOTO en cada operación de mantenimiento eléctrico?	66
Gráfico 12 ¿Qué tipo de dispositivos de bloqueo y etiquetado se deben utilizar en los procedimientos de LOTO?.....	66
Gráfico 13 ¿Cómo se debe verificar que los dispositivos de bloqueo y etiquetado se han aplicado correctamente?.....	67
Gráfico 14 ¿Qué se debe hacer si se descubre que un dispositivo de bloqueo y etiquetado se ha dañado o no está funcionando correctamente?.....	67
Gráfico 15 ¿Qué medidas se deben tomar si se observa a un trabajador que no está siguiendo los procedimientos de LOTO correctamente?.....	68

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Ubicación Refinería Estatal Esmeraldas	19
--	----

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tipos de energías peligrosas en la industria	20
Ilustración 2 Lista virtualmente de las 10 principales violaciones de seguridad.....	24
Ilustración 3 Bloqueo y Etiquetado	26
Ilustración 4 Función de Intendencia de Mantenimiento	33
Ilustración 5 Procedimiento SSA.08.02.PR.03	46

INTRODUCCION

Esta investigación se desarrollará en la Subestación E de la Refinería Estatal Esmeraldas -REE, la cual está ubicada en la ciudad de Esmeraldas, como la más grande del Ecuador, con una capacidad de refinación de 110.000 barriles de petróleo por día; su aporte es relevante al presupuesto del estado al igual que el abastecimiento de combustible (gas licuado de petróleo -GLP, gasolina, diésel Premium, diésel, asfalto AC-20)

El área de mantenimiento de Refinería Esmeraldas tiene varias sub-áreas derivadas para el mantenimiento como son: mecánico, eléctrico, instrumento y electrónico; paralelo a ello se cuenta con el área de planificación, esta área la conforman servidores públicos y obreros, para atender múltiples necesidades mediante mantenimientos: preventivos, predictivos y correctivos según sea la necesidad.

La interacción entre hombre y maquinarias genera una alta probabilidad de riesgos por la naturaleza de los trabajos y la característica propia de la empresa, por tal motivo es de vital importancia que se aplique métodos y normas que aseguren las acciones en materia de seguridad, salud ocupacional con el objetivo de cumplir las metas de cero accidentes.

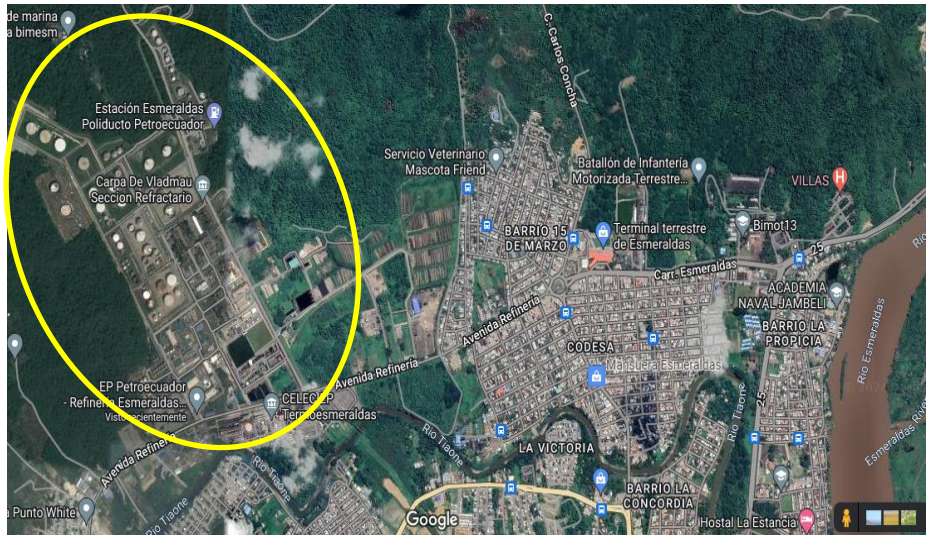
Es muy evidente que todas las operaciones en REE, generan una cantidad de amenazas a los trabajadores a las cuales se las determina como riesgos según la característica a la que se expongan los trabajadores en las diferentes áreas de la Refinería, por ello es de mucha importancia crear en los trabajadores una cultura básica de prevención con la finalidad de reducir los riesgos de incidentes y/o accidentes de trabajos.

Ubicación y Localización:

La Refinería Estatal Esmeraldas, se ubica de siete kilómetros de la ciudad de Esmeraldas en dirección suroeste, junto a la vía que conduce al cantón Atacames. Las instalaciones según la fotografía 1, se encuentran a 300 metros del Río Teaone, a tres kilómetros del Río Esmeraldas y a 3.8 kilómetros del Océano Pacífico en línea recta. La ubicación en altitud corresponde a la siguiente: sección de tanques nuevos en almacenamiento Y-T8061/2/3 a 58 msnm, plantas de proceso a 22 msnm, efluentes a 18 msnm y río Teaone a 12 msnm. El área de influencia operativa de la Refinería Estatal de Esmeraldas cubre una superficie aproximada de 7000 hectáreas, entre las siguientes coordenadas UTM: Norte 99.00-106.000, Oeste 641.000-653.000

Imagen 1

Ubicación Refinería Estatal Esmeraldas



Nota: Refinamiento de 110.000 barriles/día de petróleo. Tomado de Google. Foto de Petroecuador

Presentación del tema de investigación:

Seguridad industrial en el bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) de las operaciones eléctricas de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”

Planteamiento del problema:

En referencia a la importancia del control de los diferentes tipos de energías peligrosas según la ilustración 1 podemos expresar que, en el sector industrial las estadísticas son negativas por los casos de accidentes originadas durante el mantenimiento por descargas de energía eléctrica anexo 1. Estos incidentes no sólo ponen en peligro la vida de los trabajadores, sino que también provocan graves pérdidas económicas a las empresas.

Entre las consecuencias de los accidentes existen lesiones o muerte de los trabajadores, aumento de los gastos médicos, pérdida de mano de obra, interrupción de la producción, daños a los equipos y daños a la reputación de la empresa (Guner, 2023)

Ilustración 1

Tipos de energías peligrosas en la industria



Nota: Importancia de energías peligrosas. Tomado de Importance of Electrical Single Line at Lock Out Tag Out (LOTO) Applications. <https://www.scirp.org/journal/ojsst>, por Guner (2023)

La seguridad industrial es el eje estratégico en el desarrollo seguro de las operaciones de la Refinería Estatal Esmeraldas -REE, la más importante del país; la cual cuenta con varias subestaciones eléctricas ponderante, entre la cuales cuenta con la Subestación E para la distribución de la energía eléctrica garantizando la continuidad de las operaciones de refinación con riesgos inherentes que pueden resultar en accidentes y fatalidades.

La metodología de bloqueo y etiquetado conocida por las siglas en inglés LOTO (Lockout/ Tagout) esta implementada para la desactivación de la energía de los equipos y el respectivo aislamiento, a fin de que, no puedan ser reenergizados accidentalmente durante las operaciones de mantenimiento y reparación de equipos eléctricos.

El planteamiento del problema esta investigación expresa la siguiente interrogante:

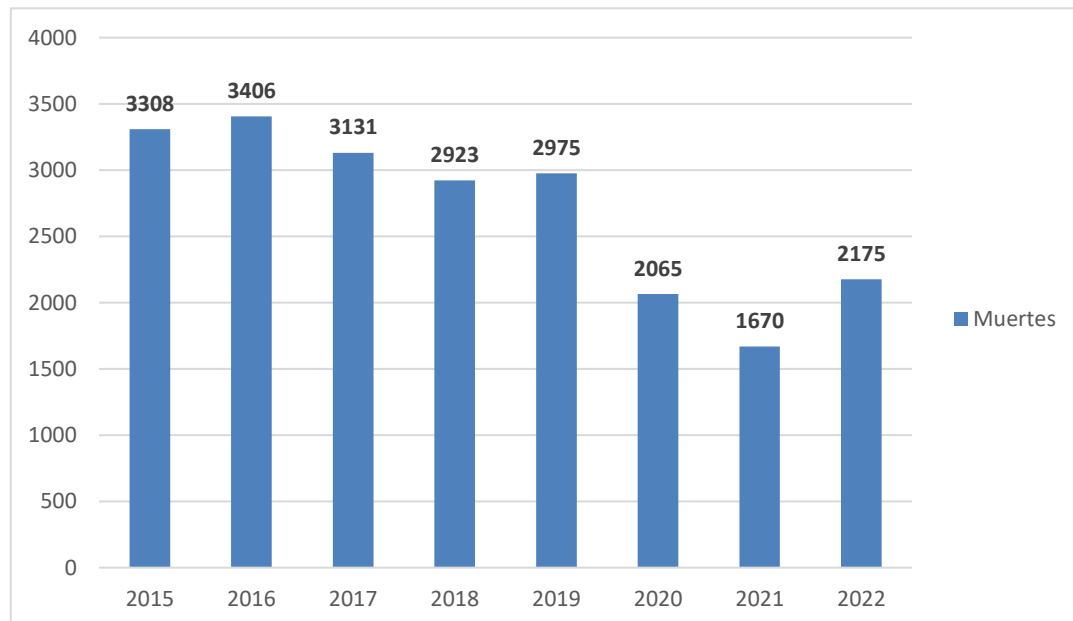
¿En qué medida los procedimientos de bloqueo y etiquetado LOTO en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la Subestación E de la Refinería Esmeraldas son efectivos para garantizar la seguridad industrial de los trabajadores?

JUSTIFICACION

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por su sigla en inglés) de Estados Unidos de América del Norte -USA, emite el 1 de septiembre de 1989, la norma sobre el Control de Energía Peligrosa (Bloqueo y Etiquetado), la cual entra en vigor el 2 de enero de 1990 con el fin de ayudar a los trabajadores frente a las energías peligrosas, mientras realizan tareas de mantenimiento, según el volumen 29 del Código de Regulaciones Federales (29 CFR), Sección 1910.147. Las estadísticas en dos principales potencias industriales como Reino Unido y USA, en el primer caso entre 2002 y 2007 revela que se revisó 100 investigaciones donde se identificó las principales causas como el diseño del sistema, el fallos para aislar, omitir el sistema de protección e informe de fallas inadecuado (Ravi, 2018); en el segundo caso en USA las estadísticas entre el 2015 y el 2022 representadas en el gráfico 1 con el número de fallecidos a causa de violaciones a LOTO presenta un descenso en el penúltimo año y un incremento a finales del 2022. Adicionalmente se refleja en el gráfico 2, sus respectivas casusas porcentuales (Guner, 2023).

Gráfico 1

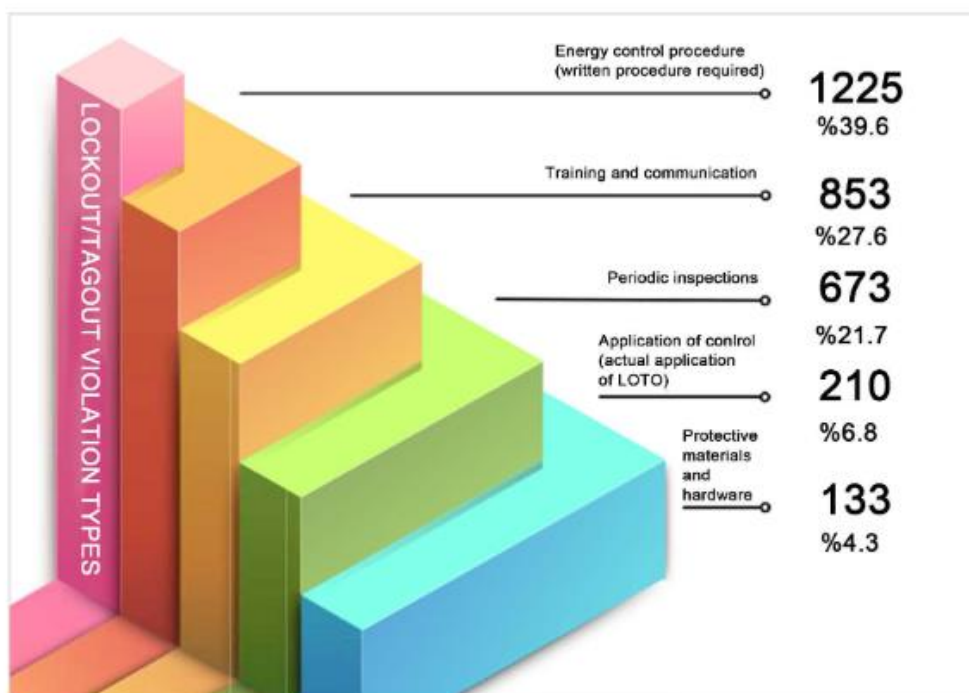
Número de trabajadores muertos como resultado por violación a LOTO



Nota: El gráfico muestra el número de trabajadores fallecidos con un descenso en el 2021 y un incremento de 505 en el año 2022. Tomado de Importance of Electrical Single Line at Lock Out Tag Out (LOTO) Applications. <https://www.scirp.org/journal/ojsst>, por Guner (2023)

Gráfico 2

Causas principales de accidentes con fatalidades en el 2022



Nota: Este gráfico se muestra las cinco principales causas de accidentes de trabajadores fallecidos en el año 2022 con mayor porcentaje en procedimientos de control de energía que fueron las violaciones más comunes como los errores humanos. Tomado de Importance of Electrical Single Line at Lock Out Tag Out (LOTO) Applications. <https://www.scirp.org/journal/ojsst>, por Guner (2023)

Esta investigación aportará el mejoramiento de la cultura de buenas prácticas en la ejecución de todas las operaciones del área de mantenimiento eléctrico que se realicen en REE, corrigiendo las condiciones y acciones subestándar para de esa manera sean más seguros los procesos productivos dentro del cumplimiento de la política de seguridad y salud, El Decreto Ejecutivo 1351-A, vigente a partir del 2 de enero de 2013, de la Presidencia de República del Ecuador (2013) establece como responsabilidad y competencia de la empresa: transportar, refinar, comercializar interna y externamente los hidrocarburos, preservando el medio ambiente en los lugares de operación directa. Por tal motivo, el mismo está alineado a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo -PNDE 2024-2025, así como a las políticas del Ministerio de Hidrocarburos.

La demanda de un Plan estratégico según Chiliguano (2014) para dar agilidad y tomar decisiones correctas y oportunas en el mantenimiento por parte de la Coordinación de mantenimiento eléctrico en la REE, presenta deficiencias en la entrega de equipos, asistencia técnica en equipos críticos fuera de horarios laborales, entre otros impide el

proceso continuo de refinación e industrialización de los hidrocarburos por la limitada planificación e inadecuada aplicación de procedimientos.

El proceso de mantenimiento eléctrico de la tabla 1 en la subestación E, ha reportado accidentes e incidentes poniendo en riesgo la vida y salud de los trabajadores como la interrupción de las operaciones de la planta en el contexto general de la industrialización de hidrocarburos; reflejada en pérdidas económicas para el estado. Los hallazgos identificados en la subestación evidencian las deficiencias en la capacitación del personal, la adherencia a los procedimientos establecidos y la adecuación del equipo utilizado para LOTO justifica la importancia de este trabajo de investigación.

Tabla 1

Porcentaje de mantenimientos preventivos relacionados al correctivo

PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RELACIONADO AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
MES 2019	ACTIVIDADES PLANIFICADAS/ CORRECTIVO	ACTIVIDADES EJECUTADAS/ CORRECTIVO	ACTIVIDADES PLANIFICADAS/ PREVENTIVO	ACTIVIDADES EJECUTADAS /PREVENTIVO
ENERO	129	126	305	294
FEBRERO	190	111	344	276
MARZO	101	98	249	239
ABRIL	53	51	133	127
MAYO	103	96	221	220
JUNIO	43	40	110	103
JULIO	118	107	259	246
AGOSTO	89	81	191	187
SEPTIEMBRE	94	89	206	204
OCTUBRE	73	67	154	153
NOVIEMBRE	106	64	160	153
DICIEMBRE	90	73	174	167
ANUAL	1189	1003	2506	2369

Nota: Este gráfico representa el porcentaje de mantenimientos que se realizan en Refinería Esmeraldas. Fuente Plan Estratégico Empresarial 2018-2021, [tps://www.eppetroecuador.ec](https://www.eppetroecuador.ec)

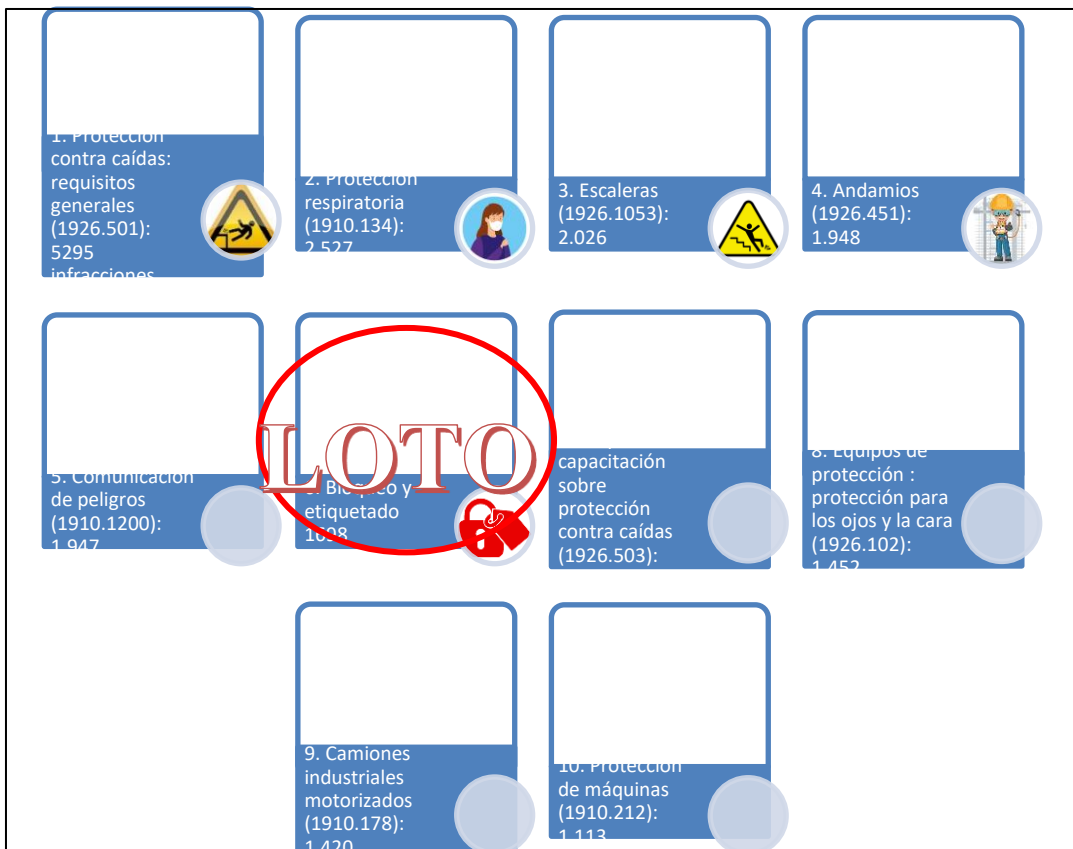
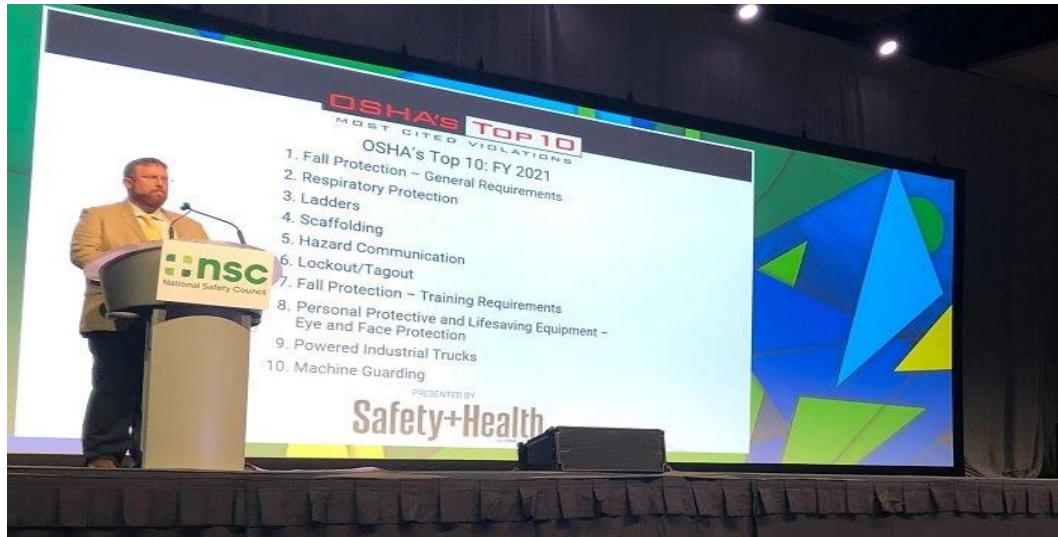
En el Congreso y Exposición de Seguridad NSC 2021 del Consejo Nacional de expertos en Seguridad -NSC informó por intermedio de la Dirección de Programas de Cumplimiento de la OSHA, la lista virtualmente de las 10 principales violaciones de seguridad según la ilustración 2 durante la reunión anual de profesionales de la seguridad más grande del mundo (NSC, 2021)

El número de infracciones de 1698 del año 2021, para el caso del programa de bloqueo y

etiquetado de OSHA del requisito general (1910.147) posiciona este CFR en el puesto sexto. Para el caso de los posteriores años como el 2021, 2022 y recientemente el año 2023, se presenta el gráfico 3 donde se analiza el comportamiento de las 10 principales violaciones de seguridad de la OSHA.

Ilustración 2

Lista virtualmente de las 10 principales violaciones de seguridad

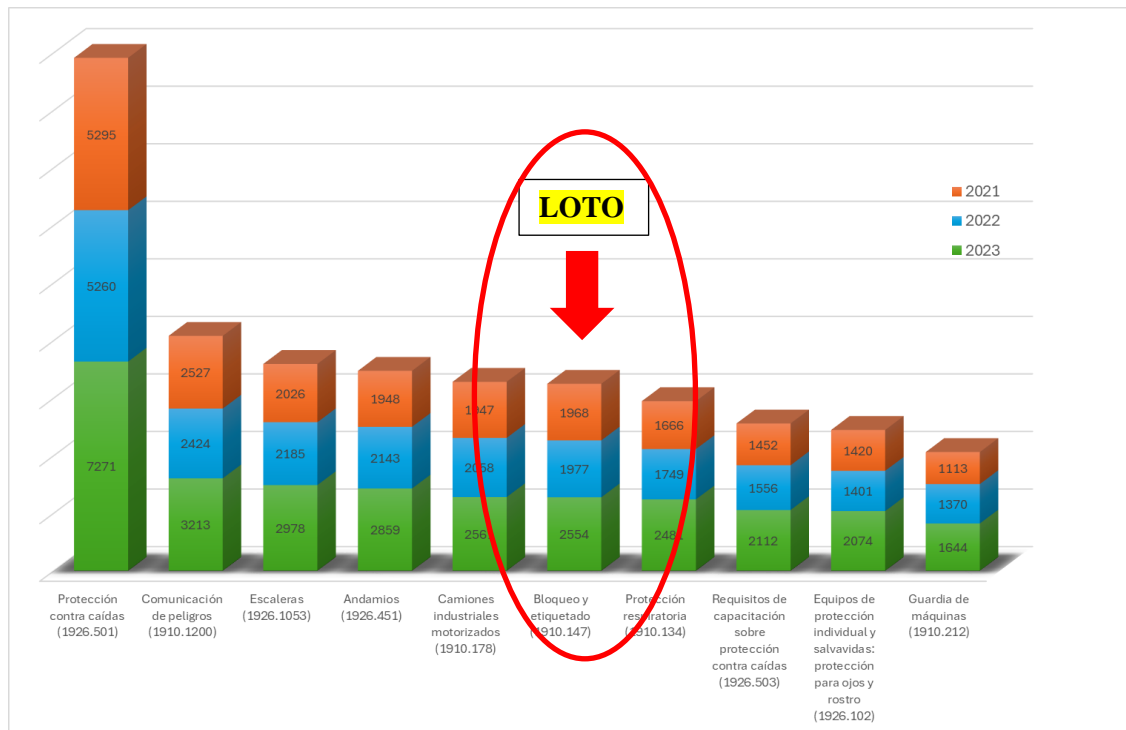


Nota: El bloqueo y etiquetado se encuentra en el puesto 6 según el Congreso y Exposición de Seguridad

NSC 2021. Tomado de <https://www.nsc.org/newsroom/osha-reveals-top-10-safety-violations-for-fy-21-at>

Gráfico 3

Infracciones acumuladas a OSHA de los años 2021, 2022 y 2023



Nota: Las 10 violaciones a la OSHA durante los años 2021 al 2023. LOTO mantiene el puesto sexto con incrementos considerables en el último año. Tomado de <https://www.nsc.org/newsroom/osha-reveals-top-10-safety-violations-for-fy-21-at>

Según Malewitz (2015) la interrogante ¿Cuántas personas mueren cada año en las refinerías de petróleo? en USA se hace imposible responder esa pregunta por la larga data de los registros, donde la existencia de muertes y lesiones revela desde el 2011 la afectación involucra accidentes de contratistas de trabajos peligrosos.

Para justificar la eficiencia de la seguridad en el control de energía peligrosa los empleadores cuentan con el procedimiento de LOTO para autorizar a sus empleados según la ilustración 3 en bloquear maquinas o equipos y realizar cualquier operación de servicio de mantenimiento (OSHA, s/f). Adicionalmente se dispone impartir capacitación anualmente a los trabajadores para identificar las energías peligrosas en los puestos de trabajo como la introducción de nuevos métodos de control de energías peligrosas, el reentrenamiento de los trabajadores es relevante para garantizar la operatividad; en los casos que existan modificaciones de procesos se dispone que los trabajadores sean instruidos en recibir capacitación cómo utilizar los métodos nuevos (Vector Solutions, 2024).

Ilustración 3

Bloqueo y Etiquetado



Nota: Procedimientos de seguridad de bloqueo y etiquetado (LOTO) autorizados para mantenimientos. Tomado de <https://www.vectorsolutions.com/resources/blogs/loto-safety-6-steps-of-lockout-tagout/>

OBJETIVOS

Para el presente trabajo a desarrollar se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Analizar la seguridad industrial del bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”

OBJETIVO ESPECIFICOS

1. Evaluar la situación actual de la seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico y el cumplimiento de los procedimientos LOTO en la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”
2. Identificar los factores que afectan la efectividad de los procedimientos de LOTO en la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”
3. Plantear programas mejoramiento continuo de seguridad industrial a los procesos operativos de mantenimiento en la subestación E de Refinería Esmeraldas, según procedimientos LOTO.

CAPITULO 1

1. MARCO TEÓRICO

Este marco teórico se desarrolló con el propósito de analizar la seguridad industrial del bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas” con el objetivo de minimizar los riesgos laborales.

1.1. Fundamentación teórico-conceptual

La norma de OSHA sobre el Control de energía peligrosa (Candado/Etiqueta) (Control de Energía Peligrosa [Cierre/etiquetado]), Título 29 del Código de Reglamentos Federales (Code of Federal Regulations -CFR) Parte 1910.147, trata de las prácticas y de los procedimientos necesarios para la desactivación de maquinaria o equipo, con el fin de evitar la emisión de energía peligrosa durante las actividades de revisión y mantenimiento realizadas por los empleados. La norma describe las medidas de control de energías peligrosas—sea eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, química y térmica, entre otras fuentes de energía.

La Organización Internacional de Estandarización -ISO están orientadas a mejorar la gestión del modo de trabajo de alguna empresa, ya sea para mejorar la calidad, el compromiso ambiental o en este caso, la seguridad y salud, tal es el caso de la ISO 45001:2018. La norma ISO 45001:2018 (antes denominada OSHAS 18001) esta 100% enfocada al cuidado físico y psicológico de los trabajadores que laboran para una empresa, ya sean actividades peligrosas, rutinarias o no rutinarias, siempre se debe de contemplar el riesgo que conlleva para un ser humano realizar tales actividades, manipulación de cualquier tipo de equipos (eléctricos, hidráulicos, neumáticos, mecánicos, etc.) incluyendo hasta las actividades administrativas. El bloqueo y etiquetado efectivo (LOTO) es de vital importancia para el uso correcto y mantenimiento seguro de todos los equipos industriales que se utilizan para procesos productivos de cualquier índole, sea automotriz, alimenticia, siderúrgica, etc. ya que previene y evita lesiones, incapacidades o inclusive muertes causadas por no aplicar este principio al momento de utilizar o reparar un equipo.

Según (Paoleta, 2020) existe limitaciones la aplicación de LOTO como es el caso de peligros al trabajar cerca a conductores o equipos en el cableado de las instalaciones;

trabajos dependientes por exposición de energías peligrosas lo cual se controla desconectando o desenchufando el equipo; cuando se realiza operaciones de toma caliente en equipos presurizados; cuando un empleado realiza actividades de servicios menores (como cambios) es decir parte de la rutina normal de producción durante el período normal.

En cuanto a las definiciones que refiere Hampshire (2024) se tomó la referencia recomendada sobre la implementación del Programa y procedimientos de bloqueo y etiquetado y seguridad eléctrica que a continuación se detalla:

Explosión de arco

Expansión explosiva de aire y metal en la trayectoria del arco. Los peligros de una explosión de arco incluyen altas presiones que pueden derribar a los trabajadores, romper tímpanos y colapsar los pulmones; sonidos extremadamente fuertes que pueden superar los 160 decibeles; y metal fundido/metralla moviéndose a velocidades que pueden superar las 700 millas por hora.

Arco eléctrico

Corriente eléctrica que pasa a través del aire entre conductores no conectados a tierra o entre conductores no conectados a tierra y conductores conectados a tierra. La temperatura de un arco eléctrico puede superar los 35 000 ° F y provocar la ignición de la ropa y quemaduras graves.

Conductivo

Cualquier material que sea adecuado para transportar corriente eléctrica.

Desenergizado

Libre de cualquier conexión eléctrica a una fuente de diferencia de potencial y de carga eléctrica, y que no tenga diferencia de potencial con la de la tierra.

Peligro eléctrico

Una condición peligrosa tal que el contacto o la falla del equipo pueden provocar una descarga eléctrica, una quemadura por arco eléctrico, una quemadura térmica o una

explosión.

Energizado

Conectado eléctricamente a o que tiene una fuente de voltaje.

Aislado

Separado de otras superficies conductoras por una sustancia no conductora que ofrece una alta resistencia al paso de la corriente.

Análisis de riesgos laborales

Procedimiento de evaluación que se debe utilizar cuando existe un peligro eléctrico antes de comenzar a trabajar en piezas activas o equipos energizados que funcionen a 50 voltios o más, o cerca de ellos. En el análisis se deben establecer los peligros asociados con el trabajo, los procedimientos de trabajo involucrados, las precauciones especiales, los controles de las fuentes de energía y los requisitos de EPI. El análisis de peligros laborales debe ser realizado y documentado por una persona calificada.

Dispositivo de bloqueo y etiquetado

Cerraduras y etiquetas que se utilizan para controlar la exposición a peligros de la energía eléctrica. Estos dispositivos serán fácilmente identificables e incluirán un método para identificar a la persona que los instaló.

Persona calificada

Una persona que tiene las habilidades y el conocimiento relacionados con la construcción y operación de equipos e instalaciones eléctricas y ha recibido capacitación en seguridad sobre los peligros involucrados.

Voltaje, nominal

Valor nominal asignado a un circuito o sistema con el fin de designar convenientemente su clase de voltaje (por ejemplo, 124/240 voltios, 480 voltios/277 voltios, 600 voltios). El voltaje real al que funciona un circuito puede variar del nominal dentro de un rango que permita el funcionamiento satisfactorio del equipo.

1.2. Antecedentes

La OSHA ayuda a proteger a los trabajadores que dan mantenimiento rutinario al equipo en el lugar de trabajo. Legalmente, entró en vigor en 1989. Desde entonces, el estándar de bloqueo ha desempeñado un papel indispensable para mantener a los empleados seguros en el trabajo.

Es muy importante lo que resalta el El Decreto Ejecutivo 2393 del año 1986 y actualizado en 2015 desarrolla el Reglamento de Seguridad y Salud e los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo, expresando:

INTERCONEXIÓN DE LOS RESGUARDOS Y LOS SISTEMAS DE MANDO.

- Las máquinas cuyo manejo implique un grave riesgo, deberán estar provistas de un sistema de bloqueo o enclavamiento que interconexiones a los resguardos y los sistemas de mando o el circuito eléctrico de maniobra, de forma que impida el funcionamiento de la máquina cuando aquéllos no estén en su lugar (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2015, Artículo 80)

Mediante el Decreto Ejecutivo No. 315 del 6 de abril de 2010, publicado en el Suplemento del Registro Oficial 171 de 14 de abril de 2010, se creó la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP Petroecuador; señalando que es "...una persona de derecho público con personalidad jurídica, patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión, con domicilio principal en el cantón Quito, provincia de Pichincha" (Presidencia de República del Ecuador, 2010).

Así mismo se establece en el mencionado Decreto Ejecutivo N°. 315 (...) el objeto principal de EP Petroecuador, es la gestión del sector estratégico de los recursos naturales no renovables, para su aprovechamiento sustentable, conforme a la Ley Orgánica de Empresas Públicas y a la Ley de Hidrocarburos para lo cual intervendrá en todas las fases de la actividad hidrocarburífera, bajo condiciones de preservación ambiental y de respeto de los derechos de los pueblos (Presidencia de República del Ecuador, 2010, Artículo 2) Existe una programación anual en la cual es elaborada luego del levantamiento y recopilación de información de todas las área que se requieren aplicar el programa de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo, para esto participa un equipo multidisciplinario de profesionales tales como: Ingenieros Mecánicos, Ingenieros

Electrónicos, Ingenieros Civiles, Ingenieros Industriales, Ingenieros Eléctricos, Ingenieros Electrónicos, Ingenieros Comerciales, Planificadores, los mismo que luego del levantamiento técnico se realiza el estudio de mercado con el objetivo de contar con un presupuesto más acorde al mercado y se pueda contar con una partida presupuestaria para la ejecución de todos los trabajos.

Guner (2023) en su estudio sobre la implementación de LOTO en plantas industriales de los Estados Unidos, concluyó que una de las principales causas de accidentes fue la falta de capacitación adecuada y la omisión en la identificación correcta de las fuentes de energía peligrosas.

El trabajo desarrollado por Amer et al., (2022) sobre la Gestión de riesgos de incendio eléctrico en subestaciones: un marco para proteger vidas y activos. Reveló importantes conclusiones donde la electricidad que se utiliza en las subestaciones es un grave riesgo laboral que existe en ellas, ya que expone a los empleados a incendios, explosiones, descargas eléctricas y quemaduras, tomando en consideración niveles tan bajo de 3 miliamperios en el cuerpo humano conducen electricidad produciendo reacción muscular involuntaria manifestado en moretones, fracturas óseas, muerte como consecuencia de caídas y colisiones.

El programa de entrenamiento de un plan de bloqueo y etiquetado, para los sistemas de controles de procesos en el departamento de mantenimiento y control, first quantum minera Panamá S.A., según (Lavalle, 2020) se centra en la implementación del procedimiento LOTO para mejorar la seguridad en las operaciones de mantenimiento. Sus resultados revelan falta conocimiento para la aplicación de LOTO lo cual contribuye a accidentes graves. Su trabajo concluye destacando la necesidad de desarrollar entrenamiento que incluya talleres prácticos, y evaluaciones constantes.

Según Li (2019) en su investigación sobre los sistemas de seguridad industrial en plantas químicas, se encontró que la falta de protocolos claros de emergencias y simulacros de seguridad era un factor determinante en la ocurrencia de accidentes.

Refiriendo a Pantoja y Luna (2018) es su trabajo de investigación análisis de la medidas de prevención para mitigar la ocurrencia de accidentes eléctricos en alta tensión en Colombia. Se evaluó el procedimiento LOTO (Lockout-Tagout) como medida preventiva; el objetivo trazado fue determinar la efectividad de LOTO con el fin de

reducir accidentes producto de trabajos eléctricos. Los resultados reflejaron una disminución al aplicar LOTO correctamente para llegar a la conclusión que se necesita capacitar continuamente a los trabajadores, el uso de equipos adecuados mejora la seguridad.

Ravi (2018) expresó en sus análisis sobre la efectividad del sistema LOTO en refinerías de India, estableciendo que la implementación adecuada del procedimiento redujo significativamente los accidentes por fallas eléctricas. Sin embargo, destacó que la falta de supervisión durante las tareas de mantenimiento seguía siendo un desafío.

Según Petao et al., (2008) en su trabajo “Auditoría Técnica de las Instalaciones Eléctricas Industriales Enfocadas en la Prevención de Riesgos Eléctricos en la Refinería de La Libertad” el objetivo de evaluar la efectividad de los procedimientos para la prevención de accidentes eléctricos en entornos industriales presentó los resultados como la inconsistencia de los procedimientos con su aplicación, la falta de comunicación de riesgos asociados con las energías peligrosas.

1.3. Reseña Histórica

La Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana - CEPE, inició sus actividades en junio de 1972 con la misión de precautelar los hidrocarburos del suelo ecuatoriano para convertirlos en un recurso que alimente el desarrollo económico y social del país y, además, explorar, industrializar y comercializar otros productos necesarios para la actividad petrolera.

El 26 de junio de 1972 se inauguró el Oleoducto Transecuatoriano con una capacidad de transporte de 250.000 barriles/día para un crudo de 30° API. En mayo de 1985 se realizó una primera ampliación de su capacidad a 300.000 barriles/día para un crudo de 29° API. En marzo de 1992 entró en funcionamiento la segunda ampliación a 325.000 barriles/día para un petróleo de 28.5° API; finalmente en diciembre de 1998 se suscribió otro convenio entre Petroecuador y la empresa Arco Oriente-Agip Oil para la optimización del oleoducto a su máxima capacidad de 360.000 barriles/día y 390.000 barriles/día usando químico reductor. Esta capacidad se conserva hasta la actualidad.

Con la finalidad de dejar de importar derivados especialmente gasolinas, se diseñó y construyó la refinería de Esmeraldas entre 1975 y 1977, iniciando su operación en mayo

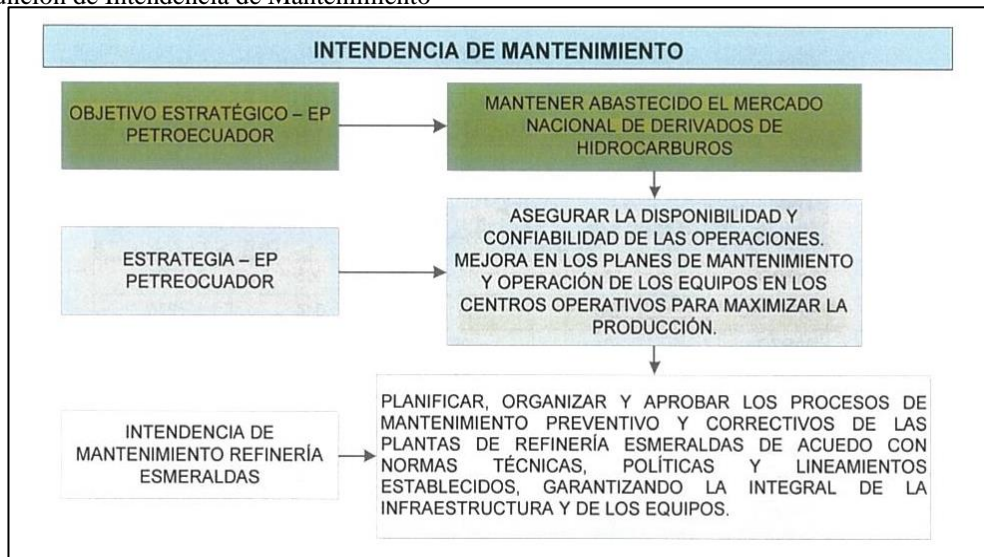
de 1977 con una capacidad de refinación de 55.600 barriles/día. En 1987 se realizó su primera ampliación a 90.000 barriles/día, ampliándose en 1997 a 110.000 barriles/día y adaptándose para procesar crudos más pesados, incorporando nuevas unidades para mejorar la calidad de los combustibles y minimizar el impacto ambiental.

El talento humano constituye un recurso fundamental dentro de la Empresa y que requiere atención no sólo en el ámbito laboral sino también en su entorno social y familiar, por esta razón la EP Petroecuador tiene un procedimiento denominado: “GESTIONAR LOS BENEFICIOS, ESTÍMULOS E INTERVENCIONES SOCIALES”, cuyo propósito es gestionar beneficios, servicios y desarrollar programas y/o proyectos; así como establecer, mecanismos de intervención socio-laboral de forma integral; tendiente a contribuir al bienestar de los servidores públicos y fortalecer el clima laboral de EP Petroecuador.

Mediante memorando N° 00104.OPE-REE-MAN-2019 de fecha 21 de mayo de 2019, la Gerencia de Refinación emitió hacia la Subgerencia de Talento Humano la “ESTRUCTURA ORGANICA PROPUESTA PARA LAS INTENDENCIAS DE LAS REFINERIAS DE LA GERENCIA DE REFINACION.

Ilustración 4

Función de Intendencia de Mantenimiento



Nota: Esta ilustración representa el flujo operacional y de ejecución de la Intendencia de Mantenimiento de Refinería Esmeraldas. Fuente Plan Estratégico Empresarial 2018-2021.

1.4. Fundamentación legal

La Constitución de la República del Ecuador mediante registro oficial N°449, de fecha 20-oct.-2008, en su última modificación: 25-ene.-2021 describe: “El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2008, Artículo 326).

La Constitución de la República del Ecuador, la gestión de EP Petroecuador se enmarca con las siguientes Normas Constitucionales (R.O. 449, 20 de octubre de 2008):

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Art. 34.- El derecho a la seguridad social es un derecho irrenunciable de todas las personas, y será deber y responsabilidad primordial del Estado. La seguridad social se regirá por los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas.

La Comunidad Andina de Naciones -CAN, en su Decisión 584 dispone que las naciones entre sus integrantes el Ecuador deben: “promover y regular acciones a desarrollarse para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador mediante aplicación de medidas de control, y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo” (CAN, 2004, artículo 2).

En el contexto internacional referimos el año 1970 en USA, donde se ha centrado el debate de la seguridad eléctrica, cumpliendo las normativas en el lugar de trabajo como es el caso de OSHA 29 CFR 1910.147 y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios NFPA 70 (Floyd Li, 2024).

El Estándar de la Asociación Nacional de Protección Contra del Fuego -NFPA, para la Seguridad Eléctrica en el lugar de Trabajo “Tiene fuerza de Código y por eso se le conoce también como Código de Seguridad Eléctrica en el lugar de trabajo y es ley en muchos estados en Estados Unidos y sirve como referencia para códigos y estándares eléctricos

en todo el mundo”(NFPA, 2024)

La NFPA para la Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo en su alcance describe:

(A) Cobertura. La presente norma trata lo relativo a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica, los requerimientos de mantenimiento relacionados con la seguridad y otros controles administrativos en los lugares de trabajo de los empleados necesarios para salvaguardar de manera práctica a los empleados de los riesgos de la energía eléctrica durante actividades tales como la instalación, retiro, inspección, operación, mantenimiento y demolición (desmantelamiento) de conductores eléctricos, equipos eléctricos y conductores, equipos y canalizaciones de comunicación y señalización. Esta norma también incluye prácticas seguras de trabajo para empleados que desempeñan otras actividades laborales que puedan exponerlos a peligros eléctricos, así como prácticas de trabajo seguras para los siguientes usos:

- (1) Instalaciones de conductores y equipos que se conectan al suministro de electricidad.
- (2) Instalaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, depósitos, garajes, talleres y edificios recreativos que no forman parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control (NFPA, 2024, Art. 90.2)

El Código del Trabajo en su última modificación el 22 de junio de 2020, menciona que: “Obligaciones respecto de la prevención de riesgos. - Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2005, Art. 140)

Decreto Ejecutivo N°. 255 del 2 de mayo de 2024, conocido como el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, actualmente está en transición con el Decreto Ejecutivo 2393 de 1986 en su dónde se manifiesta:

Los empleadores tendrán los siguientes deberes: “Identificar peligros, evaluar y controlar los riesgos laborales. Capacitar e informar a los trabajadores sobre las medidas de prevención y protección a adoptar. Garantizar la gestión integral de la salud de los trabajadores” (Presidencia de República del Ecuador, 2024, art. 15).

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio

Ambiente de Trabajo Decreto 2393, Título III, APARATOS, MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, Capítulo I, INSTALACIONES DE MÁQUINAS FIJAS, UBICACIÓN. -

En la instalación de máquinas fijas se observarán las siguientes normas: Las máquinas estarán situadas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones. Se ubicarán sobre suelos o pisos de resistencia suficiente para soportar las cargas estáticas y dinámicas previsibles. Su anclaje será tal que asegure la estabilidad de la máquina y que las vibraciones que puedan producirse no afecten a la estructura del edificio, ni importen riesgos para los trabajadores (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2015).

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393, MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2015, Artículo 92).

Acuerdo Ministerial N° 174, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas. Permisos de trabajo expresa:

Para realizar labores de mantenimiento, suelda, eléctricos, con fuente de ignición o que involucren alto riesgo, se realizarán con el permiso de trabajo correspondiente, con la firma de responsabilidad del supervisor directo, aplicando los respectivos bloqueos de equipos de fuentes de energía para evitar el accionamiento involuntario. Se solicitarán permisos de trabajo en los siguientes casos:

c) Los permisos eléctricos se utilizarán cuando se realicen trabajos en equipos eléctricos, conexión, cableado etc., se aplica bloqueo y etiquetado de ser necesario, los permisos deben ser aprobados por las autoridades respectivas y verificar su cumplimiento en el sitio del trabajo; y,

d) Es motivo de suspensión del trabajo si no se cumple con estos requisitos. (Ministerio de Trabajo, 2028, Artículo 59)

En la normativa nacional rige el REGLAMENTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO CONTRA RIESGOS EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (Acuerdo Ministerial No. 013), EL MINISTRO DE TRABAJO Y RECURSOS HUMANOS DISPOSICIONES QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Art. 1.- Condiciones Generales. - Las instalaciones de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica, tanto de carácter permanente como provisional, así como las ampliaciones y modificaciones, deben ser planificadas y ejecutadas en todas sus partes, en función de la tensión que define su clase.

Art. 12.- Trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión. -

1.- Antes de que el personal acceda a las instalaciones, se adoptarán las siguientes precauciones: a) En el origen de la instalación: 1.- Abrir con corte visible todas las posibles fuentes de corriente; 2.- Enclavar o bloquear los aparatos de corte de la corriente operados y señalarlos con prohibición de maniobra; 3.- Comprobar la efectiva ausencia de tensión, con un equipo de comprobación apropiado; y, 4.- Poner a tierra las fases, en el lado que quedó sin tensión, lo más cerca posible al aparato de corte de la corriente operada (Ministerio de Trabajo, 2008a)

La prevención de riesgos laborales se puede definir como todas las medidas, normas y actividades que las empresas desarrollan con la finalidad de evitar o disminuir la probabilidad que cualquiera de los empleados pueda sufrir un accidente o daño dentro del ámbito laboral.

Realizar un análisis minucioso de los posibles riesgos laborales que se puedan dar en las diferentes áreas de la empresa ayudará a implementar medidas preventivas para disminuir

estos accidentes.

El REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO mediante Resolución del IESS 513 con Registro Oficial Edición Especial 632 de fecha 12 de julio de 2016, en su Última modificación: 01-jun.-2017 Estado: Reformado menciona:

Principios de la Acción Preventiva. - En materia de riesgos del trabajo la acción preventiva se fundamenta en los siguientes principios: a) Control de riesgos en su origen, en el medio o finalmente en el receptor. b) Planificación para la prevención, integrando a ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales; c) Identificación de peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborales; d) Adopción de medidas de control, que prioricen la protección colectiva a la individual; e) Información, formación, capacitación y adiestramiento a los trabajadores en el desarrollo seguro de sus actividades; f) Asignación de las tareas en función de las capacidades de los trabajadores; g) Detección de las enfermedades profesionales u ocupacionales; y, h) Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación a los factores de riesgo identificados.

Art. 54.- Parámetros Técnicos para la Evaluación de Factores de Riesgos. - Las unidades del Seguro General de Riesgos del Trabajo utilizarán estándares y procedimientos ambientales y/o biológicos de los factores de riesgo contenidos en la ley, en los convenios internacionales suscritos por el Ecuador y en las normas técnicas nacionales (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016, CD 513)

La Ley Orgánica de Salud del Ecuador, describe en su Art. 1. - La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley.

3.4.2 Ley Orgánica de Empresas Públicas – LOEP El Art. 3, numeral 3, indica que son principios de las empresas públicas, entre otros, “actuar con eficiencia, racionalidad, rentabilidad y control social en la exploración, explotación e industrialización de los recursos naturales renovables y no renovables y en la comercialización de sus productos derivados, preservando el ambiente”.

3.4.3 Ley de Hidrocarburos El Art. 3.- El transporte de hidrocarburos por oleoductos, poliductos y gasoductos, su refinación, industrialización, almacenamiento y comercialización, serán realizadas directamente por las empresas públicas, o por delegación por empresas nacionales o extranjeras de reconocida competencia en esas actividades, legalmente establecidas en el país, asumiendo la responsabilidad y riesgos exclusivos de su inversión y sin comprometer recursos públicos.

CAPITULO 2

2.1 METODOLOGIA

Este trabajo de investigación tendrá un enfoque no experimental del tipo didáctico descriptivo y analítico. Se considerarán los resultados mediante los niveles de cumplimiento y de los logros planificados de la formación, basado en el objetivo de cero incidentes y accidentes en las labores de mantenimiento eléctrico en la subestación E de Refinería de Esmeraldas.

2.2 Tipo de investigación

Este de tipo de investigación es de tipo mixto, la cual nos permitirá obtener resultados de forma cualitativa y cuantitativamente para tomar las acciones aplicables a este análisis en materia de prevención de riesgos laborales y salud de los ejecutantes de las tareas empleando varios métodos o herramientas como: entrevistas, cuestionarios, encuestas y tabulaciones aplicada a Intendente, Jefes, Supervisores y Técnicos y/o ejecutantes de las tareas eléctricas; sumado a esto las inspecciones y acompañamientos a cada actividad para tener una perspectiva real desde la planificación de las tareas hasta su ejecución en la subestación E de Refinería Esmeraldas.

2.3 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.

La variable es una característica, cualidad o propiedad observada durante este estudio donde se evaluarán todas las actitudes y aptitudes para la aplicación del sistema de bloqueo y etiquetado LOTO anexo 2, el mismo que esta direccionado a evitar incidentes y accidentes por efecto de acciones y condiciones subestándar en la ejecución de tareas de mantenimiento eléctrico en la subestación E de Refinería Esmeraldas, mediante la obtención de diferentes valores según la tabla 2, son susceptible de ser cuantificados o medida de la investigación se detalla la definición conceptual y operacional a continuación:

Tabla 2

Definición de variables

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Instrumentos de	Procedimientos
----------	-----------------------	-------------	-----------------	----------------

			Medición	
Seguridad Industrial	Medida en que se garantiza la protección de los trabajadores y la prevención de accidentes en las operaciones de mantenimiento eléctrico.	- Tasa de accidentes laborales. - Cumplimiento de normativas de seguridad industrial. - Percepción del personal sobre la seguridad en el trabajo.	- Registros de incidentes y accidentes. - Auditorías de seguridad. - Encuestas de percepción del personal.	Análisis de registros, auditorías y encuestas de percepción.
Factores que afectan la efectividad de LOTO	Variables que influyen en la aplicación exitosa de los procedimientos LOTO en las operaciones de mantenimiento eléctrico.	- Conocimiento y capacitación del personal. - Cumplimiento de normativas y políticas internas. - Disponibilidad de recursos para implementar LOTO.	- Evaluaciones de conocimiento y capacitación del personal. - Análisis de cumplimiento de normativas y políticas internas. - Revisión de recursos asignados a LOTO.	Evaluación de conocimientos, análisis de cumplimiento y revisión de recursos asignados.

Elaboración propia.

243 Población y muestra

Se aplicará a una población con muestra según el método aleatorio simple y probabilístico, donde se detalla una cantidad de 23 trabajadores perteneciente a la jefatura de mantenimiento eléctrico más 28 trabajadores del área de mantenimiento de Instrumento, con una totalidad de 51 trabajadores de donde se tomó la población.

La selección de la población fue tomada del total del personal que forma parte de la Jefatura de mantenimiento eléctrico, tomando como referencia base los trabajos que

realizan sus actividades de manera específica en la subestación E de Refinería Esmeraldas, selección de tamaño de la muestra será aleatoria con la aplicación de la formula aplicable para este trabajo investigativo aplicado a los trabajadores de esta área antes descripta.

Formula:

$$n = \frac{N * \delta^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + \delta^2 * Z^2}$$

n=Tamaño de la muestra

N = Universo o población

δ^2 = Varianza de la población ($\delta^2 = 0.25$)

E = Limite aceptable de error de muestra (0.05)

Z^2 = Nivel de confianza o nivel de significancia ($Z = 1.96$), es decir un nivel de confianza de 95%

2.5 Técnicas e instrumentos

La encuesta como técnica de referencia, es ampliamente utilizada para procedimiento de investigación para alcanzar resultados de forma rápida y eficaz; tomando en cuenta la percepción de la seguridad y los factores que afectan el programa LOTO.

La entrevista utilizó cuestionarios para alcanzar información con los entrevistados de cada uno de grupos expuesto a la energía peligrosa, también se entrevistó a quienes son responsable de seguridad y salud ocupacional de REE con preguntas especificas evitando sesgos.

La encuesta estuvo compuesta por un cuestionario, entrevistas desarrolladas para el entrevistador y entrevistado de acuerdo con la operacionalización de las variables. Para este trabajo tenemos la encuesta, la cual es ampliamente utilizada para procedimiento estandarizados de investigación porque posee una variedad de aplicaciones con el fin de obtener y elaborar resultados para describir, predecir y explorar de manera rápida y eficaz (Casas et al., 2003)

En el caso de la entrevistas se estructurarán cuestionarios refiriendo Acosta (2020) se obtuvo información a través de un conversatorio con los trabajadores entrevistados de los turnos de los trabajadores de mantenimiento eléctrico.

2.6 Análisis de datos

Ya que hemos aplicado nuestras herramientas investigativas, los resultados se obtenidos mediante análisis de los datos con programas estadísticos, electrónicos y digitales, los mismos nos permitió a tener datos específicos y descriptivos.

La participación de los trabajadores responsables del mantenimiento eléctrico en la subestación anexo 5, se enfocó en que cada uno de los trabajadores participen libremente y sin exigencias de cada uno de los turnos diarios, el análisis contó con la ayuda de Microsoft Excel, Word y SPSS.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS

Al iniciar el trabajo de investigación, se obtuvo los resultados mediante una evaluación primaria en la cual identifiqué el nivel de conocimiento de los trabajadores acerca del Sistema de Bloqueo y Etiquetado LOTO.

3.1. Análisis en la ejecución de las tareas de mantenimiento eléctrico en la subestación E de Refinería Esmeraldas.

Luego de que el área de planificación de cumplimiento al programa de mantenimiento predictivo, preventivo y/o correctivo se aplica según la necesidad, se procede a asignar al o los técnicos de mantenimiento eléctrico asignados a la subestación E de Refinería Esmeraldas, seguidamente se acercan hasta el área de Utilidades para emitir todos los documentos habilitantes para la ejecución de dicha actividad que comprenden en Permiso de trabajo, ART y los protocolos de bloqueo y etiquetado según lo describen los procedimientos inherentes para actividades de mantenimiento eléctrico.

Mediante inspecciones de seguridad industrial planeadas y no planeadas realizadas en el área de Utilidades se evidencia el incumplimiento de la aplicación de los procedimientos para este tipo de actividad ya sea por desconocimiento o por exceso de confianza de los ejecutantes de las tareas lo cual se convierte en una condición y acción subestándar que de no ser controlada podría terminar en hechos lamentables.

En el procedimiento de Permiso de Trabajo de código SSA.08.02.PR.04 de fecha 24/04/2019, en su versión 05 describe: 5.1.1 En EP PETROECUADOR existe un único formato para permiso de trabajo en el que se evalúan todos los riesgos de trabajos como: caliente, frío, en espacios confinados y/o atmósferas peligrosas y explosivas, trabajos eléctricos, trabajo de izaje, trabajo con excavaciones, Trabajo en alturas y cualquier otro que por su alta peligrosidad necesite un permiso de trabajo descrito al igual que todo el flujo de información para ejecutar una tarea, según el anexo 1.

La norma internacional ISO 45001:2018 “Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo” Requisitos con orientación para su uso A.6 Planificación, A.6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades, A.6.1.1 Generalidades describe: La planificación no es un evento único, sino un proceso continuo, que se anticipa a las circunstancias cambiantes

se identifica continuamente los riesgos y oportunidades para los trabajadores y para el sistema de gestión de la SST. La planificación considera las relaciones e interacciones entre las actividades y los requisitos para el sistema de gestión como un todo. Las oportunidades para la SST abordan la identificación de los peligros, cómo se comunican, y el análisis y la mitigación de los peligros conocidos. Otras oportunidades abordan las estrategias de mejora del sistema.

Ejemplos de oportunidades para mejorar el desempeño de la SST son:

d) el permiso de trabajo y otros métodos de reconocimiento y control;

Se pudo evidenciar que en el sitio ni en bodegas del centro refinador no existe a disponibilidad de los ejecutantes de las tareas los candados de bloque al igual que las tarjetas bloqueo, adicional no existe la documentación de campo es decir los anexos formatos: SSA.08.02.PR.03.FO.01 (V01) Control de Aislamiento de Equipos Anexo 6.

3.2. Revisión de los Procedimientos Aplicables para la Ejecución de actividades de Mantenimiento Eléctrico en la subestación E de Refinería Esmeraldas.

EP PETROECUADOR cuenta con el procedimiento de código: SSA.08.02.PR.03 para Bloqueo y etiquetado con Fecha de aprobación: 12/10/2016, el procedimiento de Permiso de Trabajo de código SSA.08.02.PR.04 de fecha 24/04/2019, en su versión 05 estos documentos se encuentran en el sistema de repositorio digital, el cual está al alcance de todos los trabajadores de la empresa.

Mediante revisión realizada al procedimiento SSA.08.02.PR.03 se pudo evidenciar en la ilustración 5, el procedimiento en mención no se cita, ni se hace referencia a ninguna ley de respaldos ni normativa vigente relacionada para este tipo de actividad ya se carácter nacional o de ámbito internacional que sustente su aplicación. Así mismo cuenta con un Cumplimiento Parcial tanto para el alcance y ámbito de aplicación. Para el caso del protocolo de emergencias durante el mantenimiento eléctrico no se cumple con el estándar de la OSHA para tener garantizado el personal para respuesta rápida y efectiva mediante los simulacros y capacitación de los trabajadores.

Ilustración 5

Procedimiento SSA.08.02.PR.03


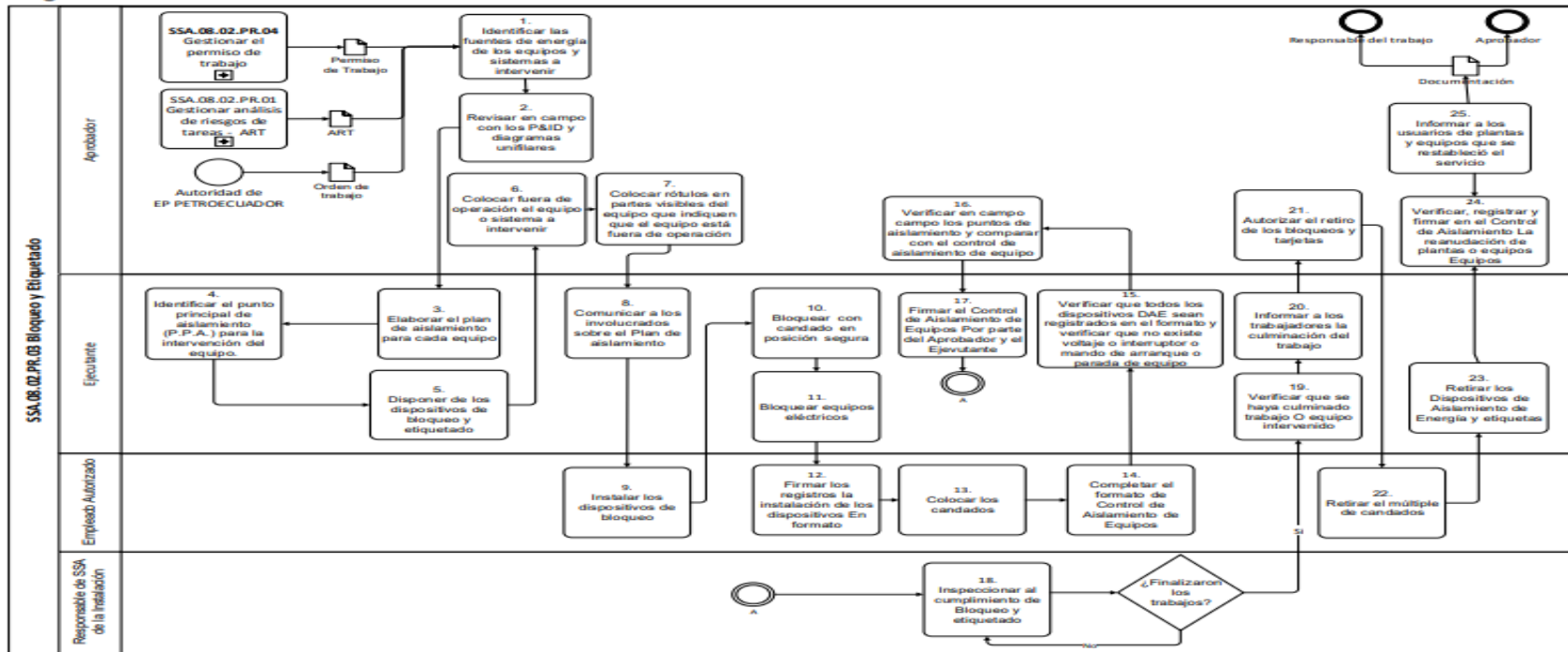
	PROCEDIMIENTO: Bloqueo y etiquetado	Código: SSA.08.02.PR.03
		Fecha de aprobación: 12/10/2016
		Versión: 01

Diagrama del Procedimiento



"Este documento es de propiedad exclusiva de EP PETROECUADOR. Se prohíbe su uso no autorizado."
 SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE - Página 15 de 18

PCA.10.03.FO-04 (v02) Acta de aprobación N° 00081 2015/03/10

Nota: Flujo de procedimientos para energías peligrosas en Refinería Esmeraldas. Fuente: Petroecuador EP.

La revisión documental de los procedimientos para el bloqueo y etiquetado se hizo bajo el enfoque del estándar OSHA 1910.147 con el fin de evaluar el estado actual de la seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico y determinar el nivel de cumplimiento de los procedimientos LOTO utilizando el esquema en la tabla 3:

Tabla 3

Cumplimiento del estándar de seguridad industrial

CRITERIO	OSHA 1910.147	PROCEDIMIENTO ACTUAL	EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO
Propósito del Procedimiento	Prevenir la liberación de energías peligrosas en mantenimiento.	Cumple. Se establece el propósito claro de evitar accidentes.	Cumple
Alcance y Ámbito	Aplica a todas las fuentes de energía peligrosa (eléctrica, mecánica, etc.).	Aplica a mantenimiento, construcción e inspección de equipos.	Cumple parcialmente: Debe incluir todas las fuentes de energía peligrosas (hidráulica, neumática, etc.).
Responsables	Definir empleados autorizados y afectados.	Responsabilidades claramente asignadas (Custodios, Ejecutantes, SSA).	Cumple
Dispositivos de Aislamiento	Utilizar dispositivos de aislamiento (candados, etiquetas).	Se usan candados, etiquetas y ciegos deslizantes.	Cumple

Etiquetas y Tarjetas	Las etiquetas deben ser claras, visibles, resistentes y duraderas.	Las tarjetas cumplen con la norma y están identificadas por disciplina.	Cumple
Bloqueo de Equipos Eléctricos	Verificación de la no energización mediante medición antes del trabajo.	Se incluye la verificación de la no energización usando multímetros o amperímetros.	Cumple
Pruebas de Arranque y Parada	Verificación del equipo bloqueado antes de iniciar el trabajo.	Se exige realizar la prueba de arranque/parada en presencia del custodio.	Cumple
Verificación y Pruebas	Verificación de la correcta aplicación del LOTO mediante pruebas.	Se realiza la verificación en campo antes y después de las actividades.	Cumple
Capacitación	Capacitación inicial y continua a los empleados autorizados y afectados.	Incluye capacitación continua y reentrenamiento según necesidades.	Cumple
Documentación del Plan de Aislamiento	Documentar cada fuente de energía aislada en un plan específico.	Usa el formato de Control de Aislamiento y P&ID actualizados.	Cumple
Remoción de Dispositivos de Aislamiento	Solo la persona que colocó el candado puede retirarlo.	Se requiere la presencia del ejecutor para retirar el candado.	Cumple

Inspecciones y Auditorías	Auditorías e inspecciones para asegurar cumplimiento.	Se realizan inspecciones de campo y auditorías del procedimiento.	Cumple parcialmente: Se recomienda mejorar la documentación accesible de las inspecciones.
Dispositivos No Permitidos como Aislamiento	Prohíbe válvulas de no retorno y otros dispositivos no confiables.	Cumple, especifica que estos dispositivos no deben ser considerados.	Cumple
Acciones de Emergencia	Incluir procedimientos de emergencia en caso de fallas.	No se mencionan específicamente.	No cumple: Se recomienda incluir un plan de emergencia para la liberación accidental de energía.

Elaboración propia.

Los hallazgos obtenidos permitieron identificar las secciones de criterio que cumplen con el estándar según las directrices de OSHA 1910.147; observando el cumplimiento desde la asignación de responsabilidades, la verificación del no arranque o inicio de trabajos y la capacitación continua de los trabajadores. Sobre el cumplimiento parcial se obtuvo el hecho a la falta de tomar en cuenta todas las formas de energías peligrosas las cuales se deben considerar en el procedimiento.

El trabajo de campo relacionado a las inspecciones evidenció el cumplimiento parcial observando la necesidad de mejorar la documentación accesible en el lugar de trabajo según la tabla 3.

En el no cumplimiento se alcanzó a identificar que, en el caso de emergencia por la liberación de accidental de energía se deja vulnerable a la empresa por no contar con un protocolo según el resultado detallado en la tabla 4.

En cuanto a la caracterización producto de los hallazgos obtenidos, se pasó a profundizar los criterios mediante la lista de verificación de campo consultando a los responsables de las áreas el cumplimiento LOTO.

Tabla 4

Verificación de cumplimiento de LOTO de OSHA 1910.147

Criterio de Evaluación	Cumple (Sí/No)		Observaciones/Acciones Correctivas
	SI	NO	
1. El personal ha identificado todas las fuentes de energía.		X	
2. Se ha elaborado y documentado el Plan de Aislamiento.	X		
3. Todos los equipos cuentan con los dispositivos de bloqueo (candados, ciegos, etc.).	X		
4. Las etiquetas de seguridad están claramente visibles y legibles.		X	
5. El personal autorizado realizó la prueba de no energización antes de comenzar el trabajo.	X		
6. El equipo ha sido verificado para garantizar que no hay energía acumulada.	X		
7. Cada trabajador ha colocado su candado personal en el Punto Principal de Aislamiento (PPA).		X	
8. Se ha registrado adecuadamente la instalación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.		X	
9. El retiro de dispositivos de bloqueo y etiquetado ha sido autorizado y registrado por	X		

el personal responsable.			
10. El personal ha sido capacitado en los procedimientos de LOTO (incluye reentrenamientos).		X	
11. Las inspecciones de LOTO anteriores han sido documentadas y los hallazgos han sido corregidos.		X	

Elaboración propia.

La sección de emergencia ante la activación involuntaria de energía peligrosa durante el mantenimiento eléctrico hace imperativo la implementación de un plan de acción para subsanar cada ítem de la tabla 5, lo cual debe guardar concordancia con los procedimientos de los distintos mantenimientos.

Tabla 5

Procedimientos de Emergencia en Caso de Fallas o Incidentes según OSHA 1910.147

Criterio de Evaluación	Cumple (Sí/No)		Observaciones/Acciones Correctivas
	SI	NO	
1. El personal ha sido capacitado en procedimientos de emergencia.		X	
2. Existe un protocolo de acción en caso de liberación accidental de energía peligrosa.		X	
3. El equipo de emergencia está disponible y en buenas condiciones (Ej. extintores, equipo de primeros auxilios).	X		
4. El personal sabe cómo reaccionar ante una		X	

emergencia (incluye simulacros).			
5. Las alarmas de emergencia y los dispositivos de parada de emergencia están funcionando.	X		
6. Los procedimientos de bloqueo se han realizado conforme a las normativas incluso en situaciones de emergencia.		X	
7. Se han registrado y documentado incidentes previos relacionados con fallas en los procedimientos LOTO.		X	
8. El equipo de respuesta de emergencia ha sido notificado y cuenta con los medios para intervenir de forma segura.		X	

Elaboración propia.

3.3. Evaluación de riesgos en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la subestación E. Método HAZOP (Hazard and Operability) -

La evaluación de las operaciones de mantenimiento eléctrico contó con la metodología HAZOP (en su definición en inglés Hazard and Operability) que corresponde al estudio de riesgo y operabilidad del sistema eléctrico. El método se basa en IEC 61882 e incluye las instrucciones y los parámetros necesarios; el sistema a menudo se divide en nodos de acuerdo con diferentes niveles de voltaje de la barra colectora (por ejemplo, 24 V, 110 V, 11 kV, etc.). Aparte de los parámetros más comunes de corriente, voltaje, frecuencia, potencia y puesta a tierra (PetroRisk, 2022)

Los procesos reiterativos en la subestación eléctrica cuentan con la participación de los técnicos que lideran el mantenimiento en sus múltiples procesos como: Apertura y Cierre de fases energizadas; Mantenimiento de fusibles; Fallos del sistema eléctrico; Inspección de borneras o terminales.

La adaptación del HAZOP la asumió la norma técnica de prevención (NTP 238, 1988)

del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España, específicamente sobre la utilización de las palabras guía y cada uno de los pasos a seguir con el fin de detectar el diagnóstico de estado situacional de la seguridad industrial frente a las operaciones de mantenimiento eléctrico y el cumplimiento de los procedimientos LOTO en la “Subestación E de Refinería Esmeraldas”

En la ilustración 6 se evidenció la funcionalidad de la seguridad industrial del área de trabajo, información levantada a través de inspecciones en los procesos más comunes de mantenimiento para Apertura y Cierre de fases energizadas; mantenimiento de fusibles; Fallos del sistema eléctrico; Inspección de borneras o terminales considerando el diagrama unifilar del anexo 4.

Ilustración 6

Identificación y evaluación de riesgos potenciales



Nota: Tomado de Subestación E de Refinería Esmeraldas

Los resultados de cada una de las variables se plasmaron de acuerdo al encabezado para posteriormente dar paso a la norma técnica de prevención (NTP 679, 2004) la que misma fortalece la toma de decisión de apoyo para una valoración más precisa, especialmente para implementar medidas preventivas.

Nudo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
------	---------------	--------------	-----------------	---------------	--------------------

En la tabla 6 se cuenta con el nodo de apertura de fases energizadas; es decir que, se refiere a la apertura de las fases durante una intervención en la subestación eléctrica “E” para poder desenergizar el equipo y/sistema e iniciar el mantenimiento preventivo, las caracterización de los hallazgos entre las causas fueron los fallos humanos, mecánicos, errores operativos, mantenimiento insuficiente teniendo su repercusiones como la electrocución, daños en equipos o sistema eléctrico de la subestación por arco eléctrico; seguidamente se propuso las medidas para mitigar el riesgo como el uso de procedimiento de LOTO, capacitación y simulacros.

Tabla 6

Matriz e-HAZOP: Apertura de fases energizadas

Matriz e-HAZOP: Apertura de Fases Energizadas – Subestación E					
Mantenimiento:	Preventivo		Proceso:		Apertura de fases energizadas
Elaborado por: Migdonio Gracia Valencia			Revisado por: Sixto Angulo Quiñonez		
Objetivo: Asegurar que el sistema esté desenergizado antes de realizar trabajos de mantenimientos					
Nudo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
Apertura de fases	No	No apertura de la fase energizada	Fallo en el interruptor de apertura, error en los comandos de apertura, mala interpretación de las señales de apertura.	Posible electrocución de personal al intervenir en equipos que no han sido desenergizados.	Verificación manual del estado de apertura antes de la intervención, realizar prueba de ausencia de tensión antes del mantenimiento.
Apertura de fases	Más	Exceso de tiempo de apertura	Problemas mecánicos o eléctricos en el interruptor de apertura, apertura manual ineficiente o incompleta.	Daño a los equipos por sobrecorriente, riesgo de arco eléctrico, prolongación innecesaria del tiempo de exposición del personal.	Mantenimiento preventivo y verificación del estado de los interruptores, uso de interruptores automáticos con retroalimentación visual o sonora.
Apertura de fases	Menos	Apertura incompleta o parcial	Fallo en el mecanismo de apertura, falta de mantenimiento preventivo en el interruptor, error de calibración de equipos.	Electrocución del personal, fallo en el sistema de protección eléctrica, riesgo de arco eléctrico, posible daño en equipos críticos.	Revisión y ajuste periódico de los sistemas de control de los interruptores, simulaciones de apertura para verificar el estado de los mecanismos.
Apertura de fases	Mayor que/Así como	Apertura más rápida de lo necesario	Apertura automática por sistemas de protección, fallo en el sistema de comunicación, cierre accidental de la fase.	Riesgo de arcos eléctricos, interrupción brusca de suministro eléctrico, posibles daños a equipos conectados.	Ajuste en los tiempos de apertura y cierres automáticos de protección, monitoreo en tiempo real de las fases y del estado de apertura.
Apertura de fases	Parte de	Apertura parcial de una fase	Fallo en el mecanismo de desconexión, apertura manual de solo una fase en lugar de todas, error de interpretación operativa.	Daño a equipos conectados en fase incompleta, riesgo de accidentes por energización residual, daño a la integridad del sistema eléctrico.	Implementar procedimientos estándar para la apertura de fases, asegurarse de que las tres fases se desenergicen simultáneamente, entrenar al personal.
Apertura de fases	Inverso	Cierre accidental de la fase	Error humano, mal funcionamiento de los interruptores de cierre automático, falla en el sistema de control de aperturas.	Energización accidental de equipos en mantenimiento, riesgo de electrocución del personal, daños graves al sistema por energización súbita.	Implementar bloqueo mecánico y etiquetado (LOTO) adecuado en las fases para impedir el cierre accidental, procedimientos de revisión y pruebas sistemáticas.
Apertura de fases	De otra forma	Apertura incorrecta o en otro orden	Fallo en los procedimientos de apertura, mal funcionamiento en el sistema de control, órdenes contradictorias.	Riesgo de accidente al personal, interrupciones en el suministro eléctrico, pérdida de protección en equipos críticos de la subestación.	Mejorar los procedimientos de operación y secuencia de apertura, capacitación adecuada del personal, simulación y pruebas de procedimiento en subestación.

Nota: Elaboración propia y adaptada de (NTP 238, 1988)

El nodo de cierre de fases energizadas; en tabla 7, se refiere al cierre de las fases durante la intervención eléctrica para reenergizar los equipos después del mantenimiento en la subestación “E” Los hallazgos de las posibles causas fueron: fallos sistema automático, dispositivo de control, errores operativos. Las repercusiones como la electrocución, daños en equipos o sistema eléctrico de la subestación por arco eléctrico; seguidamente se propuso las medidas para mitigar el riesgo como el uso de procedimiento de LOTO, capacitación y simulacros e inspección de fases antes del cierre.

Tabla 7

Matriz e-HAZOP: Cierre de fases energizadas

Matriz e-HAZOP: Cierre de Fases Energizadas – Subestación E					
Mantenimiento:	Preventivo		Proceso:		Cierre de fases energizadas
Elaborado por: Migdonio Gracia Valencia			Revisado por: Sixto Angulo Quiñonez		
Objetivo: Asegurar que el sistema esté desenergizado antes de realizar trabajos de mantenimientos					
Nudo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
Cierre de fases	No	No cierre de las fases energizadas	Fallo en el interruptor de cierre, mal funcionamiento del sistema de mando, órdenes contradictorias de apertura/cierre.	Continuación del mantenimiento con el sistema energizado, lo que podría provocar fallos operacionales y riesgos de seguridad.	Verificación visual del estado de las fases antes de reenergizar, revisión del sistema de mando y pruebas del equipo antes del cierre.
Cierre de fases	Más	Cierre más rápido de lo esperado	Fallo en los sistemas de protección, activación automática de dispositivos de cierre, operación manual apresurada.	Posible daño a los equipos por sobrecorriente, riesgo de arco eléctrico, reenergización sin aviso, personal en riesgo en zonas no protegidas.	Implementar verificación de tiempos de cierre, procedimientos manuales de control, pruebas y simulaciones antes del cierre definitivo.
Cierre de fases	Menos	Cierre incompleto o parcial	Mal funcionamiento de los interruptores, apertura parcial, fallo en la transmisión de la orden de cierre.	El equipo no queda completamente energizado, riesgo de sobrecarga en las fases cerradas, fallo en la continuidad del servicio eléctrico.	Revisar la secuencia de cierre antes de energizar el sistema, mantenimiento periódico del sistema de transmisión y verificación del estado del equipo.
Cierre de fases	Mayor que/Así como	Cierre de más de una fase innecesaria	Error en la selección de fases a cerrar, cierre accidental de fases no involucradas en el mantenimiento.	Posible daño a los equipos, interrupción innecesaria del suministro eléctrico en otras zonas, riesgo de arco eléctrico.	Revisar el plan de intervención para identificar qué fases deben cerrarse, implementar procedimientos claros y detallados para la operación.
Cierre de fases	Parte de	Cierre parcial de una fase	Error manual en el cierre de una sola fase en lugar de todas, fallo en el interruptor de cierre.	Energización incompleta del sistema, riesgo de electrocución para el personal, daños a los equipos por energización inadecuada.	Implementar sistemas de cierre automático para las tres fases simultáneamente, pruebas y ajustes previos al cierre del equipo.
Cierre de fases	Inverso	Apertura accidental durante el cierre	Error en el sistema de mando, error humano, fallo en los sistemas automáticos de apertura/cierre.	Desenergización inesperada del equipo, interrupciones en el servicio eléctrico, riesgos de accidente debido a la apertura sin aviso.	Supervisión directa de todo el proceso de cierre, implementación de señales de advertencia claras y pruebas del sistema de control antes del cierre.
Cierre de fases	De otra forma	Cierre en orden incorrecto de fases	Fallo en el sistema de control, error humano, órdenes contradictorias de cierre, interferencia con otros equipos.	Energización incorrecta de los equipos, posibles sobrecargas, riesgos de arco eléctrico, interrupciones innecesarias en otras partes de la subestación.	Capacitación adicional del personal en procedimientos de cierre, revisión y actualización de los procedimientos operativos, simulaciones periódicas.

Nota: Elaboración propia y adaptada de (NTP 238, 1988)

El nodo de mantenimiento de fusibles; en tabla 8, se refiere al reemplazo de fusibles, en el cual los fusibles dañados o desgastados se retiran para ser sustituidos por fusibles nuevos. Los hallazgos de las posibles causas fueron: errores humanos, uso incorrecto de fusibles, fallos en los elementos de desconexión. Las repercusiones como la electrocución, daños en equipos o sistema eléctrico por sobrecarga; seguidamente se propuso las medidas para mitigar el riesgo como el uso de procedimiento de LOTO, equipos y herramientas adecuados, capacitación e inspección del proceso.

Tabla 8

Matriz e-HAZOP: Mantenimiento de Fusibles

Matriz e-HAZOP: Mantenimiento de Fusibles – Subestación E					
Mantenimiento:	Preventivo		Proceso:		Mantenimiento de Fusibles
Elaborado por: Migdonio Gracia Valencia			Revisado por: Sixto Angulo Quiñonez		
Objetivo: Inspeccionar y reemplazo programado de fusibles para garantizar la protección del sistema.					
Nudo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
Mantenimiento de fusibles	No	No desenergización de los fusibles	Error en la verificación de desenergización, mal funcionamiento del equipo de desconexión, apertura incompleta.	Electrocución del personal, daño a los equipos por sobrecorriente, riesgo de arco eléctrico.	Verificación manual de la desenergización, uso de dispositivos de bloqueo y etiquetado (LOTO), pruebas con instrumentos de medición antes del cambio.
Mantenimiento de fusibles	Más	Exceso de tiempo de intervención	Fusibles deteriorados o con acceso complicado, herramientas inadecuadas, problemas en el acceso a los compartimentos.	Aumento del tiempo de exposición del personal a riesgos, retraso en la reenergización, posible fatiga del personal.	Planificación adecuada del trabajo, mantenimiento preventivo de los fusibles, uso de herramientas y equipos apropiados para intervenciones rápidas.
Mantenimiento de fusibles	Menos	Reemplazo incompleto o incorrecto del fusible	Error humano, falta de herramientas adecuadas, insuficiente capacitación.	Sobrecargas o cortocircuitos al energizar el sistema, riesgo de daño a los equipos por mala instalación del fusible.	Capacitación del personal, uso de herramientas específicas para el reemplazo de fusibles, revisión del estado del equipo antes de reenergizar.
Mantenimiento de fusibles	Mayor que/Así como	Sobredimensionamiento del fusible	Uso de fusibles incorrectos con una capacidad mayor de la necesaria, falta de inventario adecuado.	Fallos en la protección del sistema, sobrecalentamiento de los equipos, riesgo de daño en el sistema eléctrico de la subestación.	Verificación técnica de los fusibles a instalar, mantener un inventario controlado, revisión del manual del fabricante para asegurarse del tamaño correcto.
Mantenimiento de fusibles	Parte de	Reemplazo parcial de fusibles	Cambiar solo algunos fusibles en lugar de todos los requeridos, error en la identificación de los fusibles dañados.	Fallos en la protección total del sistema, riesgo de sobrecarga en los fusibles no reemplazados, riesgo de incendios eléctricos.	Implementar procedimientos estándar para reemplazar todos los fusibles en el área afectada, usar checklist para la identificación de fusibles dañados.
Mantenimiento de fusibles	Inverso	Instalación de fusible en sentido incorrecto	Error humano durante el reemplazo, fusibles no estandarizados con diferentes formas de instalación.	Mal funcionamiento del fusible, fallo en la protección del equipo, riesgo de cortocircuito.	Capacitación técnica, uso de fusibles con estándares claros de instalación, seguimiento del manual del fabricante durante la instalación.
Mantenimiento de fusibles	De otra forma	Error en la secuencia de reemplazo de fusibles	Error operativo, falta de claridad en los procedimientos, falta de señalización adecuada en los compartimentos de fusibles.	Fallos en la reenergización del sistema, riesgo de dañar el sistema eléctrico por cortocircuitos, posible sobrecarga eléctrica.	Establecer procedimientos claros y detallados para el reemplazo de fusibles, uso de etiquetas y señales claras para identificar las fases de trabajo.

Nota: Elaboración propia y adaptada de (NTP 238, 1988)

El nodo de inspección borneras; en tabla 9, se refiere a la inspección visual de los bornes o estado físico de los puntos de conexión. Las causas fueron: fatiga del trabajador, falta de acceso, procedimientos deficientes, errores humanos, Las repercusiones como incendios, accidentes graves, sobrecalentamiento; seguidamente se propuso las medidas para mitigar el riesgo como son procedimientos actualizados, capacitación y corrección de fallas en conexiones.

Tabla 9

Matriz e-HAZOP: Inspección visual de borneras

Matriz e-HAZOP: Inspección Visual de Borneras o Terminales – Subestación E					
Mantenimiento:	Preventivo		Proceso:		Inspección visual de borneras
Elaborado por: Migdonio Gracia Valencia			Revisado por: Sixto Angulo Quiñonez		
Objetivo: Revisar regularmente para el aseguramiento de las conexiones firmes y evitar fallos eléctricos.					
Nodo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
Borneras o terminales	No	No se realiza la inspección visual completa	Omisión en el procedimiento, falta de acceso o visibilidad, errores humanos.	Falla en la detección de daños, posibilidad de cortocircuitos, sobrecalentamiento, fallos de conexión, accidentes posteriores.	Capacitación adecuada del personal, checklist de inspección detallada, uso de herramientas para mejorar la visibilidad y acceso.
Borneras o terminales	Más	Exceso de inspección o revisión innecesaria	Falta de claridad en los procedimientos, inspección sin planificación adecuada.	Pérdida de tiempo operativo, posibles daños en los terminales por manipulación excesiva, exposición innecesaria del personal a riesgos.	Establecer tiempos estándar para inspecciones, definir límites claros en los procedimientos, capacitación en el manejo de equipos.
Borneras o terminales	Menos	Inspección visual incompleta o superficial	Fatiga del trabajador, falta de capacitación, limitaciones de tiempo o recursos para realizar la inspección.	Falla en la detección de terminales sueltos, conexiones defectuosas o desgastes, posible interrupción eléctrica o accidentes.	Establecer procedimientos claros y detallados, realizar capacitaciones periódicas, supervisión adecuada del proceso de inspección.
Borneras o terminales	Mayor que/Así como	Exceso de carga en los terminales	Sobreuso de las conexiones, mal dimensionamiento de cables, mal diseño del sistema eléctrico.	Sobrecalentamiento, fallos de los terminales, daño en los equipos conectados, riesgo de incendio o fallos operacionales.	Revisión del diseño del sistema eléctrico, asegurarse de que las conexiones y terminales están correctamente dimensionadas para las cargas actuales.
Borneras o terminales	Parte de	Inspección parcial de las borneras	Inspección realizada en solo algunas borneras por falta de acceso, errores en la selección de las borneras a revisar.	Falla en la detección de daños en las borneras no revisadas, potencial riesgo de cortocircuito o sobrecalentamiento no detectado.	Establecer un checklist exhaustivo para asegurar que se inspeccionan todas las borneras involucradas en la operación.
Borneras o terminales	Inverso	Conexiones incorrectas identificadas durante la inspección	Error en la conexión previa, cables instalados en posiciones inversas, fallo en la instalación inicial.	Mal funcionamiento de los equipos, sobrecalentamiento de las conexiones, riesgo de electrocución o cortocircuito.	Verificación de las conexiones con equipos de medición, corregir conexiones mal hechas, realizar pruebas funcionales después de la inspección.
Borneras o terminales	De otra forma	Inspección realizada fuera de los parámetros establecidos	Procedimientos no estandarizados, inspecciones fuera de secuencia o sin supervisión adecuada.	Inspección incompleta, no detección de fallos, pérdida de tiempo y recursos, aumento del riesgo de fallos eléctricos.	Implementar un procedimiento estándar para todas las inspecciones visuales, supervisión continua durante el proceso de revisión de borneras.

Nota: Elaboración propia y adaptada de (NTP 238, 1988)

El nodo de fallos del sistema eléctrico; en la tabla 10, se refiere a la protección, alimentación, distribución, comunicación, control. Las causas fueron: fallas en la sincronización de los sistemas de comunicación, errores en la programación, conexiones defectuosas. Las repercusiones como incendios, electrocución; seguidamente se propuso las medidas para mitigar el riesgo como son la capacitación, pruebas del sistema de protección.

Tabla 10

Matriz e-HAZOP: Fallos del Sistema Eléctrico

Matriz e-HAZOP: Fallos del Sistema Eléctrico – Subestación E					
Mantenimiento:	Correctivo		Proceso:		Fallos del Sistema Eléctrico
Elaborado por: Migdonio Gracia Valencia			Revisado por: Sixto Angulo Quiñonez		
Objetivo: Responder a fallos inesperados en el sistema, implicando la identificación y reparación del problema para restaurar el sistema eléctrico					
Nodo	Palabras Guía	Perturbación	Causas Posibles	Repercusiones	Medidas Necesarias
Sistema de protección	No	No activación de los dispositivos de protección	Fallo en los relés de protección, errores en la programación del sistema, problemas en el cableado de comunicación.	Cortocircuito no detectado, daño severo a equipos, riesgo de incendio, electrocución del personal.	Revisión periódica del sistema de protección, simulaciones de fallo para comprobar la respuesta del sistema, mantenimiento preventivo del sistema.
Sistema de alimentación	Más	Exceso de voltaje en el sistema	Sobrecarga en las líneas, fluctuaciones de la red eléctrica, fallos en los transformadores.	Daños a los equipos conectados, riesgo de sobrecalentamiento, fallo de los dispositivos eléctricos por sobrevoltaje.	Instalación de dispositivos de regulación de voltaje, monitoreo continuo del voltaje, revisión de los transformadores y las líneas de alimentación.
Sistema de alimentación	Menos	Insuficiencia de voltaje o pérdida de tensión	Fallo en los transformadores, conexiones flojas, fallo en los interruptores automáticos.	Interrupción del suministro eléctrico, mal funcionamiento de los equipos, riesgo de daños en dispositivos sensibles por falta de energía.	Revisión de conexiones eléctricas, mantenimiento preventivo de interruptores automáticos, monitoreo de la estabilidad de la red eléctrica.
Sistema de distribución	Mayor que/Así como	Sobrecarga de fases	Conexión incorrecta de equipos, mala distribución de la carga entre fases, fallo en los dispositivos de balance de carga.	Daños en los transformadores y líneas de distribución, riesgo de incendio por sobrecarga, desconexión automática del sistema.	Revisar el balance de cargas, instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas, análisis previo de la distribución de carga en la subestación.
Sistema de comunicación	Parte de	Fallo parcial de la comunicación entre sistemas	Interferencia en el sistema de comunicación, fallos en los cables de fibra óptica, problemas de sincronización.	Fallo en la coordinación de los sistemas de protección, activación tardía de los dispositivos de seguridad, riesgo de daño severo.	Realizar pruebas periódicas del sistema de comunicación, mantenimiento del cableado y de los dispositivos de comunicación entre sistemas.
Sistema de control	Inverso	Señal de control inversa	Error en la programación del sistema de control, cables mal conectados, señales de control defectuosas.	Activación incorrecta de dispositivos, cierre o apertura de interruptores sin autorización, riesgo de daños por energización accidental.	Verificación de la programación del sistema, revisión de la instalación eléctrica, pruebas funcionales de los sistemas de control antes de la operación.
Sistema de distribución	De otra forma	Redistribución incorrecta de la carga	Error en la reconfiguración de la distribución eléctrica, dispositivos automáticos defectuosos.	Sobrecalentamiento de líneas, riesgo de incendio, fallos en los equipos por mal balance de la carga.	Implementación de sistemas automáticos de balance de carga, revisión del sistema de distribución antes de la energización, supervisión del personal.

Nota: Elaboración propia y adaptada de (NTP 238, 1988)

3.4. Evaluación de riesgos en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la subestación E. Método AMFE (Failure Mode and Effect Analysis.)

La metodología de Análisis modal de fallos y efectos AMFE, adaptada por la Norma Técnica de Prevención (NTP 679, 2004) se utilizó con el fin de fortalecer los procesos prioritarios que fueron tomados de los nodos de HAZOP considerando una valoración más precisa cuando se requiere, especialmente para discernir en la toma de decisiones en cada una las medidas de prevención en el mantenimiento eléctrico.

Los resultados según la tabla 11 fueron alcanzado mediante la priorización de riesgos críticos es decir el índice de priorización para luego proponer medidas correctivas específicas para mitigar los riesgos para el mantenimiento.

En cuanto a índice de prioridad de riesgos IPR se logró identificar que el nodo con mayor riesgo potencial corresponde al sistema de distribución por el modo de falla de sobrecarga de fases evidenciado que se requiere atención prioritaria para evitar accidentes graves, tales como electrocuciones, riesgo de incendios y la suspensión de equipos clave en la operación de la subestación. Las medidas correctivas consideradas son la capacitación continua del personal en el procedimiento LOTO, adopción de pruebas y simulaciones.

El índice de prioridad de riesgos IPR en segundo nivel fue asignado a la apertura de fases (IPR= 160) y el cierre de fases (IPR= 135). Estos nodos van a requerir medidas correctivas de implementación inmediatas para evitar accidentes graves, como electrocuciones, incendios y fallos en los equipos eléctricos.

Finalmente, el IPR= 120 de mantenimiento de fusibles y el IPR= 126 correspondiente a inspección visual de borneras o terminales; fueron riesgos significativos, es decir en términos de la integridad del sistema y la seguridad de los técnicos en la subestación. Las medidas preventivas corresponden a los procedimientos LOTO, así como la implementación de tecnologías de detección, capacitación de los trabajadores, implementación de simulaciones y simulacros periódicos.

Tabla 11

Análisis Modal de Fallos y Efectos (A.M.F.E.)

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)										
AMFE DE PROYECTO:					DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO:				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE:	Hoja:
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:										FECHA INICIO:
					COORDINADOR: (Nombre / Dpto.):				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN:	FECHA REVISIÓN:
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL				Acciones Correctivas	Medidas de Ensayo y Control Previstas
		Modo de Fallo	Efectos del Fallo	Causas Posibles	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	IPR		
1. Apertura de fases	0.01	Fallo en los interruptores o mandos de apertura	Riesgo de electrocución, daño a equipos, posible arco eléctrico	Error humano, fallo mecánico, error en el sistema de control	10	4	4	160	Implementar doble verificación manual y automática del estado de apertura antes del mantenimiento.	Ensayo de funcionamiento periódico de los interruptores y simulación de apertura. Revisión de señales de control y estado de las fases antes del mantenimiento.
2. Cierre de fases	0.02	Secuencia de cierre no respetada	Sobrecalentamiento de fases, posibles cortocircuitos, daños a equipos eléctricos	Error de programación en el sistema, fallo en el control manual	9	3	5	135	Implementar revisiones y simulaciones antes de ejecutar el cierre, crear procedimientos claros de cierre y capacitar al personal.	Pruebas automáticas y manuales del sistema de cierre antes del mantenimiento. Simulaciones de cierre en el orden correcto, pruebas de continuidad y verificación de carga.
3. Mantenimiento de fusibles	0.03	Fusibles siguen energizados	Riesgo de electrocución del personal, fallo en la protección del sistema	Fallo en la desconexión, error humano, falta de verificación	10	4	3	120	Aplicar procedimientos de verificación de desenergización antes de la intervención, uso de dispositivos de bloqueo y etiquetado (LOTO).	Pruebas de ausencia de tensión en el circuito antes de iniciar el mantenimiento, uso de equipos de medición de energía residual y verificaciones manuales del estado de los fusibles.
4. Borneras o terminales	0.04	Daños o conexiones defectuosas no detectadas	Posible fallo en las conexiones, cortocircuitos, sobrecalentamiento	Fatiga del personal, limitaciones de tiempo, falta de capacitación	7	3	6	126	Capacitación adecuada del personal, checklist exhaustivo para asegurar una revisión completa, supervisión durante la inspección.	Checklist de inspección visual detallado y verificación manual de las conexiones. Uso de cámaras térmicas para detección de puntos de calor en conexiones defectuosas.
5. Sistema de distribución	0.05	Sobrecarga en las líneas o fases	Daños a los transformadores, riesgo de incendio, interrupciones en el servicio	Sobrecarga en las líneas por mala distribución, falta de monitoreo	9	4	5	180	Implementar sistemas automáticos de balance de carga, monitoreo continuo de la distribución, realizar mantenimiento preventivo en las fases.	Instalación de sistemas de monitoreo continuo de la carga y pruebas de simulación de sobrecarga. Inspección periódica de las fases y revisión de los dispositivos de protección.

Nota: Elaboración propia y adaptada de NTP 679, 2004

3.5. Percepción del personal respecto a la seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la Subestación E

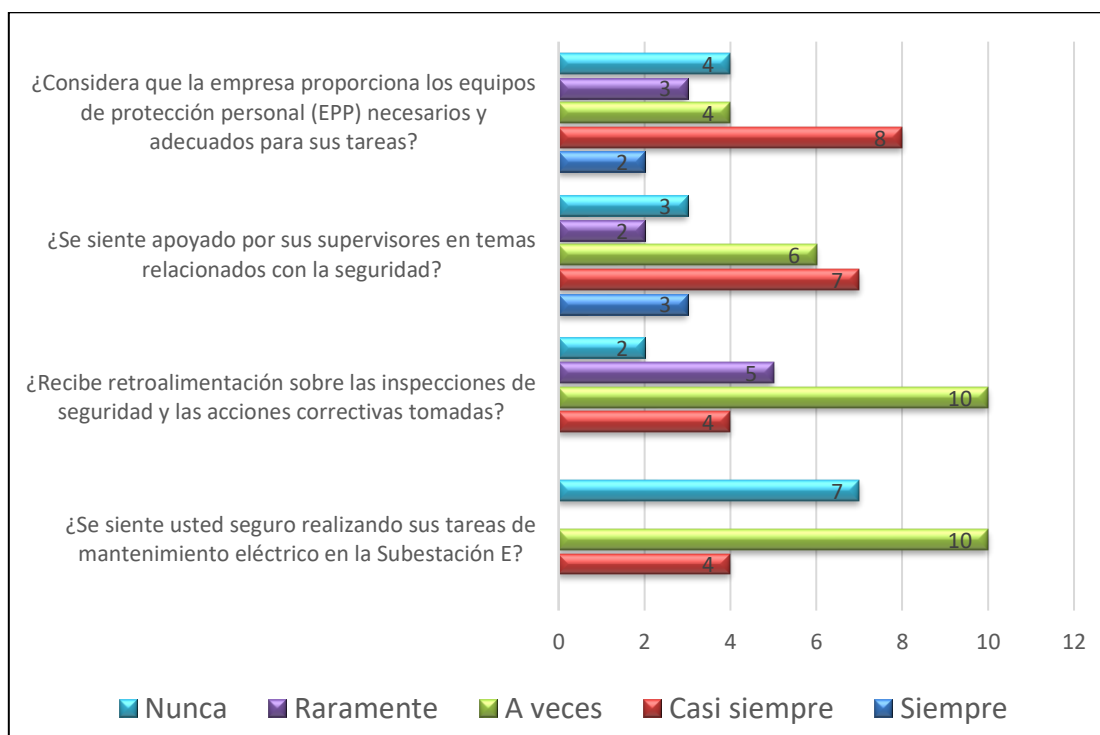
Se desarrolló la encuesta, con la finalidad de evaluar el nivel de seguridad industrial y recopilar la opinión y experiencias de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos que conlleva el mantenimiento por exposición a energía eléctrica anexo 7.

Los resultados del gráfico 4 revelan que la mayoría de los trabajadores sobre la apreciación de la seguridad industrial en el bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) de las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas” la mayoría informaron que, rara vez o nunca se sienten seguros realizando mantenimiento eléctrico, lo que evidencia una percepción negativa en el lugar de trabajo.

En cuanto a la ausencia de retroalimentación sobre la inspección de seguridad industrial y las acciones correctivas, se lo puede atribuir a una sensación de inseguridad entre los trabajadores. Así, mismo podemos mencionar que los trabajadores informaron que no se sienten apoyado por sus supervisores en temas de seguridad; como en el caso de dotación adecuada de equipo de protección individual por parte de la empresa.

Gráfico 4

Percepción de la seguridad en el mantenimiento eléctrico.

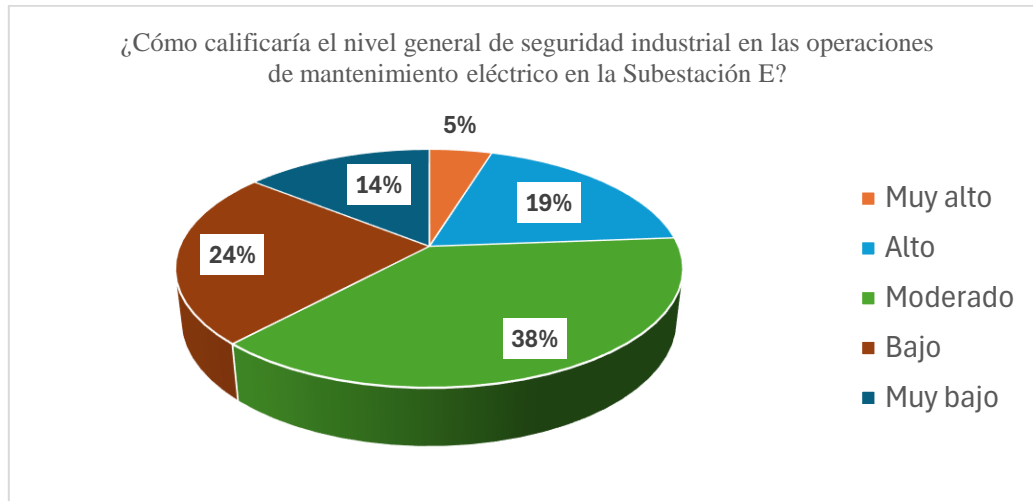


Elaboración propia.

En el gráfico 5 la mayoría de los trabajadores argumentaron que el nivel de seguridad en el bloqueo y etiquetado es moderado a bajo con un nivel de percepción general de la seguridad industrial de manera negativa para las operaciones de mantenimiento eléctrico.

Gráfico 5

Nivel de seguridad en las operaciones de mantenimiento eléctrico



Elaboración propia.

En el gráfico 6 se obtuvo los resultados de la frecuencia de las inspecciones, interpretada por la gran mayoría de los trabajadores como insuficiente a diferencia de la contraparte tenemos el seguimiento frecuente y muy frecuente al mantenimiento eléctrico.

Gráfico 6

Frecuencia de inspecciones de seguridad

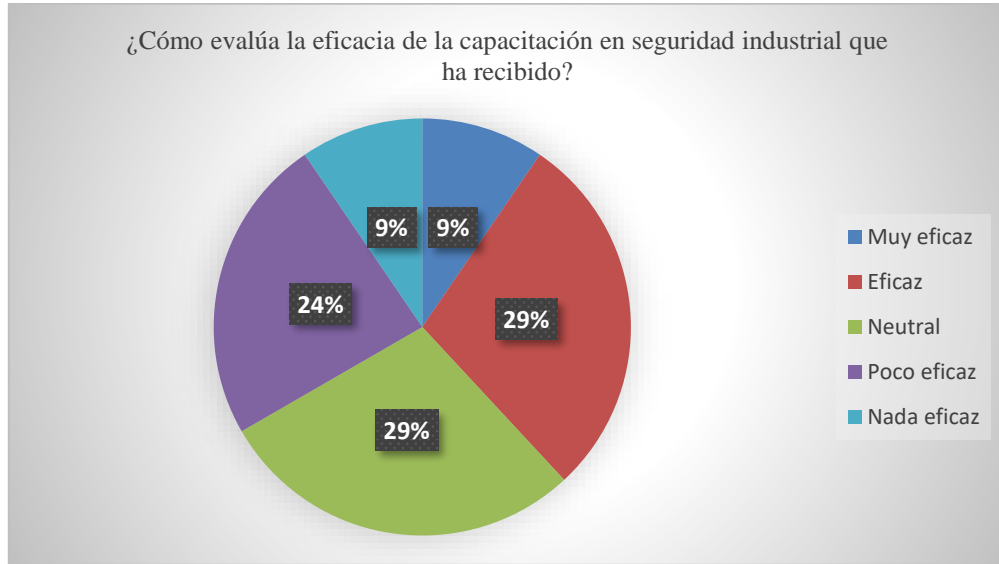


Elaboración propia.

La evidencia sobre la eficacia de la capacitación en seguridad industrial percibida por los trabajadores es identificada como poco eficaz y neutral en el cumplimiento de los objetivos trazados por la empresa en la formación continua de su talento humano.

Gráfico 7

Eficacia de capacitación

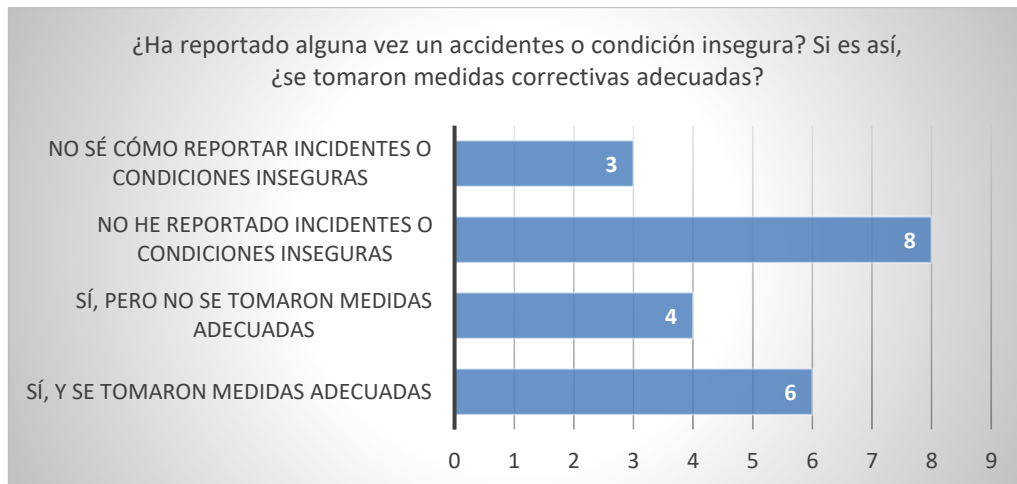


Elaboración propia.

La información obtenida sobre accidentes o condición insegura en el gráfico 8 describe que algunos trabajadores han reportado y se implementado medidas adecuadas, existe otro grupo que desconoce cómo hacerlo y no han visto medidas correctivas para percibir la seguridad como oportunidad.

Gráfico 8

Reporte de accidentes o condición insegura



Elaboración propia.

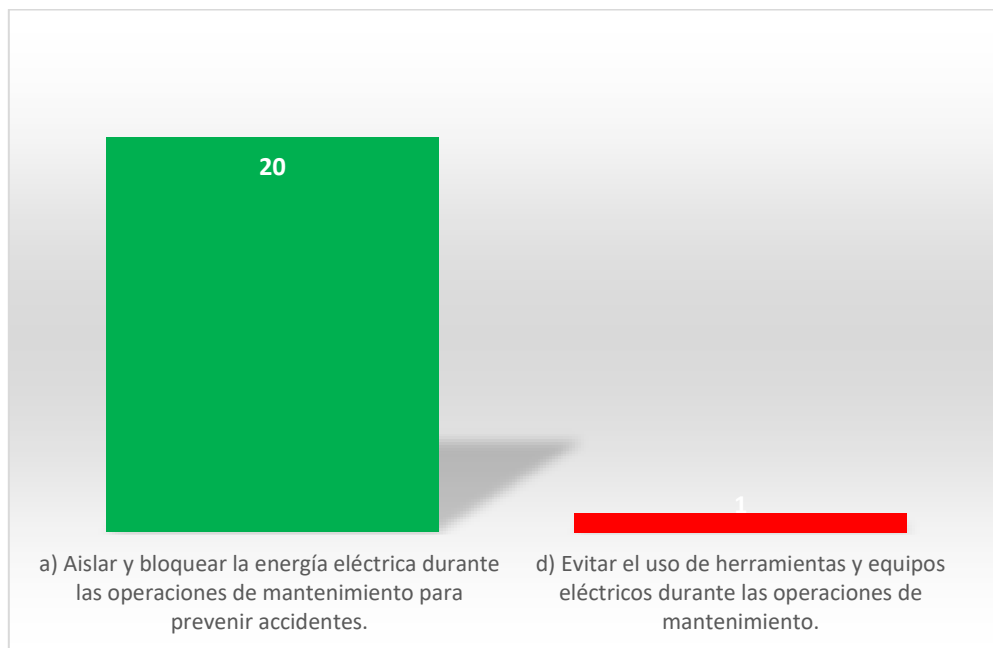
3.6. Evaluación de conocimiento del Personal sobre LOTO (Bloqueo/Etiquetado)

El resultado obtenido para evidenciar el comportamiento de los factores anexo 8, que afectan la efectividad de LOTO en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la subestación se detalla a continuación:

En conocimiento de los trabajadores se evidencia en el gráfico 9 que la mayoría de los trabajadores para prevenir accidentes durante el mantenimiento deben aislar y bloquear todo fuente de energía como propósito del procedimiento LOTO.

Gráfico 9

¿Cuál es el propósito principal de los procedimientos de LOTO?

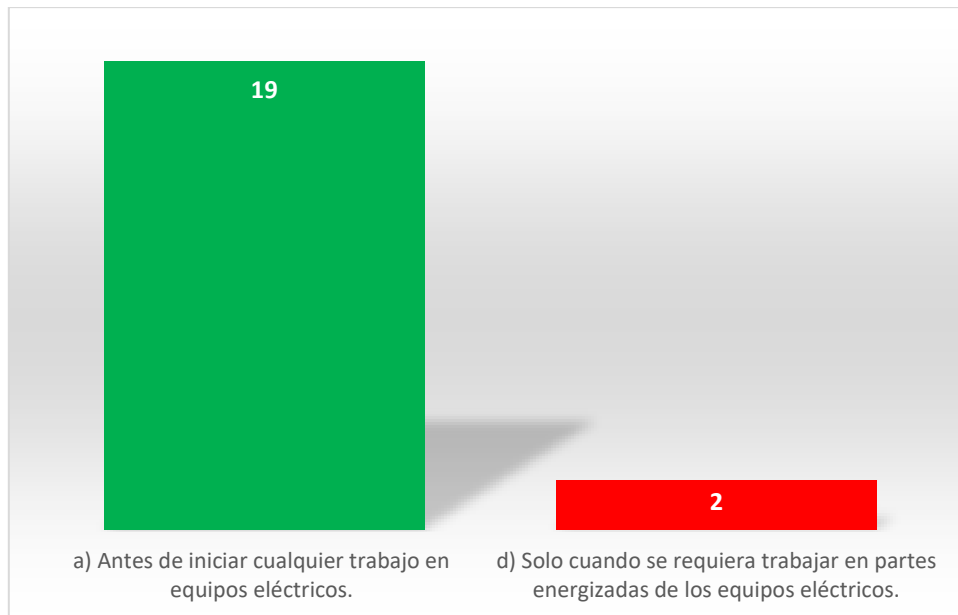


Elaboración propia.

Se evidenció en la interrogante representada en el gráfico 10 que la mayoría de los trabajadores tienen conocimiento preliminar para aplicar el procedimiento LOTO antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento eléctrico; lo cual es esencial para prevenir la activación accidental de equipo durante los trabajos en la subestación E.

Gráfico 10

¿En qué paso del proceso de mantenimiento eléctrico se deben aplicar los procedimientos de LOTO?



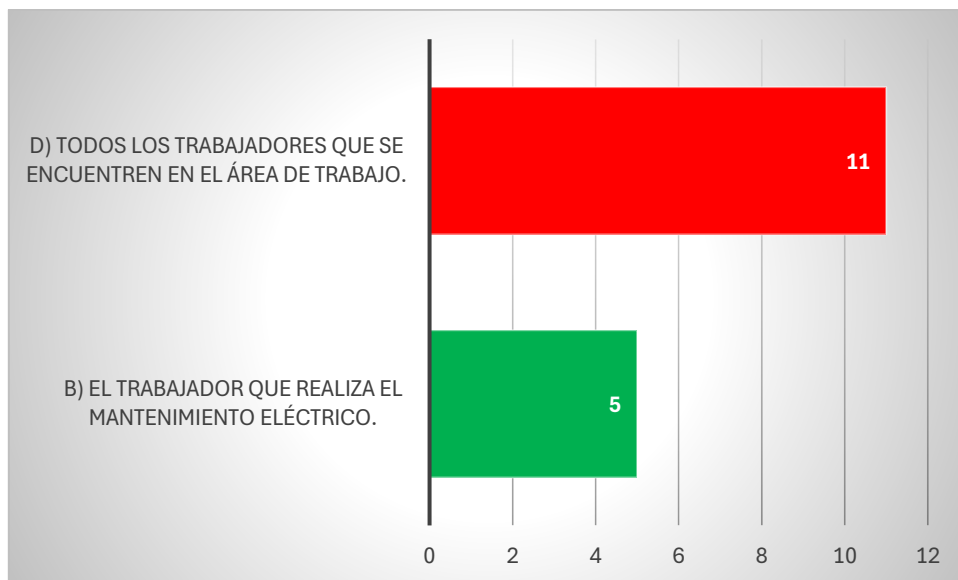
Elaboración propia.

La consulta sobre: ¿Quién es responsable de aplicar los procedimientos de LOTO en cada operación de mantenimiento eléctrico? Demuestra que los trabajadores asocian los mantenimientos ejecutados por los contratistas y trabajadores de la planta respondiendo que todos aquellos que se encuentran en el área de trabajo son los responsables, de tal manera que se evidencia el error donde se descarta que el trabajador responsable es quien ejecuta el mantenimiento, según el gráfico 11.

En el gráfico 12 los trabajadores respondieron equivocadamente en su gran mayoría sobre la interrogante ¿Qué tipo de dispositivos de bloqueo y etiquetado se deben utilizar en los procedimientos de LOTO? Los trabajadores asociaron que deben emplear el que proporciona el contratista o proveedor del servicio de mantenimiento; la minoría de los trabajadores respondió acertadamente que los dispositivos de bloqueo y etiquetado deben ser estandarizados y aprobados por la empresa esto con el fin de tener consistencia y mayor efectividad del procedimiento LOTO.

Gráfico 11

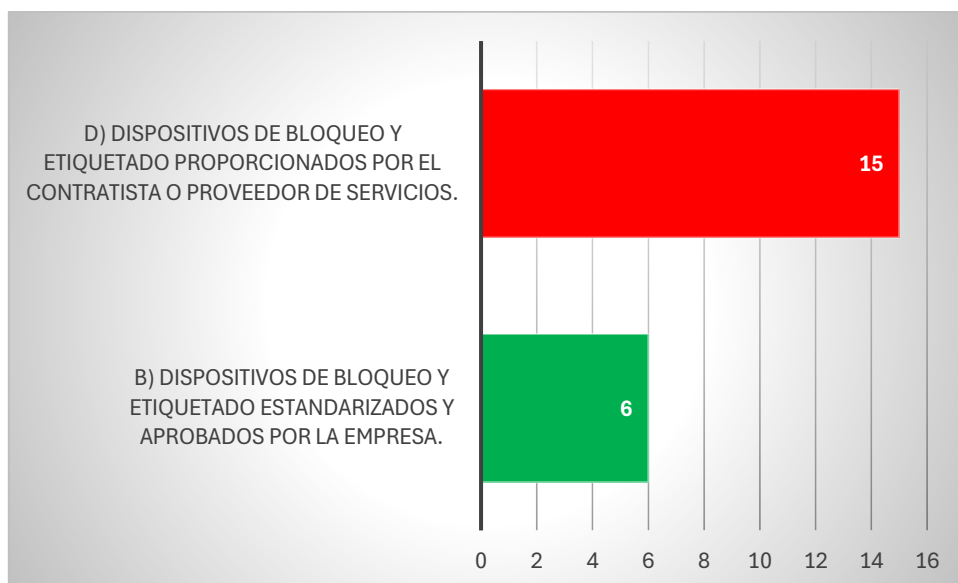
¿Quién es responsable de aplicar los procedimientos de LOTO en cada operación de mantenimiento eléctrico?



Elaboración propia.

Gráfico 12

¿Qué tipo de dispositivos de bloqueo y etiquetado se deben utilizar en los procedimientos de LOTO?

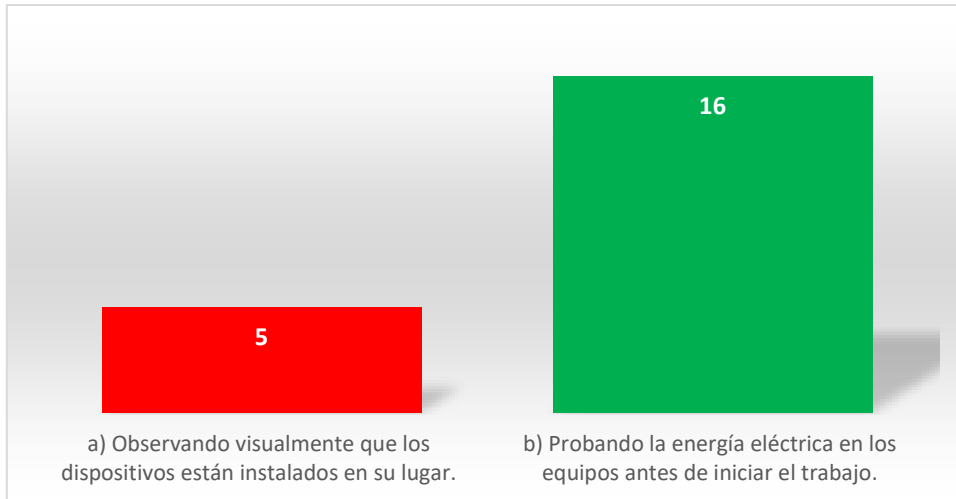


Elaboración propia.

La evaluación sobre el conocimiento de cómo se debe verificar que los dispositivos de bloqueo y etiquetado se han aplicado correctamente en el mantenimiento eléctrico, los trabajadores informaron correctamente que, se inicia probando la energía eléctrica en el sistema con la finalidad de garantizar la efectiva implementación del procedimiento.

Gráfico 13

¿Cómo se debe verificar que los dispositivos de bloqueo y etiquetado se han aplicado correctamente?

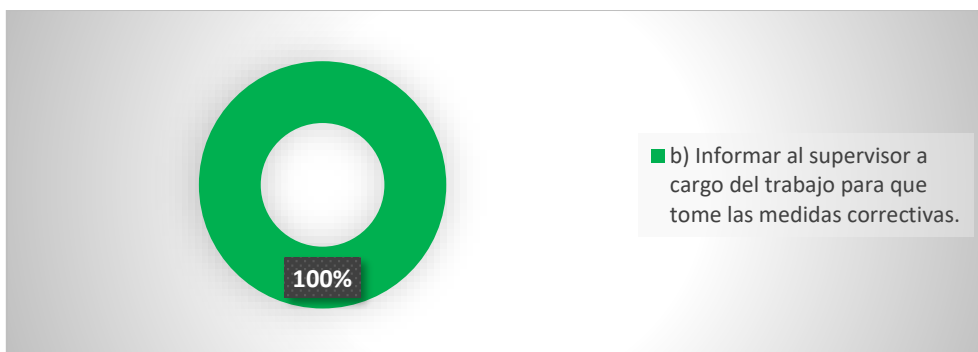


Elaboración propia.

Se evaluó a los trabajadores sobre la toma de decisión que se haría, si se descubre que un dispositivo de bloqueo y etiquetado se ha dañado o no está funcionando correctamente, se obtuvo la respuesta mayoritaria que hay que informar al supervisor a cargo del trabajo para que tome las medidas correctivas representada en el grafico 14.

Gráfico 14

¿Qué se debe hacer si se descubre que un dispositivo de bloqueo y etiquetado se ha dañado o no está funcionando correctamente?

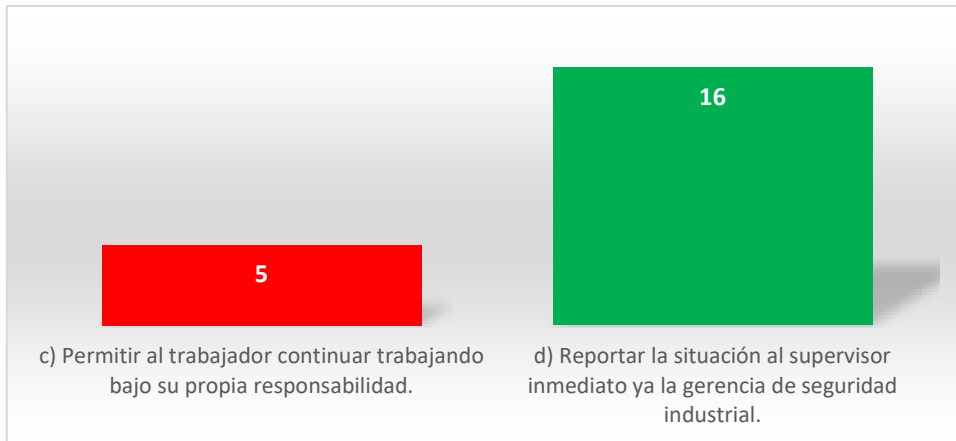


Elaboración propia.

En la subestación se registró la respuesta correcta sobre el comportamiento en caso de que se identifique un trabajador que no está siguiendo correctamente los procedimientos de LOTO durante los mantenimiento eléctrico. La decisión fue reportar la situación al supervisor inmediato y a los responsable de seguridad industrial, según el gráfico 15.

Gráfico 15

¿Qué medidas se deben tomar si se observa a un trabajador que no está siguiendo los procedimientos de LOTO correctamente?



Elaboración propia.

Ahora en cuanto a la consulta gráfico 16, sobre dónde acudir para hallar información que refuerce el procedimiento LOTO, la mayoría concluyó que se acudiría al manual de seguridad de la empresa, la minoría respondió que la encontraría en el web a fin de mantenerse actualizados.

Gráfico 16

¿Dónde puede encontrar información adicional sobre los procedimientos de LOTO y la seguridad industrial en general?

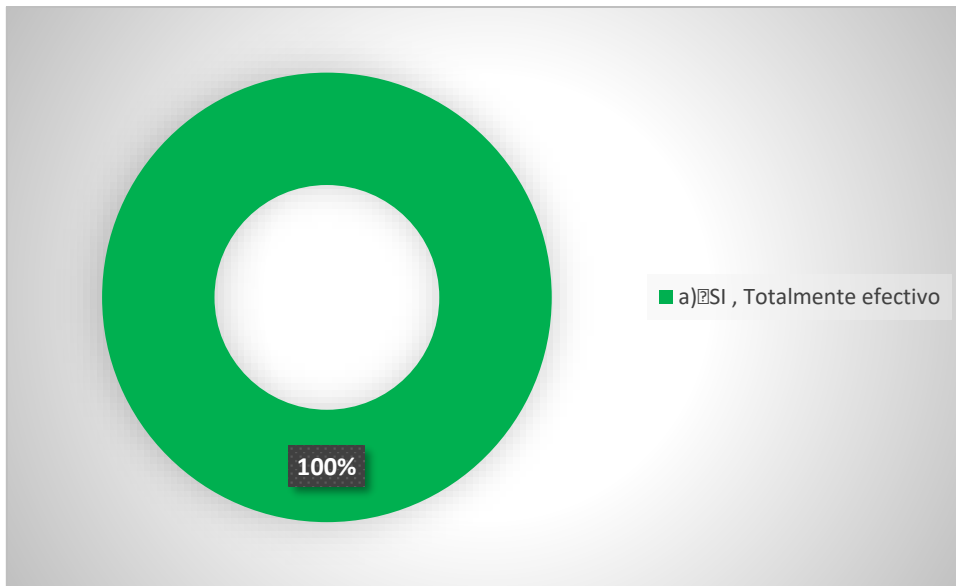


Elaboración propia.

La totalidad de los trabajadores que accedieron a contestar las consideraciones sobre la efectividad de los procedimientos, informaron que sí, es totalmente efectivo para garantizar la seguridad en las operaciones de mantenimiento eléctrico, según el gráfico 17.

Gráfico 17

¿Considera que los procedimientos de LOTO son efectivos para prevenir accidentes durante las operaciones de mantenimiento eléctrico?



Elaboración propia.

CAPITULO 4

4. DISCUSIÓN

Esta parte corresponde a la discusión de todos los hallazgos caracterizados en este trabajo comparando con los antecedentes de estudios previos que fueron citados en el cumplimiento de la seguridad industrial en el bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout) de las operaciones de mantenimiento eléctrico de la “Subestación E de Refinería Esmeraldas.

Esta investigación evidenció los mismos problemas en comparación con el trabajo de Guner (2023) en su obra *Importance of Electrical Single Line at Lock Out Tag Out (LOTO) Applications*, identificó que las principales causas de accidentes corresponden a la falta de capacitación y la omisión para identificar las formas de energías peligrosas; en la subestación “E” el riesgo de accidentes aumenta al energizar accidentalmente los equipos involucrados en mantenimiento eléctrico.

Por otra parte Amer et al., (2022) en su investigación *Manning Electrical Fire Risks in Substations: A Framework to Protect Lives and Assets*, describió la importancia de establecer procedimientos encaminados a fortalecer la gestión de riesgos eléctricos en subestaciones. Para los autores los riesgos potenciales de incendios son amenazas para la vida de los trabajadores y los bienes frente a factores de cortocircuitos y sobre carga de fases. Se observó en la subestación E que los procedimientos LOTO se cumplen de manera parcial, adicionalmente los resultados evidenciaron la falta de simulaciones y pruebas.

En lo referente a Lavalle (2020) sobre la implementación de LOTO en First Quantum en Panamá, describe la importancia que los trabajadores apliquen los procedimientos de bloqueo y etiquetado una vez que sean formados en talleres prácticos y evaluaciones periódicas. En la subestación los trabajadores de mantenimiento eléctrico han recibido la capacitación inicialmente, pero se identificó que los reentrenamientos son escasos haciendo ineficiente el procedimiento LOTO para aumentar la probabilidad de accidentes de origen eléctrico.

El estudio sobre sistemas de seguridad industrial en plantas químicas por Li (2019), concluye que la falta de protocolos claros de emergencia y simulacros es un factor determinante en la ocurrencia de accidentes. El estudio en la subestación evidenció la falta de plan de emergencia y contingencia específico sobre la liberación de energía peligrosa.

Pantoja y Luna (2018) demostraron que la correcta aplicación de LOTO reduce los riesgos en sistemas eléctricos de alta tensión, a diferencia que en la Subestación se cumple parcialmente los

procedimientos LOTO comprometiendo la dotación completa de dispositivos de bloqueo y etiquetado.

Finalmente, Ravi (2018) concluye que, la implementación de los procedimientos LOTO en las refinerías de India ha reducido los accidentes, en el caso de la falta de supervisión durante las tareas de mantenimiento sigue siendo un desafío como lo describe los resultados obtenidos en la subestación “E” donde la falta de supervisión de continua de seguridad pone en peligro la vida de los trabajadores.

CAPITULO 5

5.1. CONCLUSIONES

De la presente investigación, se extrae las conclusiones relevantes sobre la seguridad industrial en el procedimiento de bloqueo y etiquetado Lockout/Tagout -LOTO para el mantenimiento eléctrico de la subestación “E”

- El procedimiento LOTO es de vital importancia para las actividades de mantenimiento eléctrico, en cuanto a su correcta implementación previene la liberación de energía peligrosa de fuente eléctrica en la subestación E, sin embargo, se logró identificar las deficiencias en la identificación de energía peligrosa para salvaguardar los bienes y vida de los trabajadores.
- La formación deficiente ha sido una de las debilidades como hallazgo en la capacitación deficiente de los trabajadores, entendiéndose que la formación continua y práctica evita accidentes potenciales relacionados a la falla en los procedimientos LOTO.
- La investigación evidenció que los procedimientos carecen de protocolos de emergencia y simulacros frente a la liberación de energía peligrosa en el mantenimiento eléctrico de la subestación E
- La empresa cuenta con procedimientos aprobados evidenciando que la falta de auditorías reduce la efectividad de LOTO, así mismo la disponibilidad de los dispositivos como candados y tarjetas no están disponibles lo cual compromete la seguridad de los trabajadores en la Subestación E.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de capacitación enfocada en la prevención de riesgos en el mantenimiento de la subestación eléctrica con el fin de familiarizar a los trabajadores con las fuentes de energía peligrosa en el sector eléctrico; adicionalmente la aplicación del bloqueo y etiquetado correcto con la participación en simulacros frente a escenarios críticos de emergencias.

- Se recomienda que los dispositivos de bloqueo y etiquetado cuenten con la verificación del estado situacional en cada etapa de los mantenimientos; en el caso de las auditorías y supervisión se recomienda por parte del personal realizarlas para garantizar el cumplimiento de los procedimientos.
- Se recomienda la implementación de protocolos frente a emergencias como la liberación accidental de energía durante las operaciones de mantenimiento eléctrico en la subestación lo cual hace necesario su inclusión en el plan de emergencia de la empresa con el propósito de reducir los tiempos de reacción y contar con la asignación de roles y responsabilidades.
- La empresa debe garantizar un inventario y control favorable de dispositivos para cada uno de los trabajadores para las actividades de mantenimiento para evitar accidentes de potenciales como la descarga eléctrica.
- Se recomienda impartir las charlas de seguridad periódicamente para reforzar las buenas prácticas como los análisis de seguridad en el trabajo y se analicen los incidentes, accidentes como mejora continua en el aprendizaje.
- Para futuras investigaciones se recomienda actualizar los procedimientos acordes a la NPPA 70 E:2024 como es el caso el procedimiento LOTO para trabajos de mantenimiento eléctrico y otras formas de energías; así también la evaluación de riesgos de incendios de origen eléctrico en las subestaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amer, S., Rashed, J., Elayan, W., Almazrouei, K., & AlShabibi, A. (2022). Managing Electrical Fire Risks in Substations: A Framework to Protect Lives and Assets. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2160–2181. <https://doi.org/10.46254/EU05.20220431>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2005). *Código del Trabajo*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal_a2/C%C3%B3digo%20del%20Trabajo.pdf
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2015). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud e los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo*.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador, L. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Lexis S.A.
<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Chiliguano, E. (2014). *Plan estratégico de la coordinación de mantenimiento eléctrico de la Refinería Esmeraldas -EP PETROECUADOR*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Esmeraldas.
- Comunidad Andina de Naciones [CAN]. (2004). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Decisión 584*.
- Floyd II, H. L. (2024). Through the Lens of System Safety: The Limitations of a Compliance-Based Safety Culture and Opportunities to Reduce Electrical Injuries. *IEEE Industry Applications Magazine*, 30(3), 12–17.
<https://doi.org/10.1109/MIAS.2023.3328504>
- Guner, S. (2023). Importance of Electrical Single Line at Lock Out Tag Out (LOTO) Applications. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 13(3), 152–170.

<https://doi.org/10.4236/ojsst.2023.133008>

Hampshire, C. (2024). *Lockout/Tagout and Electrical Safety Program and Procedures*.

Hampshire College. <https://www.hampshire.edu/lockout/tagout-and-electrical-safety-program-and-procedures>

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). *Resolución del IESS CD 513*

Reglamento del Seguro General de Riesgo del Trabajo.

Lavalle, L. J. M. (2020). *PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE UN PLAN DE BLOQUEO Y ETIQUETADO, PARA LOS SISTEMAS DE CONTROLES DE PROCESOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL, FIRST QUANTUM MINERA PANAMA S.A.*

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35140/Ljmunozl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Malewitz, J. (2015, marzo). *A Deadly Industry*. EHS Today.

<https://www.ehstoday.com/safety/article/21916835/a-deadly-industry>

Ministerio de Trabajo. (2008a). *Acuerdo Ministerial N° 013 Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica*. Studocu.

<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/ingenieria-industrial/am-013-reglamento-de-seguridad-del-trabajo-contra-riesgos-en-instalaciones-de-energia-electrica/23063364>

Ministerio de Trabajo. (2008b). *Acuerdo Ministerial N°. 0174 Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional para Construcción y Obras Públicas*. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.cip.org.ec/attachments/article/112/Reglamento-para-la-Construccion-y-Obras-P%C3%BAblicas.pdf>

NFPA. (2024). *NFPA 70E, Standard for Electrical Safety in the Workplace® (2021)*.

NFPA 70E, Standard for Electrical Safety in the Workplace (2024).

<https://www.nfpa.org/es/product/norma-nfpa-70e/p0070ecode/70e-std-for-electric-safety-in-the-wp-21/70e21>

NSC. (2021). *OSHA Reveals Top 10 Safety Violations for Fiscal Year 2021 at NSC Safety Congress & Expo—National Safety Council.*

<https://www.nsc.org/newsroom/osha-reveals-top-10-safety-violations-for-fy-21-at>

NTP 238. (1988). *NTP 238: Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso.*

https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_238.pdf/35c7cdc8-c208-46f9-8504-f80531791450

NTP 679. (2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.*

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba

OSHA. (s/f). *Control de energía peligrosa (bloqueo y etiquetado): Descripción general / Administración de Seguridad y Salud Ocupacional.*

<https://www.osha.gov/control-hazardous-energy>

Pantoja, V. P., & Luna, W. M. (2018). *ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA MITIGAR LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN ALTA TENSION EN COLOMBIA DURANTE EL AÑO 2019.*

<https://repositorio.uniajc.edu.co/entities/publication/d39ca81a-4b2e-42c1-a8b2-dd52ccbe069c>

Paoleta, D. (2020, enero 7). How to Improve Lockout/Tagout (LOTO) Safety. *Safesite.*

<https://safesitehq.com/loto/>

Petao León, L. I., & Giler Cedeño. (2008). *“AUDITORIA TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES ENFOCADAS EN LA*

PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA REFINERÍA DE LA LIBERTAD”. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

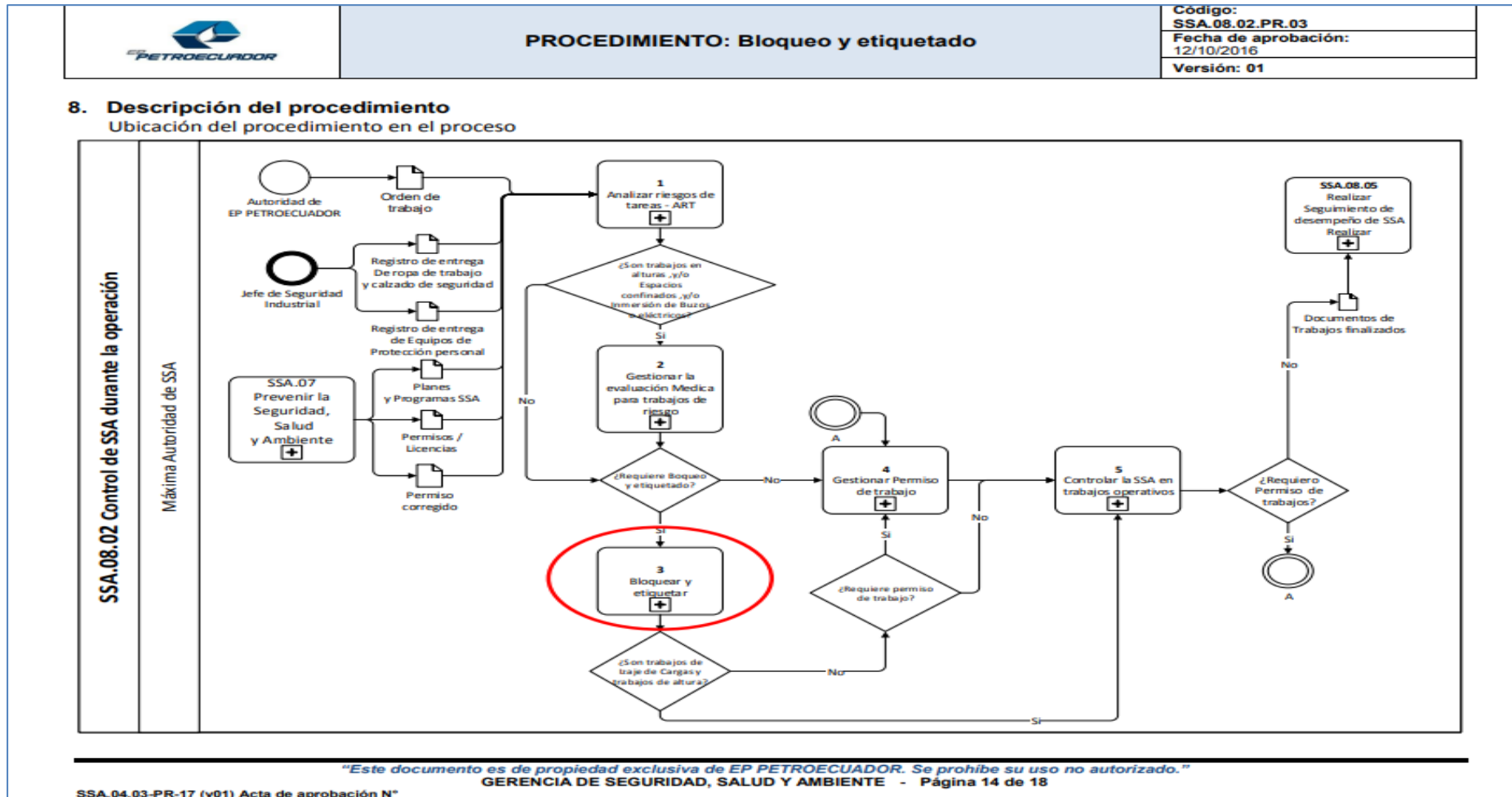
- PetroRisk. (2022). *PetroRisk: Technical Safety & Risk Management Services - HAZID - Hazard Identification*. PetroRisk: Technical Safety & Risk Management Services. <https://petrorisk.com/consulting/hazard-identification-hazid/>
- Presidencia de República del Ecuador. (2010). *Decreto Ejecutivo 315*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2017/06/222_DECRETO_EJETIVO_315.pdf
- Presidencia de República del Ecuador. (2013). *Decreto Ejecutivo 1351-A*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu121524.pdf>
- Presidencia de República del Ecuador. (2024a). *Decreto Ejecutivo N° 255 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Presidencia de República del Ecuador. (2024b). *Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025 – Secretaría Nacional de Planificación*. <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-desarrollo-para-el-nuevo-ecuador-2024-2025/>
- Ravi, M. (2018). Implementation Strategy of Lock Out and Tag Out (LOTO) Electrical Systems for Paper Industry. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.30954/2322-0465.1.2018.1>
- Vector Solutions. (2024). *LOTO Safety: The 6 Steps of Lockout/Tagout*. Vector Solutions. <https://www.vectorsolutions.com/resources/blogs/loto-safety-6-steps-of-lockout-tagout/>



ANEXOS


Anexo 1

Ubicación del flujo de información para ejecutar actividades bajo energía peligrosas.



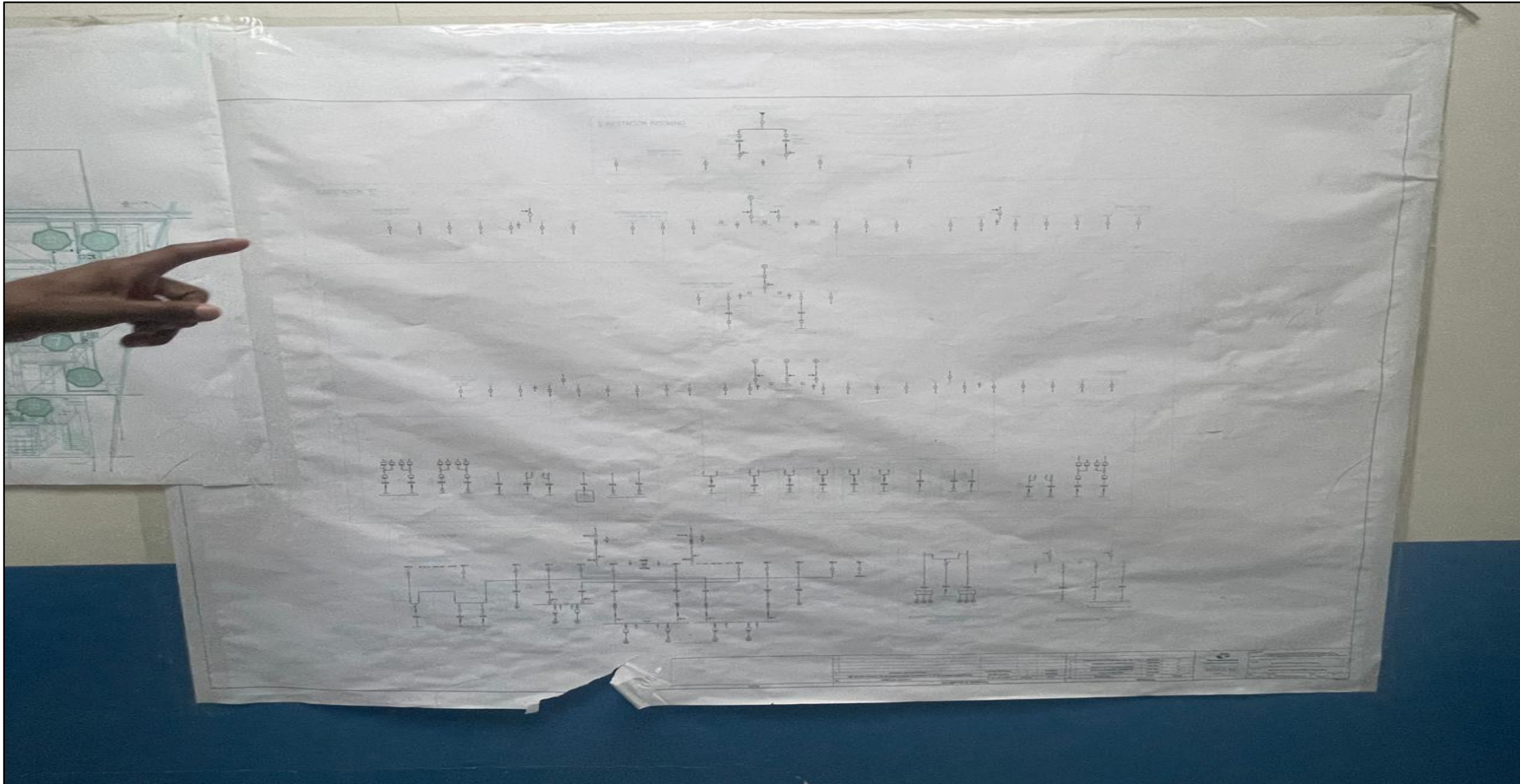
Anexo 3

Aprobación de la remoción de etiquetado

	FORMATO: SSA.08.02.PR.03.FO.02 (V01) APROBACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE DISPOSITIVOS DE AISLAMIENTO / ETIQUETADO Acta de Aprobación N° 00264 12/10/2016	
USO EXCLUSIVO PARA: Retiro de Candado Personal por Persona diferente a quien lo instaló		
Tarjeta N° _____		
Para: _____	cc: Responsable SSA de la Instalación Responsable de mantenimiento Maxima autoridad de la Instalación	
Nombre del Empleado que remueve el bloqueo/etiqueta: _____		
Nombre de la empresa Contratista (si aplica): _____		
Información del Aislamiento / Etiqueta que ha sido removido		
Fecha: _____	Hora: _____	
Nombre del empleado dueño del candado a remover: _____		
Unidad/Área: _____		
Equipo: _____		
N° de Identificación del Equipo según P&ID / Diagramas : _____		
N° de Permiso de Trabajo Emitido (para intervenir el Equipo): _____		
Fue verificada los siguientes datos:		
La persona que colocó el aislamiento / etiqueta NO se encuentra en la instalación	Si	No
Se intentó contactar a la persona	Si	No
Se logró contactar a la persona	Si	No
Se logró hacer el contacto con la persona y se le comunicó el procedimiento a seguir	Si	No
Se notificó al Supervisor del Constratista (cuando aplique)	Si	No
Responsable del Área que autoriza el retiro del aislamiento/ etiqueta	_____ Nombre	_____ Firma
	Fecha: _____	
Responsable de Operaciones	_____ Nombre	_____ Firma
	Fecha: _____	

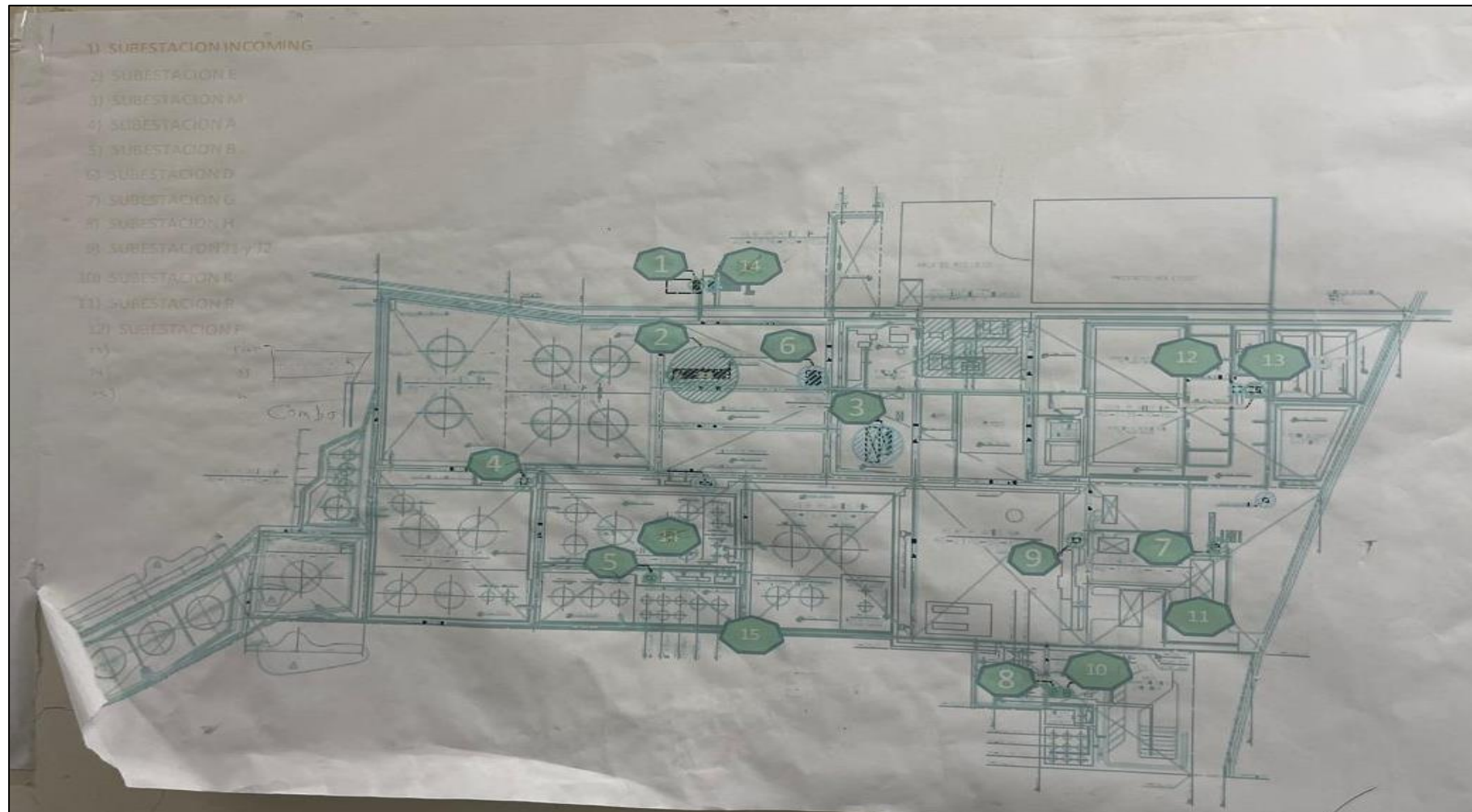
Anexo 4

Diagrama unifilar de la subestación E




Anexo 5

Distribución de subestaciones eléctricas



Anexo 6

Control de aislamiento de equipos

		FORMATO: SSA.08.02.PR.03.FO.01 (V01) CONTROL DE AISLAMIENTO DE EQUIPOS																	
		<small>Acta de Aprobación N° 00264 12/10/2016</small>																	
Unidad / Área:															Fecha:				
Núm. de Identificación del Equipo de Proceso según P&ID (si aplica)															Núm. de Identificación del Equipo según Diagrama Unifilar (si aplica):				
Punto Principal de Aislamiento (PPA):																			
Secuencia de Instalación	Sitio de Instalación del Bloqueo/Etiquetado	Línea			Dispositivo para Aislamiento de Energía (DAE)			Datos de la instalación del Aislamiento (Empleado Autorizado)				Instalación de Aislamiento verificado por		Datos del retiro del Aislamiento				Retiro de Aislamiento verificado por	
		Servicio (agua, vapor, etc)	Ø (pulg)	Presión Operación	Aislado (bloqueo)	Asegurado	Etiquetado	Fecha	Disciplina (M= mecánica E= eléctrica)	Nombre	Firma	Iniciales y Firma Aprobador	Iniciales y Firma Ejecutante	Fecha	Disciplina (M= mecánica E= eléctrica)	Nombre	Firma	Aprobador	
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				
					<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No N°		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E						<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> E				

Bloqueo/Etiquetado Aprobado por: (Instalación)	APROBADOR	Fecha:
Bloqueo/Etiquetado Verificado por: (Instalación)	EJECUTANTE	Fecha:
Equipo libre de Bloqueo/Etiquetado El Equipo está listo para ponerlo en operación	APROBADOR	Fecha:

Nota: Todos los campos de instalación del aislamiento de este formato deben ser completados antes del inicio del trabajo en el sistema o equipo a intervenir.

Anexo 7



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ENCUESTA

EVALUAR EL NIVEL DE SEGURIDAD PERCIBIDA POR LOS TRABAJADORES

Estimado/a Colaborador/a,

Gracias por participar en esta encuesta sobre la percepción del personal respecto a la seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la Subestación E de la Refinería Esmeraldas. El propósito de esta encuesta es evaluar el nivel de seguridad industrial y recopilar sus opiniones y experiencias para identificar áreas de mejora. Su participación es fundamental para garantizar un entorno de trabajo más seguro y efectivo.

La encuesta consiste en una serie de preguntas que le pedimos responda con la mayor sinceridad posible. Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán exclusivamente para fines de esta investigación. Agradecemos su tiempo y colaboración.

Preguntas de la Encuesta

¿Cómo calificaría el nivel general de seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico en la Subestación E?

Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
----------	------	----------	------	----------

¿Se siente usted seguro realizando sus tareas de mantenimiento eléctrico en la Subestación E?

Siempre	Casi siempre	A veces	Raramente	Nunca
---------	--------------	---------	-----------	-------

¿Considera que la empresa proporciona los equipos de protección personal (EPP) necesarios y adecuados para sus tareas?

Siempre	Casi siempre	A veces	Raramente	Nunca
---------	--------------	---------	-----------	-------

¿Cree que los procedimientos de seguridad son claros y fáciles de seguir?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	---------	---------------	--------------------------



¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones de seguridad en su área de trabajo?

Muy frecuentemente	Frecuentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
--------------------	----------------	----------------	-----------	-------

¿Recibe retroalimentación sobre las inspecciones de seguridad y las acciones correctivas tomadas?

Siempre	Casi siempre	A veces	Raramente	Nunca
---------	--------------	---------	-----------	-------

¿Cómo evalúa la eficacia de la capacitación en seguridad industrial que ha recibido?

Muy eficaz	Eficaz	Neutral	Poco eficaz	Nada eficaz
------------	--------	---------	-------------	-------------

¿Se siente apoyado por sus supervisores en temas relacionados con la seguridad?

Siempre	Casi siempre	A veces	Raramente	Nunca
---------	--------------	---------	-----------	-------

¿Ha reportado alguna vez un incidente o condición insegura? Si es así, ¿se tomaron medidas correctivas adecuadas?

- ✓ Sí, y se tomaron medidas adecuadas
- ✓ Sí, pero no se tomaron medidas adecuadas
- ✓ No he reportado incidentes o condiciones inseguras
- ✓ No sé cómo reportar incidentes o condiciones inseguras

¿Tiene alguna sugerencia para mejorar la seguridad industrial en las operaciones de mantenimiento eléctrico de la Subestación E?

Agradecemos su tiempo y colaboración para completar esta encuesta. Sus respuestas son vitales para mejorar nuestros procedimientos de seguridad y garantizar un entorno de trabajo seguro para todos los empleados.

Anexo 8

Nivel de conocimientos de los trabajadores



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

Evaluación de Conocimiento del Personal sobre LOTO (Bloqueo/Etiquetado)

Estimado trabajador/a,

Le invitamos a participar en esta evaluación de conocimiento sobre los procedimientos de Bloqueo y Etiquetado (LOTO) en las operaciones de mantenimiento eléctrico. Su participación es anónima y confidencial, y sus respuestas nos ayudarán a identificar y evaluar los factores que afectan la efectividad de estos procedimientos en nuestra empresa.

Instrucciones:

Lea cada pregunta detenidamente y seleccione la respuesta correcta. No existen preguntas con "trampas" o "respuestas engañosas", por lo que le pedimos que responda con honestidad y calculando en su conocimiento y experiencia.

Preguntas:

1. ¿Cuál es el propósito principal de los procedimientos de LOTO?

- a) Aislar y bloquear la energía eléctrica durante las operaciones de mantenimiento para prevenir accidentes.
- b) Permitir el acceso rápido y fácil a los equipos eléctricos para realizar reparaciones.
- c) Reducir el tiempo de inactividad de los equipos durante el mantenimiento.
- d) Evitar el uso de herramientas y equipos eléctricos durante las operaciones de mantenimiento.

2. ¿En qué paso del proceso de mantenimiento eléctrico se deben aplicar los procedimientos de LOTO?

- a) Antes de iniciar cualquier trabajo en equipos eléctricos.
- b) Una vez finalizado el trabajo en equipos eléctricos.
- c) Durante las pruebas de funcionamiento de los equipos eléctricos.
- d) Solo cuando se requiera trabajar en partes energizadas de los equipos eléctricos.

3. ¿Quién es responsable de aplicar los procedimientos de LOTO en cada operación de mantenimiento eléctrico?

- a) El supervisor a cargo del trabajo.
- b) El trabajador que realiza el mantenimiento eléctrico.
- c) El personal de seguridad industrial.
- d) Todos los trabajadores que se encuentren en el área de trabajo.



4. ¿Qué tipo de dispositivos de bloqueo y etiquetado se deben utilizar en los procedimientos de LOTO?

- a) Cualquier tipo de dispositivo que impida el acceso a la energía eléctrica.
- b) Dispositivos de bloqueo y etiquetado estandarizados y aprobados por la empresa.
- c) Dispositivos de bloqueo y etiquetado improvisados con materiales disponibles.
- d) Dispositivos de bloqueo y etiquetado proporcionados por el contratista o proveedor de servicios.

5. ¿Cómo se debe verificar que los dispositivos de bloqueo y etiquetado se han aplicado correctamente?

- a) Observando visualmente que los dispositivos están instalados en su lugar.
- b) Probando la energía eléctrica en los equipos antes de iniciar el trabajo.
- c) Verificando con el supervisor a carga del trabajo.
- d) Realizar una prueba de funcionamiento de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.

6. ¿Qué se debe hacer si se descubre que un dispositivo de bloqueo y etiquetado se ha dañado o no está funcionando correctamente?

- a) Reemplazar el dispositivo dañado por uno nuevo y volver a aplicar los procedimientos de LOTO.
- b) Informar al supervisor a cargo del trabajo para que tome las medidas correctivas.
- c) Continuar trabajando con precaución, teniendo en cuenta el riesgo potencial.
- d) Desactivar la energía eléctrica en todo el sistema eléctrico de la subestación.

7. ¿Qué medidas se deben tomar si se observa a un trabajador que no está siguiendo los procedimientos de LOTO correctamente?

- a) Informar al trabajador sobre su error y recordarle los procedimientos correctos.
- b) Detener el trabajo y suspender al trabajador hasta que se haya completado una investigación.
- c) Permitir al trabajador continuar trabajando bajo su propia responsabilidad.
- d) Reportar la situación al supervisor inmediato ya la gerencia de seguridad industrial.

8. ¿Con qué frecuencia se deben realizar capacitaciones sobre los procedimientos



de LOTO para el personal de mantenimiento eléctrico?

a) Anualmente b) Semestralmente c) Trimestralmente d) Según sea necesario, en función de los cambios en los procedimientos o los riesgos identificados.

9. ¿Dónde puede encontrar información adicional sobre los procedimientos de LOTO y la seguridad industrial en general?

- a) En el manual de seguridad industrial de la empresa.
- b) En la cartelería y señales de seguridad ubicadas en las áreas de trabajo.
- c) En la intranet de la empresa o en el portal web de seguridad industrial.
- d) Preguntando a su supervisor o al personal de seguridad industrial.

10. ¿Considera que los procedimientos de LOTO son efectivos para prevenir accidentes durante las operaciones de mantenimiento eléctrico?

- a) SI , Totalmente efectivo
- b) NO,

Anexo 9

Propuesta

**PROPUESTA DEL PROGRAMA MEJORAMIENTO CONTINUO DE
SEGURIDAD INDUSTRIAL A LOS PROCESOS OPERATIVOS DE
MANTENIMIENTO EN LA SUBESTACIÓN E**

1. DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CONTINUA

La capacitación constante del personal es esencial para garantizar que los trabajadores comprendan y apliquen los procedimientos LOTO de manera correcta y segura. La formación debe ser un proceso continuo que no se limite a un entrenamiento inicial, sino que se refuerce periódicamente para mantener la seguridad en el más alto nivel.

Capacitación teórica y práctica: Es importante que el personal reciba formación en las normativas y procedimientos aplicables, pero también debe enfrentarse a situaciones prácticas, simulaciones y ejercicios que les permitan aplicar estos conocimientos en condiciones controladas. Las capacitaciones deben cubrir:

Identificación de todas las fuentes de energía peligrosa (eléctrica, mecánica, neumática, etc.) presentes en la subestación.

Procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO) para asegurar que los equipos queden completamente desenergizados antes de cualquier intervención.

Verificación de la correcta desenergización mediante pruebas manuales y automáticas.

Reentrenamiento periódico: Se recomienda establecer un programa de reentrenamiento semestral, donde el personal pueda actualizar sus conocimientos y habilidades. Cada reentrenamiento debe incluir simulaciones de escenarios reales, donde el personal aplique el procedimiento LOTO en situaciones prácticas, asegurando que están preparados para actuar en casos de emergencia o fallos del sistema.

2. IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y SIMULACROS

La investigación reveló que la Subestación E carece de un plan de emergencia adecuado en caso de fallos en la aplicación del procedimiento LOTO o liberación accidental de energía. Un programa de mejoramiento continuo debe incluir el diseño de protocolos de emergencia estructurados que sean conocidos por todos los empleados de la subestación.

Desarrollo de planes de emergencia específicos: Se deben elaborar protocolos para actuar en situaciones de riesgo eléctrico, como fallos en el bloqueo de energía, accidentes por electrocución o problemas con la liberación de energía residual. Estos planes deben ser claros y asignar responsabilidades específicas a cada trabajador.

Simulacros periódicos: Realizar simulacros trimestrales de emergencia permitirá que el personal se familiarice con los pasos a seguir en caso de accidentes. Los simulacros deben incluir la participación de todo el personal operativo y administrativo, asegurando que cada uno conozca su rol en la gestión de emergencias. Estos ejercicios ayudan a identificar debilidades en los procedimientos y ofrecen oportunidades para mejorar las respuestas.

3. AUDITORÍAS Y VERIFICACIÓN CONTINUA DE PROCEDIMIENTOS LOTO

La seguridad industrial en operaciones de mantenimiento eléctrico no se puede garantizar sin una verificación constante del cumplimiento de los procedimientos. Las auditorías y el monitoreo continuo son esenciales para identificar áreas de mejora y garantizar la correcta aplicación de los procedimientos LOTO.

Auditorías periódicas: Se recomienda implementar un sistema de auditorías trimestrales internas y externas que revisen:

La correcta aplicación de los procedimientos LOTO en cada tarea de mantenimiento.

La disponibilidad y el estado de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.

La ejecución de los procedimientos de verificación de desenergización antes de las intervenciones.

Sistemas de monitoreo automático: La instalación de sensores de monitoreo continuo que verifiquen el estado de las energías en las fases eléctricas permitirá una supervisión en tiempo real de las condiciones del sistema. Estos sensores podrán detectar sobrecargas o fallos en la desenergización y enviar alertas automáticas a los supervisores para evitar que ocurran accidentes.

4. ACTUALIZACIÓN DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO

Los dispositivos de bloqueo y etiquetado (candados, tarjetas) son una parte crucial del sistema LOTO, y su correcta utilización es clave para evitar la energización accidental de equipos durante el mantenimiento. Un programa de mejoramiento continuo debe garantizar la actualización constante de estos dispositivos, así como su disponibilidad para todo el personal.

Mantenimiento y gestión de inventario: Se debe implementar un sistema de control de inventarios que garantice la disponibilidad de los dispositivos LOTO. Cada trabajador debe tener acceso a los equipos de bloqueo y etiquetado necesarios antes de comenzar cualquier operación de mantenimiento.

Inspecciones periódicas de los dispositivos LOTO: Las inspecciones mensuales de los equipos de bloqueo y etiquetado deben ser parte integral del programa de seguridad. Estos controles permitirán identificar dispositivos defectuosos o en mal estado y realizar su reposición de manera oportuna.

5. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO Y RETROALIMENTACIÓN DEL PERSONAL

Un programa de mejoramiento continuo también debe incluir evaluaciones periódicas del desempeño del personal en la aplicación de los procedimientos de seguridad. Estas evaluaciones deben medir el nivel de cumplimiento en la ejecución de las tareas y la capacidad del personal para seguir los procedimientos de LOTO en situaciones reales.

Evaluaciones anuales del personal: Se debe evaluar el conocimiento teórico y práctico de los trabajadores, así como su habilidad para implementar el procedimiento LOTO correctamente. Además, las evaluaciones deben incluir simulaciones de fallos en los sistemas de bloqueo y etiquetado, para evaluar la capacidad del personal para manejar situaciones inesperadas.

Retroalimentación constante: La retroalimentación debe ser parte del programa de mejora continua. Los trabajadores deben tener la oportunidad de compartir sus experiencias y sugerencias sobre posibles mejoras en los procedimientos de seguridad. Esto permitirá crear un ambiente de aprendizaje colectivo y mejora continua.

6. FOMENTO DE LA CULTURA DE SEGURIDAD LABORAL

Finalmente, un programa de mejoramiento continuo debe ir más allá de la simple aplicación de procedimientos. Es necesario fomentar una cultura de seguridad en la subestación, donde cada trabajador se sienta responsable de seguir los procedimientos y reportar cualquier anomalía o situación insegura. Para crear esta cultura, es fundamental que tanto el personal operativo como los supervisores estén comprometidos con la seguridad.

Charlas de seguridad periódicas: Se recomienda la realización de charlas mensuales de seguridad, donde se discutan temas relacionados con la seguridad eléctrica, la importancia del procedimiento LOTO y las lecciones aprendidas de incidentes recientes. Estas charlas ayudarán a mantener una mentalidad proactiva hacia la seguridad y a reforzar las mejores prácticas.

Reconocimiento a la seguridad: Un componente importante de la cultura de seguridad es el reconocimiento de buenas prácticas. Recompensar a los empleados que demuestren un alto nivel de compromiso con la seguridad puede motivar al resto del equipo a seguir su ejemplo.

**Protocolo de Emergencia para Fortalecer el Programa de Mejoramiento
Continuo de Seguridad Industrial en los Procesos Operativos de
Mantenimiento de la Subestación E de Refinería Esmeraldas**

1. Introducción

El presente protocolo de emergencia ha sido diseñado para fortalecer el programa de mejoramiento continuo de seguridad industrial en los procesos operativos de mantenimiento eléctrico de la Subestación E de Refinería Esmeraldas, de acuerdo con los procedimientos de bloqueo y etiquetado LOTO (Lockout/Tagout). Este protocolo tiene como objetivo garantizar la seguridad de los trabajadores en caso de incidentes o accidentes relacionados con la liberación accidental de energía, fallos en el sistema de bloqueo y etiquetado, o cualquier otro riesgo derivado de las operaciones de mantenimiento.

2. Objetivos del Protocolo

Garantizar la seguridad de los trabajadores mediante acciones rápidas y eficaces en situaciones de emergencia.

Prevenir accidentes graves relacionados con la energización accidental de equipos durante el mantenimiento.

Establecer responsabilidades claras para el personal en caso de una emergencia.

Minimizar los daños a los equipos y a la infraestructura de la subestación mediante una respuesta oportuna y organizada.

Reforzar la aplicación correcta de los procedimientos LOTO en situaciones de emergencia.

3. Alcance

Este protocolo aplica a todos los trabajadores, supervisores y personal de mantenimiento que realicen actividades en la Subestación E de Refinería

Esmeraldas, especialmente en las tareas relacionadas con la manipulación de energía eléctrica y el uso de los procedimientos de bloqueo y etiquetado LOTO.

4. Definiciones

LOTO (Lockout/Tagout): Procedimiento de seguridad que garantiza la desenergización completa de equipos o sistemas antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, a través del uso de dispositivos de bloqueo y etiquetas de advertencia.

Energización accidental: Evento donde un equipo o sistema se energiza inesperadamente, poniendo en riesgo la seguridad del personal.

Zona de peligro: Área dentro de la subestación donde existe riesgo de exposición a energía peligrosa, como electricidad, mecánica, neumática, o hidráulica.

5. Responsabilidades

Supervisor de Seguridad: Responsable de activar el protocolo de emergencia, coordinar la evacuación o mitigación de riesgos, y asegurar la correcta aplicación de los procedimientos de seguridad.

Personal Operativo: Obligado a reportar cualquier situación de emergencia inmediatamente, aplicar los procedimientos de bloqueo y etiquetado, y seguir las indicaciones del supervisor de seguridad.

Equipo de Respuesta de Emergencia: Grupo designado para responder a incidentes específicos, como la desenergización de emergencia, primeros auxilios y comunicación con equipos de apoyo externo.

6. Procedimientos de Actuación en Emergencias

6.1. Identificación de una Emergencia

Se considera emergencia cualquier situación donde ocurra una de las siguientes:

Fallo en los procedimientos LOTO, donde el equipo no ha sido correctamente bloqueado o etiquetado, permitiendo la energización accidental de una parte del sistema.

Liberación inesperada de energía (eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática) durante el mantenimiento.

Accidente por electrocución o contacto con sistemas energizados.

Fallo del sistema de bloqueo y etiquetado que resulte en la incapacidad de garantizar la seguridad del personal.

6.2. Activación del Protocolo de Emergencia

Detección del incidente: Cualquier trabajador que detecte una situación de emergencia debe detener inmediatamente todas las operaciones en curso y notificar al supervisor de seguridad.

Aislamiento del área: Se debe aislar la zona de peligro para evitar que otros trabajadores se expongan a riesgos adicionales. No se debe permitir el acceso a personal no autorizado.

Confirmación del estado de desenergización: El supervisor de seguridad debe coordinar con el equipo de respuesta para verificar si el sistema ha sido energizado accidentalmente. Si es necesario, aplicar los dispositivos LOTO adicionales para garantizar la desenergización completa del sistema.

6.3. Protocolo de Evacuación

En caso de que el incidente ponga en peligro la integridad física de los trabajadores, se activará un protocolo de evacuación:

Alarma de evacuación: Activar la alarma para que todo el personal proceda a evacuar de manera organizada.

Rutas de evacuación: Seguir las rutas de evacuación previamente establecidas, que deben estar debidamente señalizadas en todas las áreas de la subestación.

Punto de reunión: Todo el personal debe reunirse en el punto de encuentro designado fuera de la zona de peligro.

Control de personal: El supervisor de seguridad debe realizar un control de personal para asegurarse de que todos los trabajadores han evacuado la zona.

6.4. Acciones en Caso de Electrocuación o Lesiones

Aislamiento de la víctima: Si un trabajador ha sufrido una descarga eléctrica, lo primero es desconectar la fuente de energía (siguiendo el procedimiento LOTO) antes de intentar cualquier intervención.

Atención de primeros auxilios: El equipo de primeros auxilios debe atender a la víctima y proceder con la reanimación cardiopulmonar (RCP) si es necesario, mientras se espera la llegada de los servicios de emergencia.

Llamado a servicios de emergencia: Contactar inmediatamente a los servicios médicos y bomberos para una respuesta más especializada.

6.5. Comunicación en Situaciones de Emergencia

Notificación interna: Inmediatamente después de la activación del protocolo de emergencia, el supervisor de seguridad debe notificar al equipo de respuesta de emergencias de la refinería.

Notificación a autoridades externas: Si la emergencia implica daños significativos o múltiples heridos, se deberá notificar a las autoridades locales y a la dirección de la refinería para coordinar acciones.

Reporte del incidente: Después de la resolución de la emergencia, se debe realizar un informe detallado que documente las causas del incidente, las acciones tomadas y las medidas correctivas propuestas.

7. Revisión y Actualización del Protocolo

Este protocolo de emergencia debe ser revisado anualmente como parte del programa de mejoramiento continuo y ajustado conforme a los resultados de

auditorías de seguridad, incidentes reportados y cambios en las operaciones de mantenimiento. Además, cada tres meses se realizarán simulacros de emergencia para evaluar la efectividad de este protocolo y la preparación del personal ante situaciones de riesgo.

8. Medidas de Mejoramiento Continuo

Capacitación periódica: Todo el personal operativo debe recibir capacitación sobre la correcta aplicación del protocolo de emergencia y los procedimientos LOTO. Estas capacitaciones deben incluir simulacros de situaciones críticas.

Auditorías de emergencia: Se deben realizar auditorías trimestrales para evaluar la capacidad de respuesta del personal ante una emergencia y asegurar que los procedimientos de seguridad estén actualizados y sean efectivos.

Revisión de dispositivos LOTO: Se debe garantizar la inspección periódica de los equipos de bloqueo y etiquetado para asegurar su correcto funcionamiento en caso de emergencia.