

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“SISTEMA ELÉCTRICO DE ALIMENTACIÓN
PRINCIPAL DE UN PUENTE GRÚA Y SU IMPACTO
EN LA SEGURIDAD EN EL ÁREA DE LIXIVIACIÓN
EN LA REFINERÍA DE ZINC CAJAMARQUILLA”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Javier Saturnino Garcia Gonzales

Asesor:

Dra. Ing. Ena Mirella Cacho Chávez

<http://orcid.org/0000-0003-1717-3568>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Erick Humberto Rabanal Chavez
Presidente(a)	Nombre y Apellidos

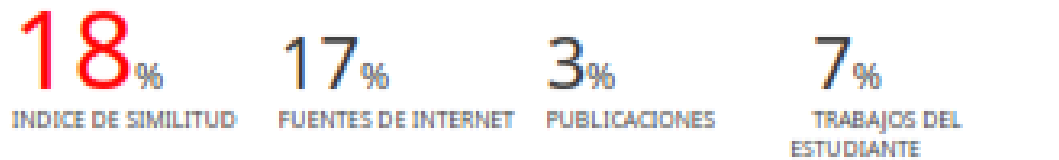
Jurado 2	Wilberto Effio Quezada
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Ena Mirella Cacho Chavez
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

4.Formato para tesis - Javier Saturnino Garcia Gonzales

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.espoche.edu.ec Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
7	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A mis hijos Sergio Javier y Gabriel Adrián, quien son mi mayor motivación para nunca rendirme y ser un ejemplo para ellos.

A mi esposa Pamela Gonzales, quien siempre está a mi lado apoyándome a cumplir con mis estudios y mis metas.

A mi madre Marcelina Gonzales, y a mi padre Saturnino Garcia y a mis suegros Grimaneza Espinoza, y Pedro Gonzales que siempre me están apoyando.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme acompañado y conducir mi camino a lo largo de mi carrera, y permitirme
terminar con mi objetivo.

A mis padres Saturnino y Marcelina, quienes son mi mayor motivación, por los valores que
han impartido, que me ha ayudado a definir mi camino.

A mi esposa Pamela y a mis hijos Sergio y Gabriel por el acompañamiento incondicional en mi
vida, qué con su amor incondicional, paciencia y soporte me ayudaron a alcanzar mis
objetivos.

A mi Universidad, la Universidad Privada del Norte (UPN), y a todos los que me ayudaron en
el camino - directa o indirectamente - para avanzar en mi desarrollo profesional.

Gracias a la Dra. Ena Mirella, mi asesora, por toda su ayuda y apoyo para hacer realidad mi
tesis y conseguir el objetivo que me había propuesto de obtener un título. Agradezco el tiempo
que se tomó para responder a cualquier pregunta y la precisión y claridad con la que impartió
cada tema.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	30
1.3. Objetivos.....	30
1.4. Justificación.....	31
1.5. Hipótesis.....	31
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	65
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Puntos de Inspección</i>	28
Tabla 2 <i>Matriz Operacional</i>	35
Tabla 3 <i>Estadística de Fiabilidad</i>	38
Tabla 4 <i>Tabla de Validación</i>	38
Tabla 5 <i>Tabla de Leyenda</i>	39
Tabla 6 <i>Lista de Equipos de izaje</i>	43
Tabla 7 <i>Kit de Cable Extensible para Festón</i>	49
Tabla 8 <i>Cotización Suministro C-Track</i>	60
Tabla 9 <i>Cotización Instalación C-Track</i>	60
Tabla 10 <i>Cotización de Suministro del Sistema Extensible</i>	61
Tabla 11 <i>Cotización Instalación Sistema Extensible</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Sistema de Barras Conductoras</i>	17
Figura 2	<i>Sistema C - Track</i>	18
Figura 3	<i>Sistema de Carros de Traslación para Rieles Cuadradas</i>	18
Figura 4	<i>Sistema de Cable Extensible</i>	19
Figura 5	<i>Grúa Puente Monorriel</i>	25
Figura 6	<i>Grúa Puente Birriel</i>	26
Figura 7	<i>Grúa Puente Suspendido</i>	26
Figura 8	<i>Grúa Puente de Lixiviación</i>	42
Figura 9	<i>Tipos de Sistemas Eléctricos</i>	45
Figura 10	<i>Sistema de Barras de la Grúa de Lixiviación</i>	46
Figura 11	<i>Sistema Eléctrico C- Track</i>	47
Figura 12	<i>Kit de Cable Extensible</i>	48
Figura 13	<i>Sistema Eléctrico de barras</i>	50
Figura 14	<i>Soporte de Riel</i>	51
Figura 15	<i>Barras Eléctricas</i>	51
Figura 16	<i>Colectores</i>	52
Figura 17	<i>Área de la Grúa de Lixiviación</i>	52
Figura 18	<i>Orden de Trabajo preventivo</i>	53
Figura 19	<i>Orden de Trabajo Correctivo</i>	54
Figura 20	<i>Registro de fallas</i>	54
Figura 21	<i>Registro de horas de Emergencia</i>	55
Figura 22	<i>Capacitaciones</i>	55
Figura 23	<i>Capacitaciones de seguridad</i>	56
Figura 24	<i>Normas de Seguridad</i>	57

Figura 25	<i>Exámenes médicos</i>	57
Figura 26	<i>Accidente de Trabajo</i>	58
Figura 27	<i>Curso de Operador</i>	58
Figura 28	<i>Cronograma de Actividades</i>	59
Figura 29	<i>Componentes de Sistema C - Track</i>	61
Figura 30	<i>Sistema Extensible</i>	62
Figura 31	<i>Sistema de cable Extensible</i>	63
Figura 32	<i>Diseño del Sistema Eléctrico Extensible Vista Planta</i>	64
Figura 33	<i>Diseño Sistema Eléctrico Extensible Vista Lateral</i>	64

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es implementar el sistema eléctrico de la fuente de energía primaria del puente grúa, situado en la zona de lixiviación de la refinería de Cajamarquilla, Para mejorar la disponibilidad y la seguridad en el uso del puente grúa. Para ello se inició con la recopilación de información de la condición actual del puente grúa. Se identificó que la falla recurrente se presentaba en el sistema eléctrico de alimentación. Para determinar las áreas susceptibles de mejora, se llevó a cabo una evaluación del estado actual de los equipos, para luego realizar la planificación y evaluar qué tipo de sistema podría reemplazar al existente ya que actualmente el sistema que cuenta actualmente presenta deficiencia generando que el equipo quede inoperativo retrasando los trabajos programados con la grúa. A su vez la condición actual del equipo no garantiza las condiciones seguras de trabajo, exponiendo a los colaboradores que usan el equipo. Los distintos sistemas eléctricos que se encuentran para puente grúas se identificó 2 sistemas que podrían reemplazar a la existente: Sistema C-Track y el Sistema Extensible. Finalmente se logró evaluar económicamente los 2 sistemas tanto en costo y tiempos de instalación.

PALABRAS CLAVES: Sistema festón; carros porta cables; sistema eléctrico, Sistema Extensible, Sistema C-Track.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las actividades con grúas tiene como función principal el levantamiento de carga y descenso de material. Para tal efecto, todo operador debe considerar algunos conceptos y normas para realizar su labor cotidiana respetando las medidas de seguridad. (Minera, 2017)

A nivel Internacional, desde 1997, se han producido 818 muertes de trabajadores atribuidas a incidentes con grúas. Esto supone una media de 42 muertes al año. En lo que respecta a todas las muertes relacionadas con grúas en Estados Unidos, Texas encabeza la lista. El noventa por ciento de los accidentes de grúa están directamente relacionados con errores humanos, según otra estadística de la encuesta. El error humano es la principal causa de los fallos mecánicos, que representan alrededor del 80% de estos percances. La negligencia puede aplicarse a estos dos porcentajes. operador no está prestando atención a las tareas que tiene entre manos, puede realizar acciones imprevistas que deriven en responsabilidad por parte de la empresa de construcción que realiza el trabajo. La Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHA) ha puesto en marcha una serie de estrictas restricciones para reducir la frecuencia de los accidentes de grúa como consecuencia de estas elevadas cifras. Las normas de la OSHA obligan a aumentar la instrucción sobre el uso seguro de las grúas en las obras. Antes de que pueda iniciarse cualquier obra, estas normas obligarán a todas las partes a cumplir los criterios especificados.(Boyd, 2017).

A nivel Nacional, El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo de Perú publicó datos estadísticos en 2020 que mostraban que se habían registrado 1508 accidentes laborales relacionados con la electricidad, es decir, el 4,6% de todos los accidentes laborales registrados en el país. De estos sucesos, 14 fueron fatales y 1221 resultaron lesionados.

Además, Osinergmin, organismo técnico especializado encargado de la regulación y supervisión de la electricidad en Perú, tiene un función clave en la seguridad eléctrica en el sitio de trabajo.(SGSCorp, 2023).

Osinergmin evaluó un caso de accidente de puente grúa ocurrido en 2013 en la empresa minera Chinalco Perú como consecuencia de una manipulación inadecuada de materiales. La evaluación incluyó información sobre las condiciones previas y posteriores al accidente, las causas primarias e inmediatas y las acciones preventivas y correctivas necesarias para reducir los índices registrados hasta el momento.(Minera, 2018).

La Refinería de Zinc de Cajamarquilla se encuentra ubicado en distrito Lurigancho-Chosica. Y entre los equipos que se encuentra en la refinería se cuenta con los Puentes Grúas que participan directa en indirectamente en el proceso de producción de zinc.

La investigación que se va a realizar es con respecto al Sistema Eléctrico de alimentación de un Puente Grúa y como este puede impactar en la seguridad, de los activos de la Refinería.

Si no se cuenta con un adecuado sistema eléctrico, puede generar, incidentes o accidentes con el equipo: exposición a cargas suspendidas, deslizamiento de carga, accidentes eléctricos, poniendo en riesgo a los colaboradores de la unidad. Ya que actualmente existe diversos tipos de sistema eléctricos para puentes grúas, va a depender de las características del área donde se encuentran ubicados los equipos de izaje.

Antecedentes Internacionales

(Díaz 2020) en su tesis titulada “Optimización del plan de mantenimiento e inventario de repuestos del área eléctrica de la central hidroeléctrica Alazán, basado en el análisis de criticidad y mantenimiento centrado en confiabilidad” por la Universidad del Uzuay , Cuenca-Ecuador, para optar el grado de maestro en Gestión de Mantenimiento, tuvo como objetivo, aplicar la metodología de mantenimiento RCM; y mejorar la gestión de repuestos de equipos críticos con

la aplicación de la metodología de Repuestos Centrados en Confiabilidad RCS. La metodología de estudio que utilizó se enfoca en el levantamiento de información en el lugar de trabajo, registros de operación y mantenimiento de los años 2016 al 2019, y parámetros técnicos de los equipos instalados. De los resultados que obtuvo en el Análisis de criticidad se destaca que existen 7 sistemas eléctricos categorizados como “CRÍTICOS”, a los cuales se aplicó RCM. Para los sistemas que se encuentran dentro de la categoría de “IMPORTANTE” y “NORMAL” se aplicarán las técnicas de mantenimiento tradicionales.

Esta investigación es interesante, porque la metodología que utilizó se enfocó, en la recopilación de información en el lugar de trabajo, historiales de operaciones y mantenimiento. por tal motivo, será de mucha ayuda en el proceso de mi investigación.

(Álvarez & Barahona 2020) en su tesis titulada “Restauración de las condiciones de funcionamiento óptimo del puente grúa del taller de fundición de la Facultad de Mecánica de la Epoch mediante técnicas de mantenimiento mejorativo” por la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, para optar el grado de Ingeniero de Mantenimiento, tuvo como objetivo restaurar las condiciones de funcionamiento óptimo del puente grúa del Taller de Fundición de la Facultad de Mecánica mediante técnicas de mantenimiento mejorativo. La metodología que empleo, tiene una perspectiva lineal secuencial, la cual inicio con una inspección técnica para la identificación de fallas y modos de fallas, siguió con la intervención técnica propia en el puente grúa, destinado a la restauración total de los parámetros de funcionamiento del mismo, cabe destacar que en la intervención se ejecutó el rediseño e implementación de nuevos circuitos eléctricos para los motores, en el sistema mecánico se ejecutó el mecanizado de algunos elementos mecánicos, que la estructura del puente grúa necesita para mantenerse operativo; se verificó la operatividad óptimo del puente grúa mediante pruebas de los movimientos longitudinal, transversal y vertical del activo, con la ayuda de los

sentidos propios del ser humano y de equipos de diagnóstico técnico que indicaron que los parámetros de funcionamiento del puente grúa son los establecidos en su diseño. Concluyó que las técnicas de mantenimiento mejorativo desarrolladas en el puente grúa fueron las adecuadas para la restauración de los parámetros de funcionamiento del mismo. Se recomendó realizar la práctica total del plan de mantenimiento autónomo diseñado, con el fin de garantizar la conservación de los parámetros de funcionamiento del puente grúa como también la seguridad operacional del mismo.

Esta investigación es sumamente interesante, porque basa su objetivo es restablecer las condiciones de funcionamiento del puente grúa, por tal motivo, será de mucha ayuda en el proceso de mi investigación.

(Ulloa, 2019) en su tesis titulada “Propuesta para la implementación de un plan de seguridad industrial para mejorar el proceso operativo en las grúas aéreas Danieli 103 y 107 del área de fundición en la empresa Andec s.a” por la Universidad del Guayaquil , Guayaquil-Ecuador, para optar el grado de Ingeniero Industrial, tuvo como objetivo mejorar el proceso operacional para reducir los riesgos en las grúas aéreas del área de Fundición de la empresa ANDEC S.A, utilizando las herramientas adecuadas de Seguridad Industrial. Puso en práctica la metodología matemática de William Fine para detectar los factores de riesgos asociados a la actividad laboral y crear medidas de control para reducir el impacto o daño, obtuvo como actividad peligrosa el levantamiento y traslado de cucharas con acero, la misma que presenta factores de exposición de tipo físico, mecánico y químico. Concluye analizando los factores de riesgos dentro del área de fundición de la empresa ANDEC S.A. utilizando la herramienta conocida como matriz de riesgos, y la aplicación del método de William Fine. Se realizó la propuesta de capacitaciones a todos los 48 trabajadores del área de fundición Bajo el nombre de Riesgos Mecánicos y Químicos y sus diferentes factores.

Esta investigación es interesante, porque tiene como objetivo mejorar y reducir los riesgos en las grúas que es una de las variables que he considerado para mi proceso de mi investigación.

Antecedentes Nacionales

(Gonzalez & Serin, 2023) en su tesis titulada “Mejora del plan de seguridad para reducir los accidentes laborales en la empresa Grúas VP- 2023” por la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo - Peru, para optar el grado de Ingeniero Industrial, tuvo como objetivo llevar a cabo la mejora del plan de seguridad para reducir los accidentes laborales en la empresa Grúas VP- 2023. Su diseño de investigación es pre experimental de nivel explicativo con tipo aplicada de enfoque cuantitativo. Concluyó con la aplicación de la mejora del plan de seguridad, con una mejora de 80.00% en la reducción de accidentes

Esta investigación es sumamente interesante, ya que logró reducir los accidentes, y es lo que pretendo en mi investigación, por tal motivo, será de mucha ayuda en el proceso de mi investigación.

(Luna 2023) en su tesis titulada “Reformulación del sistema eléctrico en campamento base Wandary Quincemil, Quispicanchi Cusco” por la Universidad Nacional San Antonio de Abad, Cusco-Perú, para optar el grado de Ingeniero Electricista, tuvo como objetivo solucionar un determinado problema o planteamiento específico, centrándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. La metodología que utilizo es la TEORÍA DE CAMBIO. Que viene a ser el ejercicio de aprendizaje colaborativo y multiactor que permite entender las realidades complejas de un sistema, en el ejercicio continuo de reflexión y análisis sobre el cambio y la percepción de la realidad, Identificando las mejores estrategias para lograr los resultados esperados. Concluyó en presentar una propuesta de reformulación e implementación del sistema eléctrico, logrando

reducir considerablemente los gastos de generación de energía eléctrica y cumpliendo con entregar, seguridad, estabilidad y continuidad en el sistema eléctrico del campamento base Wandary.

Esta investigación es interesante, ya que en propuesta plantea la reformulación e implementación del sistema eléctrico, el cual es una de mis variables, por tal motivo, será de mucha ayuda en el proceso de mi investigación.

(Neyra 2020) publico en su revista científica “Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo” por la revista Industrial Data de la Universidad San Marcos, Lima - Perú, tuvo como objetivo vincular las condiciones de trabajo con los riesgos eléctricos; además, se busca ampliar el conocimiento en cuanto a la exposición de riesgos con energía eléctrica, para prevenir accidentes. La metodología que empleo es la cuantitativa, debido que se realizaron mediciones numéricas y reportes de lo sucedido. Las principales técnicas que utilizo es la entrevista, la observación y el análisis de datos o investigación documental. Concluyó luego de realizar su análisis sobre riesgos eléctricos, que el arco eléctrico es la liberación sin control de energía en dos etapas (relámpago y ráfaga). Y el choque eléctrico es el paso de corriente a través del cuerpo; ambos son consecuencias bajo una condición subestándar y generan consecuencias mortales. Esta investigación es interesante, ya que relaciona las condiciones de trabajo con los riesgos eléctricos, el cual va ser de gran aporte para mi investigación.

✓ **Sistema Eléctrico:**

Se denomina sistema eléctrico a un conjunto de dispositivos interconectados que producen o transmiten señales eléctricas. En general, dentro de un sistema eléctrico se incluyen elementos tales como inductores, resistencias, condensadores o incluso fuentes. En definitiva, se puede decir que se trata de la unión de todos los elementos para poder un fin o un objetivo, que en este caso es la emisión de señales a nivel de electricidad o de electrónica. (Rivas, 2021).

❖ Características de un sistema eléctrico:

Existen ciertas características que un sistema eléctrico debe tener para ser considerado como tal, además de algunos detalles adicionales.

- Primeramente, se debe tener en cuenta que este tipo de sistema debe tener una fuente de alimentación, conductores y un receptor que transporta la electricidad en luz.
- Además, es notable pensar, lo indispensable de la corriente para que funcione.
- También se deben incluir los dispositivos que permiten cerrar o abrir circuitos. Se les llama interruptores.

Tipos de Línea de Electrificación para Grúas:

- **Sistema de Barras Conductoras:** La barras conductoras es un método seguro, compacto y económico para suministrar energía eléctrica a equipos de izaje.(Conductix, 2023c).

Figura 1

Sistema de Barras Conductoras



Nota. La figura representa el Sistema de barras conductoras usado en los puentes grúas. Tomado de (Conductix, 2023c)

- **Sistema Festón:** existe 3 tipos
 - ❖ **Sistema C-Track tipo Festón:** Los sistemas de cables tipo festón son especialmente adecuados para entornos difíciles, como fundiciones, refinerías y operaciones portuarias. Estos sistemas son perfectos para muchos tipos de equipos móviles, como

transportadores de materiales a granel, grúas de pórtico, túneles de lavado, sistemas de tratamiento de aguas, puentes grúa y líneas de galvanización.(Conductix, 2023d).

Figura 2

Sistema C - Track



Nota. La figura representa el Sistema C-Track tipo festón usado en los puentes grúas, que consiste en rieles y carros porta cables. Tomado de **(Conductix, 2023d)**.

❖ **Sistema de Carros de Traslación para Rieles Cuadradas:** Diseñado para aplicaciones rectas o curvas, disponible en acero negro, acero galvanizado y en acero inoxidable (Conductix, 2023a).

Figura 3

Sistema de Carros de Traslación para Rieles Cuadradas

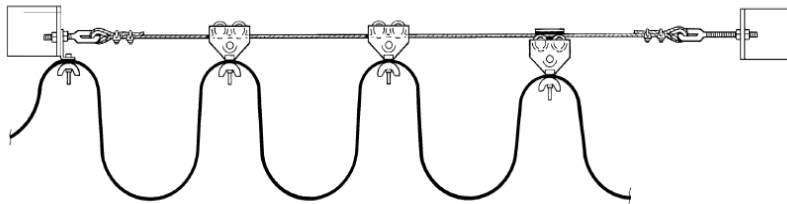


Nota. La figura representa el Sistema de carros de translación para rieles cuadrada, usado en los puentes grúas, que consiste en perfiles cuadrados y carros porta cables. Tomado de **(Conductix, 2023a)**

- ❖ **Sistema de Cable Extensible:** Para aplicaciones ligeras, el sistema de cable extensible es adecuado. En lo que respecta a grúas pequeñas, polipastos móviles y otros equipos, son realmente asequibles y fiables. (Conductix, 2023b).

Figura 4

Sistema de Cable Extensible



Nota. La figura representa el Sistema de Cable Extensible, usado en situaciones donde es difícil instalar rieles C-track. Tomado de (Conductix, 2023b)

✓ **Seguridad Industrial:**

El término "seguridad industrial" se refiere a un conjunto de directrices exigidas por ley y diseñadas para prevenir o disminuir los riesgos potenciales que se encuentran en los entornos industriales, así como los daños provocados por dichas actividades e incluso las enfermedades previas al trabajo. Dado que las herramientas y la maquinaria se encuentran en lugares potencialmente peligrosos, la prevención tiene por objeto reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente, evitando al mismo tiempo daños a personas y bienes. Todas las empresas están obligadas a cumplir las normas de seguridad industrial, siendo el objetivo principal proporcionar seguridad a los trabajadores en el lugar de trabajo.

Las empresas e industrias están obligadas a crear entornos de trabajo que garanticen la seguridad y el bienestar de sus empleados. Para ello, deben establecer una serie de directrices y Procedimientos que reduzcan la probabilidad de que se produzcan un accidente laboral.

Medidas de seguridad industrial indispensable en toda empresa:

- Ofrecer protección personal: Para que los trabajadores realicen su trabajo de forma segura, deben ir equipados con la indumentaria adecuada. El equipo de seguridad, como mascarillas, guantes, gafas de seguridad, arneses y cualquier otro elemento que reduzca la posibilidad de accidentes laborales, debe suministrarse cuando sea necesario.

- Asegúrese de que su espacio de trabajo es seguro. Los empleados pueden resultar gravemente perjudicados por un espacio de trabajo mal construido. Los centros de trabajo deben contar con un plan de emergencia, un sistema de prevención de incendios, salidas de emergencia accesibles, pasillos anchos y despejados sin obstáculos para evitar atascos, salidas debidamente señalizadas, iluminación adecuada y suelos que no sean irregulares ni resbaladizos. La maquinaria también debe estar lo suficientemente separada para que los empleados puedan realizar sus tareas cómodamente.

- Proporcione a los trabajadores la formación que necesitan para realizar su trabajo de forma segura y competente. Los trabajadores también deben ser capaces de utilizar correctamente los aspectos relacionados con la seguridad, por lo que es crucial que reciban suficiente formación en este ámbito.

Las empresas protegen a sus trabajadores, equipos y recursos a la vez que reducen los costes de operación y aumentan los beneficios invirtiendo en seguridad industrial y reduciendo los riesgos laborales, dado que:

- La ausencia de accidentes reduce considerablemente el absentismo.
- Ningún accidente o imprevisto interrumpe la jornada laboral.
- Cuando los trabajadores se sienten más cómodos desempeñando su trabajo, se produce un mejor ambiente laboral, lo que aumenta la competitividad y la productividad.

- Los daños causados a las estructuras y los equipos se traducen en menores costes y evitan el pago de indemnizaciones.

Se consiguen importantes ahorros económicos cumpliendo los requisitos de seguridad industrial y salvaguardando al mismo tiempo la vida y la integridad de los trabajadores.(CETYS, 2020)

SISTEMA DE IZAJE Artículo 371.- El proceso de elevación implica el uso de herramientas como cabrestantes, polipastos eléctricos, neumáticos o hidráulicos, grúas móviles, puentes grúa y polipastos para elevar, bajar, empujar o tirar de un peso. Las partes del proceso de elevación conocidas como componentes accesorios incluyen cadenas, eslingas de fibra, estrobos, ganchos, grilletes, anillas y poleas que se utilizan para fijar la máquina de elevación al peso. A la hora de utilizar equipos y accesorios de elevación, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- a) Todos los aparatos y accesorios de elevación deben construirse, utilizarse y mantenerse de conformidad con las especificaciones técnicas especificadas por los fabricantes. La capacidad máxima de todos los aparatos y accesorios de elevación deberá figurar en un lugar destacado, y deberá colocarse una tabla de ángulos de elevación en un lugar conveniente donde el operario pueda verla.
- b) Utilizar la cuerda guía atada a la carga.
- c) Es fundamental inspeccionar el equipo y las piezas accesorias para asegurarse de que el sistema de elevación funciona correctamente.
- d) Sólo los trabajadores certificados y autorizados pueden utilizar el equipo de elevación, de acuerdo con el supervisor del área de trabajo.
- e) Para mantener unas condiciones de trabajo seguras, los trabajadores formados deben realizar inspecciones periódicas. El propietario de la actividad minera es responsable tanto del

mantenimiento como de las inspecciones, y debe conservar un registro de estas inspecciones en un lugar visible.

f) Todo trabajo que implique movimientos de carga en altura debe señalizarse con barreras o advertencias en los niveles inferiores que indiquen que existe riesgo de caída de objetos. Toda grúa móvil debe tener instalado un sistema de aviso sonoro en caso de que se mueva o gire.

g) Al levantar algo, sólo se deben utilizar gestos normales con las manos. El trabajador encargado de las señales debe coordinar su uso y reconocerlas durante el proceso de ascenso. Una señal de detección de emergencia que pueda ser activada por otro trabajador es la única excepción a la regla.

h) En todos los casos, la carga debe asegurarse con una cuerda o una cuerda guía para evitar que se balancee. El equipo de elevación debe utilizarse para lo que ha sido diseñado. No puede sobrepasar el límite de carga. Las grúas puente deben tener un acceso seguro.

i) En los puentes grúa, las acciones de traslación, elevación y descenso deben indicarse en la superficie inferior del puente de acuerdo con las marcas de la botonera de mando y control. En los equipos de elevación motorizados deben instalarse finales de carrera de seguridad tanto para la acción de traslación como para el soporte de peso máximo. La acción de elevación de todo aparato elevador accionado eléctricamente deberá: i) impedir que el conductor quede aprisionado; y ii) prever todas las protecciones necesarias, como la puesta a tierra

j) Los equipos de elevación y sus componentes deben llevar su hoja de registro y números de identificación pintados o estampados de forma visible. Es imprescindible mantener una higiene impecable y almacenar los equipos accesorios en lugares adecuados para evitar que entren en contacto con el suelo.

k) En los ganchos, deben marcarse tres (3) lugares equidistantes para medir la deformación provocada por su uso; esta deformación nunca puede ser superior al quince por ciento (15%) de

las longitudes originales. Cada gancho debe tener instalado un pasador de seguridad para evitar que la carga se desconecte. Los ganchos de elevación no pueden soldarse, afilarse, calentarse ni remendarse. Tampoco se pueden pintar para buscar grietas.

l) En el segmento de dos metros del cable, es necesario retirar el número de hilos rotos que supere el diez por ciento (10%) del número total de hilos.

m) En lo que respecta a los tambores de enrollado de cable, hay que asegurarse de que al tambor le queden al menos tres (3) vueltas de cable cuando el gancho esté colocado a nivel del suelo. (OSINERGMIN, 2023).

✓ **Puente – Grúa:**

Los componentes de gran tamaño pueden transportarse tanto horizontal como verticalmente con la ayuda de puentes grúa, una forma de maquinaria de elevación utilizada en fábricas y otras industrias para elevar, bajar y mover grandes cargas. Se dice que una grúa es de pórtico si está sostenida firmemente por dos o más patas que se mueven sobre raíles a nivel del suelo.

Un polipasto y un carro se montan o suspenden en una o más vigas principales utilizando dos carros o testers para formar una grúa puente. Además, las vigas de rodadura incorporadas a la construcción del edificio soportan estos testers.

Para alimentar las grúas aéreas se utilizan varios métodos eléctricos, como el sistema de barras colectoras y el sistema de rieles en C con cable plano tipo festón. Se denomina fuente de alimentación primaria cuando se extiende desde la viga principal hasta el cuadro eléctrico especificado y fuente de alimentación secundaria cuando se extiende desde la viga principal hasta el polipasto. Para su accionamiento se utiliza un radio mando o una botonera colgante.

El aparato que permite elevar la carga verticalmente se denomina polipasto o aparejo. El

carro recorre la longitud del puente; es decir, la viga principal se desplaza en sentido horizontal. Los carros extremos, cada uno con un motor eléctrico, son los que permiten que toda la estructura del puente se desplace por el edificio.(Wikipedia, 2022).

Características:

A la hora de determinar el tipo de puente grúa que se va a utilizar, deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- Carga nominal o capacidad
- Longitud de recorrido
- Elevación de izaje.
- Naturaleza del entorno
- Duración del funcionamiento o de los ciclos.(Wikipedia, 2022).

Tipos de Puentes Grúa estandarizados:

Existen varios tipos de puentes grúa, en función de las características, el tamaño del emplazamiento y las necesidades de cada usuario. Las principales herramientas son:

❖ Monorraiel:

La viga principal de un puente grúa monorraíl se construye con un perfil de hierro laminado. Para facilitar el movimiento de grandes cargas, se utiliza principalmente en almacenes e instalaciones industriales de tamaño medio. Su capacidad alcanza los 20 metros y oscila entre 1 y 10 toneladas. El carro de este tipo de grúa puente se apoya en un sistema de raíl único. Dado que puede transportar cargas en ambas direcciones por la vía, el monorraíl se utiliza con frecuencia en entornos industriales, donde puede emplearse para trasladar grandes cargas de forma segura y sencilla.(LUDUS, 2023)

Figura 5*Grúa Puente Monorriel*

Nota. La figura representa la Grúa Puente Monorriel usado en la industria. Tomado de (GH Perú SAC., 2023).

❖ Birriel:

Las dos vigas principales del puente grúa Birriel están construidas con juntas soldadas y un perfil de viga laminada o cajón. Gracias a su diseño birriel, puede trabajar a gran altura.

Gracias a su diseño birriel, se pueden elevar grandes distancias y cargas extremadamente grandes (hasta 250 toneladas). Para las grandes empresas, es una solución flexible y rápida porque permite optimizar el peso de las vigas principales para disminuir la presión sobre ellas. Gracias a esta construcción, se puede aumentar la altura de elevación suspendiendo o apoyando el aparejo por encima de las vigas. Además, se pueden añadir características únicas, entre las que se incluyen las siguientes:

- Plataforma de mantenimiento.
- Aparejo dual con dos capacidades y velocidades, una mayor y otra menor.
- Cabina de operación.
- Variador de velocidad.(Wikipedia, 2022)

Figura 6

Grúa Puente Birriel



Nota. La figura representa la Grúa Puente Birriel usado en la industria. Tomado de (GH Perú SAC., 2023)

❖ **Suspendido**

Se necesita poco espacio para el puente grúa suspendida, que se desplaza sobre un carro monorraíl que puede fijarse al techo o montarse sobre trenes inferiores. Esto permite utilizar toda la anchura de la nave. Hay muy poco espacio entre las paredes laterales y el gancho de carga. (STAHL CraneSystems, 2023)

Figura 7

Grúa Puente Suspendido



Nota. La figura representa la Grúa Puente Suspendida usado en la industria. Tomado de (GH Perú SAC., 2023)

Aplicaciones:

Las grúas industriales se utilizan principalmente en fábricas o galpones industriales, a diferencia de las grúas móviles o de construcción, que sólo pueden funcionar dentro de la estructura industrial o nave en la que están montadas. Las grúas industriales de este tipo se utilizan en el sector siderúrgico para elevar productos acabados como bobinas, tubos y vigas para su transporte y almacenamiento. Para facilitar la fabricación de artículos de gran volumen y peso, como vigas y postes, en la industria cementera. Las grúas industriales se utilizan en las industrias de maquinaria pesada y automoción para el transporte de materias primas y, ocasionalmente, el montaje de piezas de gran tamaño para vehículos de carretera (camiones, cargadoras, buldócer, motoniveladoras y otros vehículos). Las grúas industriales se utilizan en casi todas las fábricas de papel para realizar el mantenimiento rutinario, que incluye la retirada de rodillos, bobinas y otra maquinaria pesada.

Estándares:

- ASME B30.2: "Overhead and Gantry Cranes (Top Running Bridge, Single or Multiple Girder, Top Running Trolley Hoist)"
- ASME B30.17: "Overhead and Gantry Cranes (Top Running Bridge, Single Girder, Underhung Hoist)"
- ASME B30.16: "Overhead Hoists (Underhung)"
- ASME B30.11: "Monorails and Underhung Cranes"
- BS 466: "Specification for Power driven overhead travelling cranes, semi-goliath and goliath cranes for general use" (1984)
- ISO 4301-5: "Cranes; classification; part 5: overhead travelling and portal bridge cranes" (1991)

- ISO 8686-5: "Cranes; design principles for loads and load combinations; part 5: overhead travelling and portal bridge cranes" (1992) (Wikipedia, 2022)

Puntos de inspección de la grúa

Al examinar el polipasto, deben seguirse principalmente las normas de inspección específicas del polipasto. En la siguiente tabla se enumeran algunos puntos y técnicas generales de inspección de grúas que deben llevarse a cabo antes de utilizar el equipo. Los profesionales cualificados suelen realizar inspecciones periódicas cada doce meses, aunque deben llevarse a cabo inspecciones más frecuentes si la instalación industrial se utiliza a menudo para elevar cargas o en entornos difíciles.

Si las técnicas alternativas no dan un resultado satisfactorio, los procedimientos en los puntos de inspección se vuelven imperativos. Hay que examinar cualquier anomalía o defecto del equipo y realizar las reparaciones necesarias de acuerdo con el manual del aparato.(R&M, 2018). Como podemos apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1

Puntos de Inspección

Estructura/ componente	Puntos de inspección	Método de Inspección		
		Visual	Auditivo	Pruebas manual / medición
Polipasto				

	Consulte las especificaciones concretas para los componentes específicos del polipasto en el Manual del usuario.			
Maquinaria móvil del puente	Fijación de las unidades de maquina móvil	X		
	Funcionamiento de los motores	X	X	X
	Funcionamiento de los frenos	X	X	X
	Funcionamiento de engranajes	X	X	X
	Nivel de lubricantes en caja de engranajes			X
	Estado de los rodillos de translación	X		
	Funcionamiento de los interruptores de final de carrera	X		X
Maquinaria móvil del carro	Fijación de las unidades de maquina móvil	X		
	Funcionamiento de los motores	X	X	X
	Funcionamiento de los frenos	X	X	X
	Funcionamiento de engranajes	X	X	X
	Nivel de lubricantes en caja de engranajes			X
	Estado de los rodillos de translación	X		
	Funcionamiento de los interruptores de final de carrera	X		X
Alimentación eléctrica del carro	Estado de los cables	X		
	Estado de los cables del carro	X		X
	Estado y limpieza de rieles del cableado	X		
	Limpieza del equipo y dispositivos	X		
	Estado de los cables de los cubículos eléctricos	X		X
	Estado de las abrazaderas de los cables	X		X
	Funcionamiento de relés temporizados	X	X	
Cubículos eléctricos	Funcionamiento de los contactores	X	X	X
	Ajuste de los protectores de sobrecorriente	X		X
	Estado de los fusibles	X		
	Limpieza de los reóstatos de arranque	X		
	Sujeción de los cables de los reóstatos de arranque	X		
	Funcionamiento y estado de interruptor principal	X		X
	Limpieza y eliminación de sustancias extrañas	X		
Estructura de acero	Estado de los carriles conductores	X		
	Estado de los topes	X		
	Estado y fijación de las barandillas	X		
	Estado de la plataforma de la grúa	X		
Plataforma de la grúa	Estado de la toma de tierra	X		X
	Estado del equipo de alimentación eléctrica de la grúa	X		

Nota. La Tabla representa los Puntos de inspección que recomienda el fabricante, de la marca R&M. Tomado de (R&M, 2018).

1.2. Formulación del problema

❖ Problema General:

- ¿Cómo implementar el sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla?

❖ Problema Específicos:

- ¿Cómo realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos que influyen en su operatividad?
- ¿Cómo planificar los recursos para elaborar el nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinería de zinc- Cajamarquilla?
- ¿Cómo diseñar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla?

1.3. Objetivos

❖ Objetivo General:

- Implementar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla

❖ Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos que influyen en su operatividad.
- Planificar los recursos para elaborar el nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinería de zinc- Cajamarquilla
- Diseñar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla

1.4. Justificación

La justificación teórica se utiliza cuando un estudio pretende contrastar una teoría, validar hallazgos, generar reflexión y debate académico sobre el estado del conocimiento, o desarrollar una epistemología del estado del conocimiento.(Bernal, 2010).

La investigación se justifica Teóricamente, el objetivo de estudio es implementar un nuevo sistema eléctrico para un puente grúa. Ya que actualmente el sistema eléctrico se encuentra deficiente, y la grúa se está alimentando con un cable provisional, generando riesgo a los activos de la empresa. Se requiera garantizar la seguridad de los colaboradores que usan el equipo para los diferentes trabajos.

1.5. Hipótesis

❖ Hipótesis General:

- La implementación de un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa mejora su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla

❖ Hipótesis Especifico:

- La realización de un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos influirá en la mejora de su operatividad.
- La planificación de los recursos mejora la elaboración del nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinería de zinc- Cajamarquilla
- El Diseño de un sistema eléctrico de alimentación principal para un puente grúa mejora la seguridad en el área de lixiviación en la refinería de zinc – Cajamarquilla

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

Comenzamos con cómo se entiende la realidad en la disciplina para comprender la importancia de la investigación aplicada en la profesión del asesoramiento. A continuación, exponemos argumentos significativos sobre por qué y para qué investigar. Para centrar correctamente el artículo en la definición de investigación aplicada, también se hace referencia a la complejidad de la investigación en su conjunto. Se incluye una breve discusión de ciertos tipos de estudio que se reconocen y categorizan bajo la nomenclatura práctica, aplicada o empírica.(Vargas, 2009).

El presente trabajo es del tipo de investigación aplicada, dado que vamos a plasmar los conocimientos teóricos y aplicar técnicas de ingeniería para diseñar un nuevo sistema eléctrico de alimentación en el puente grúa.

La manipulación deliberada de la variable independiente y el examen de su influencia en una variable dependiente definen la investigación experimental. Sus subtipos incluyen los siguientes tipos de estudios: (a) pre experimental, que se define como la realización de una intervención únicamente en un grupo; (b) cuasi experimental, que implica uno o más grupos experimentales, un grupo de control y la asignación no probabilística de participantes a ambos grupos; y (c) el tipo experimental, que implica uno o más grupos de intervención, un grupo de control y la asignación probabilística aleatoria de participantes a los distintos grupos. (Ramos, 2021).

El presente trabajo tiene un diseño de investigación experimental, de nivel pre experimental dado que nuestra investigación va realizar únicamente a los sistemas eléctricos de los puentes grúas con las distintas teorías que vamos a necesitar como, la recopilación, análisis

y presentación de datos, que utilizaremos para nuestro sistema y poder así confirmar nuestra hipótesis.

El enfoque cuantitativo deriva su nombre del hecho de que examina fenómenos que pueden cuantificarse, o a los que se puede dar un número, como el número de hijos, la edad, el peso, la altura, la aceleración, la masa, el nivel de hemoglobina y el coeficiente intelectual, entre otras cosas. Para ello utiliza técnicas estadísticas para analizar los datos recogidos, y su objetivo primordial es describir, explicar, predecir y controlar objetivamente sus causas, así como predecir su ocurrencia a partir del descubrimiento de dichas causas. Basa sus conclusiones en la aplicación rigurosa de la métrica o cuantificación, tanto en el proceso de recogida de datos como en el tratamiento, análisis e interpretación de los resultados mediante el método hipotético-deductivo.(Flores, 2019)

El presente estudio utilizo una metodología cuantitativa, con el cual realiza la observación en campo. Ya que la recopilación de datos se realiza en el lugar donde suceden los hechos a estudiar.

La técnica analítica es una metodología de estudio que consiste en diseccionar un todo en sus piezas o elementos componentes para examinar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es el proceso de ver e investigar un hecho determinado. Para captar la esencia de un hecho o cosa objeto de estudio, hay que ser consciente de su naturaleza. Al conocer mejor el objeto de nuestra investigación, podemos comprender mejor su comportamiento, explicarlo, establecer comparaciones y elaborar nuevas hipótesis. (León, 2016).

Así de acuerdo con lo plasmado utilizaremos el método Analítico debido a que nuestro problema en particular nos lleva plantear su solución mediante la observación para luego llegar a su comprensión.

Población y Objeto de estudio

El conjunto de componentes, individuos y cosas que se utilizarán como unidades de muestreo y tienen cualidades comparables se denomina población. Otro nombre que recibe es Universo.(Lalangui, 2017).

Muestra: Una muestra es el subconjunto de la población que se elige para proporcionar datos para mediciones u observaciones de las variables de la investigación.(Lalangui, 2017).

Para el presente trabajo se identifica como objeto de estudio, el puente grúa, y para el muestreo de la investigación se tomará el sistema eléctrico del puente grúa.

Lugar de estudio para nuestra investigación se va a realizar en la refinería de Zinc - Cajamarquilla, en la planta de lixiviación.

El tipo de muestreo que se utilizó, es el no probabilístico por conveniencia, que es una técnica donde la muestra de la población se seleccionó porque están convenientemente disponibles.

Tabla 2

Matriz Operacional

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Sistema Eléctrico	Un sistema eléctrico es un conjunto de dispositivos que están conectados entre sí con el fin de generar, dentro de un sistema eléctrico Un sistema eléctrico es un conjunto de dispositivos que están conectados entre sí con el fin de generar o transportar señales eléctricas. En general, dentro de un sistema eléctrico se incluyen elementos tales como inductores, resistencias, condensadores o incluso fuentes. Finalmente, se puede decir que se trata de la unión de todos los elementos para poder un fin o un objetivo, que en este caso es la transmisión de señales a nivel de electricidad o de electrónica.(Rivas, 2021)	✓ Sistema de barra dura. ✓ Sistema C-track ✓ Sistema de carros de traslación para rieles cuadrados. ✓ Sistema de Cable extensible ✓ Calidad	# Orden Trabajo Preventivo # Orden de trabajo correctivo # Registro de Falla # Horas de emergencia
Variable dependiente: Seguridad	Se denomina seguridad industrial al conjunto de normas obligatorias establecidas para evitar o minimizar, tanto los riesgos que puedan efectuarse en los ámbitos industriales, como los perjuicios derivados de la actividad industrial e incluso las enfermedades ocupacionales. Dado que por las maquinarias y las herramientas que se utilizan son áreas propensas al peligro, mediante la prevención se busca evitar el daño a las personas, a los bienes y reducir el impacto en el medio ambiente.(CETYS, 2020)	✓ Entrenamiento personal ✓ Normas ✓ Enfermedades ocupacionales ✓ Accidentes	al # Capacitaciones #Registro de Normas #Exámenes Médicos #Registro de Incidente

Técnicas e Instrumentos de recolección

Las encuestas son el mejor método de recogida de datos, ya que permiten entrevistar a la muestra sobre la información que hay que recabar. El objetivo de este método es recopilar datos de forma organizada y metódica. El cuestionario utilizado en este estudio es la herramienta de recogida de datos. Incluye una serie de preguntas que se han elaborado teniendo en cuenta las dimensiones de cada variable.

En la primera parte está constituido por 5 pregunta que corresponde a la variable dependiente y en el segunda partes está constituida por 5 preguntas las cuáles forman parte de la variable independiente.

❖ Técnicas

- ✓ **Encuesta:** A pesar de ser una de las técnicas más utilizadas para recopilar datos, el sesgo de los encuestados la hace cada vez menos creíble. El cuestionario, o serie de preguntas, que constituye la base de la encuesta se crea con la intención de recabar datos de los encuestados. (Bernal, 2010)

❖ Instrumentos:

- ✓ **Cuestionario:** Es una serie de indagaciones creadas para proporcionar la información necesaria para cumplir los objetivos del proyecto de estudio. Es una estrategia formal para recopilar datos de la unidad central de análisis del problema de investigación y del objeto de estudio. (Bernal, 2010)
- SPSS
- Reportes de Confiabilidad – Top Ten Fallas
- Reporte de mantenimiento.

- Check list.
- Excel
- **Técnicas e Instrumentos de análisis**

El campo de la estadística descriptiva se encarga de recopilar, organizar, almacenar, crear tablas y gráficos y calcular parámetros fundamentales sobre el conjunto de datos.(López, 2019).

Para presentar la información en tablas y gráficos, los cuales nos han permitido visualizar la información de forma precisa, concisa.

La estadística inferencial; es una herramienta poderosa en la toma de decisiones basadas en datos. Es un proceso que permite hacer generalizaciones precisas sobre una población a partir de una muestra.(Ortega, 2023).

Ya que contamos con una muestra de la cual tomamos conclusiones, como instrumento se ha utilizado la hoja de cálculo de Excel, lo cual no ha permitido realizar las tablas de los cuestionarios. También se ha utilizado el IBM SPSS STATISTIC 27, para validar el instrumento. Tras la obtención de las encuestas, se depuraron los datos y se introdujeron en una hoja de cálculo Excel para extraer los cuadros y gráficos correspondientes. Para probar la validez del instrumento se utilizó la herramienta SPSS, probando con 15 personas del área de mantenimiento, obteniendo un alfa de Cronbach del 0.9%, se afirma que el instrumento es confiable.

Tabla 3

Estadística de Fiabilidad

Estadística de Fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizado	N de elementos
0.986	0.989	10

Nota. La presenta tabla representa la Estadística de fiabilidad del cuestionario.

Tabla 4

Tabla de Validación

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
3	2	2	2	3	3	3	3	3	3
3	2	2	2	3	3	3	3	2	3
3	2	2	2	3	3	3	3	2	3
3	2	1	1	2	2	2	3	2	2
2	1	1	1	2	2	2	3	2	2
2	1	0	1	2	2	2	2	1	2
2	0	0	1	2	2	2	2	1	2
1	0	0	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota. Tabla de respuestas obtenidas para la validación del instrumento.

Tabla 5

Tabla de Leyenda

LEYENDA:	
siempre:	3
casi siempre:	2
a veces:	1
nunca:	0

Nota. Tabla de leyenda refleja los valores utilizados para validar del instrumento

Procedimiento de recolección de datos:

1. Se llevó a cabo un diagnóstico visual al sistema eléctrico del puente grúa para poder identificar alguna falla.
2. Se seleccionó la muestra, la cual estaba conformada por las personas que utilizan el puente grúa para sus labores de mantenimiento y cambio de filtros. La muestra está conformada por las personas que utilizan el equipo de izaje y pertenecen al área de mantenimiento planta.
3. Se elaboró el instrumento de recolección de datos, constituida por 10 preguntas: 5 preguntas corresponden a la variable independiente y 5 preguntas corresponde a la variable dependiente.
4. Se validó el instrumento con la herramienta SPSS, obteniendo un alfa de Cronbach de 0.9 el cual significa que el instrumento es aplicable.

5. Se usó el instrumento con la muestra de 25 personas que laboran en el área de mantenimiento.

Procedimiento de análisis de datos

1. Primeramente, se depuró la información obtenida para poder garantizar la validez de las respuestas.
2. La información se trasladó a una hoja de cálculo Excel para poder revisarla.
3. Los datos adquiridos en la hoja de cálculo Excel se presentaron en gráficos detallados.
4. Comparación de gráficos

Aspectos Éticos:

Los aspectos éticos de la investigación siguen los protocolos y normas de la UPN, el estudio guarda confidencialidad de los datos obtenidos, tal como lo ha expresado la empresa, solamente será de análisis para la elaboración de la investigación. El dato de la presente investigación es objetiva y veraz. El estudio en el desarrollo sigue las normas establecidas por el APA, para dar crédito a los autores nombrados en la presente investigación, a través citas directas e indirectas, acreditando la información a través de la bibliografía. La información es de conocimiento público según las normas establecidas para servir como antecedente de investigación y marco teórico

- **Confidencialidad y privacidad:** Los datos recopilados se categorizan. aparte del investigador, que posee acceso a la información. Me aseguro de que nadie relacione los datos con el participante ni los utilice para identificarlo al utilizarlos.

- **Principios:** El investigador lleva a cabo la investigación de forma responsable, prudente y veraz.
- **Respeto:** El investigador pretende llevar a cabo esta investigación con el máximo respeto hacia las personas, por lo que es el valor ético más significativo a tener en cuenta en el estudio.
- **Autonomía:** Se ejerció la libertad individual en la realización del presente estudio.
- **Honestidad:** La información proporcionada en este estudio es veraz, original e inmutable.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Objetivo 1: Implementar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla.

En el afán de afrontar nuestro objetivo inicial, se empleó el uso de la hoja de check list de pre-uso del equipo y el cuestionario, instrumentos que ayudaron a recoger los datos. Se revisó la información documentaria tanto del equipo como de sus componentes, se contó con los registros históricos de fallas, registros de mantenimiento, registros de reparaciones de los equipos de izaje. A continuación, una tabla con la lista de equipos de izaje, ubicados en la refinera en el área de mantenimiento.

Figura 8

Grúa Puente de Lixiviación



Nota. En la figura se aprecia el Puente Grúa ubicado en el área de lixiviación, en donde se realizó el levantamiento de la información de la condición del equipo. Tomado en La Empresa, Elaboración: Propia

Tabla 6

Lista de Equipos de izaje

Ítem	Ubicac.técnica	Denominación
1	7901-0120B018-1	Polipasto mantto motor soplador
2	7901-0120B018-2	Polipasto mantto soplador
3	7901-0120B028	Puente grúa de caldera línea de gas
4	7901-0130C155	Polipasto 1 bombas acido
5	7901-0135C2155	Polipasto 2 bombas acido
6	7901-0240D1032	Puente grúa de goetita
7	7901-0240D1090	Polipasto magneto trampa metal sec 40-10
8	7901-0240D2019	Polipasto filtro rotativo
9	7901-0240D2074	Grúa de mantto pre-neutralización
10	7901-0240D2108	Grúa de mantto filtro banda pb/ag
11	7901-0240D2110	Grúa de mantención filtro banda goetita
12	7901-0240D250	Polipasto eléctrico goetita
13	7901-0240D259	Polipasto de elevadores de cangilones
14	7901-0240D419	Grúa de filtro larox lixiv acida 2
15	7901-0242D1460	Grúa de filtro prensa concentrado
16	7901-0242D1521	Polipasto de carbonato calcio
17	7901-0242D1539	Polipasto precipitación concentrado
18	7901-0242D1570	Polipasto tanque re lixiviación
19	7901-0242D1571	Polipasto tanque reducción
20	7901-0242D1572	Polipasto edificio filtro
21	7901-0242D1573	Polipasto tanques neutraliza
22	7901-0242D1575	Polipasto neutro. Indio
23	7901-0243D3072	Polipasto de levante y limpieza de placas
24	7901-0250E004	Polipasto purificación. En frio
25	7901-0250E2015	Grúa de mantención filtro purificación fría
26	7901-0250E2016	Polipasto filtro us 1 purificación fría
27	7901-0250E3010	Grúa de mantención 2 filtro p. Fría
28	7901-0250E3127	Polipasto eléctrico dosif. Reactivos
29	7901-0260F014	Polipasto eléctrico 1 cadmio
30	7901-0260F057	Polipasto eléctrico 2 cadmio
31	7901-0260F068	Polipasto eléctrico 3 cadmio
32	7901-0260F2040	Polipasto alimentador polvo de zinc
33	7901-0260F6001	Polipasto horno cadmio
34	7901-0355G1053	Polipasto torre de casa de celdas 2
35	7901-0370G048-1	Polipasto tanques elect agotado celda 1
36	7901-0370G054-1	Polipasto bombas de circulación celda 1




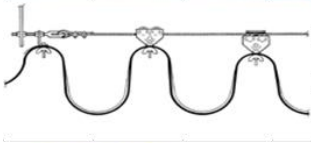

37	7901-0370G110E7	Polipasto auxiliar electrolisis
38	7901-0370G111E7	Polipasto auxiliar electrolisis
39	7901-0370G112E7	Polipasto auxiliar electrolisis
40	7901-0370G113E7	Polipasto auxiliar electrolisis
41	7901-0370G114E7	Polipasto auxiliar electrolisis
42	7901-0370G121	Grúa transferencia celdas
43	7901-0370G123	Grúa viajera de celdas
44	7901-0370G124	Grúa viajera de celdas
45	7901-0370G125	Grúa viajera de celdas
46	7901-0370G126	Grúa viajera de celdas
47	7901-0370G127	Polipasto torre de casa de celdas 1
48	7901-0370G128	Grúa viajera de celdas
49	7901-0370G144	Grúa de planchadora ánodos casa de celdas 1
50	7901-0370G215	Polipasto volteo arenado de ánodos
51	7901-0370G300	Polipasto eléctrico 1 electrolisis
52	7901-0371G200	Grúa planta de ánodos
53	7901-0373G1020M4	Polipasto auxiliar grúa casa de celdas 2
54	7901-0373G1038	Polipasto mantenimiento ánodos
55	7901-0375G2133M8	Polipasto auxiliar grúa fila 1
56	7901-0375G2134M8	Polipasto auxiliar grúa fila 2
57	7901-0375G2136	Grúa de servicio área de cátodos fila 1
58	7901-0375G2137	Grúa de servicio área de cátodos fila 2
59	7901-0375G2190	Grúa de planchadora ánodos casa de celdas 3
60	7901-0375G2247	Polipasto de bomba tanque principal
61	7901-0375G2285	Polipasto manejo reactivos celdas 3
62	7901-0381H2134	Polipasto 1 carga horno abp fundición 3
63	7901-0381H2135	Polipasto 2 carga horno abp fundición 3
64	7901-0381H502M2	Polipasto 1 carga horno demag fundición 1
65	7901-0381H503M2	Polipasto 2 carga horno demag fundición 1
66	7901-0381H525	Grúa puente fusión
67	7901-0381H528	Grúa puente fusión
68	7901-0382H050	Grúa eléctrica 1 trat. Dross
69	7901-0383H143	Polipasto de alimentación de horno
70	7901-0383H2103	Polipasto alimentador horno polvo zn 2

Nota. En la tabla se identifica la lista de los equipos de izaje que se encuentra actualmente en la refinera.

Se revisó la información sobre los diferentes sistemas eléctricos que existen para puentes grúas, de los 5 tipos identificados, el primero es el sistema que cuenta actualmente el cual presenta deficiencia. El segundo sistema no es viable debido que tiene las mismas características del sistema actual. El tercer sistema se identifica que si es viable debido a que el conductor eléctrico es de tipo festoon (cable plano). El cuarto sistema se identifica que también es viable, de tipo festoon y se diferencia del tercer sistema debido a su diseño. El quinto sistema no es viable debido a que solo se utiliza para grúas pórtico.

Figura 9

Tipos de Sistemas Eléctricos

Tipos de Sistemas Electricos para Grúas Puente		
Imagen	Descripción	Observación
	Sistema Eléctrico de Barras	Sistema Actual
	Sistema de Barras Conductoras Encapsuladas	Sistema no viable
	Sistema Festoon C-track	Viable
	Sistema de Cable Extensible	Viable
	Carretes Industriales para Grúas	No Viable

Nota. En la figura se aprecia los diferentes tipos de sistemas eléctricos para Grúas Puente.

Para poder mejorar la seguridad en el uso de los equipos de izaje, se tuvo que realizar un levantamiento de información de las condiciones de los equipos de izaje. El instrumento que nos ayudo es el check list de pre uso del equipo. En el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería en su artículo 371 menciona que **la persona titular de la actividad minera se encargue de realizar el mantenimiento necesario y las inspecciones periódicas, que deben ser realizadas por personal cualificado para mantener el equipo en condiciones de funcionamiento seguras. La documentación de estas inspecciones debe conservarse en un lugar destacado. (OSINERGMIN, 2023).**

Con la información obtenida por los check list y los cuestionarios se pudo identificar la falla recurrente del puente grúa de lixiviación. Se identificó que la falla recurrente es el sistema eléctrico principal de la grúa y como este puede impactar en la seguridad de los colaboradores.

Actualmente el Puente Grúa de Lixiviación cuenta con el Sistema de barras Eléctricas.

Figura 10

Sistema de Barras de la Grúa de Lixiviación



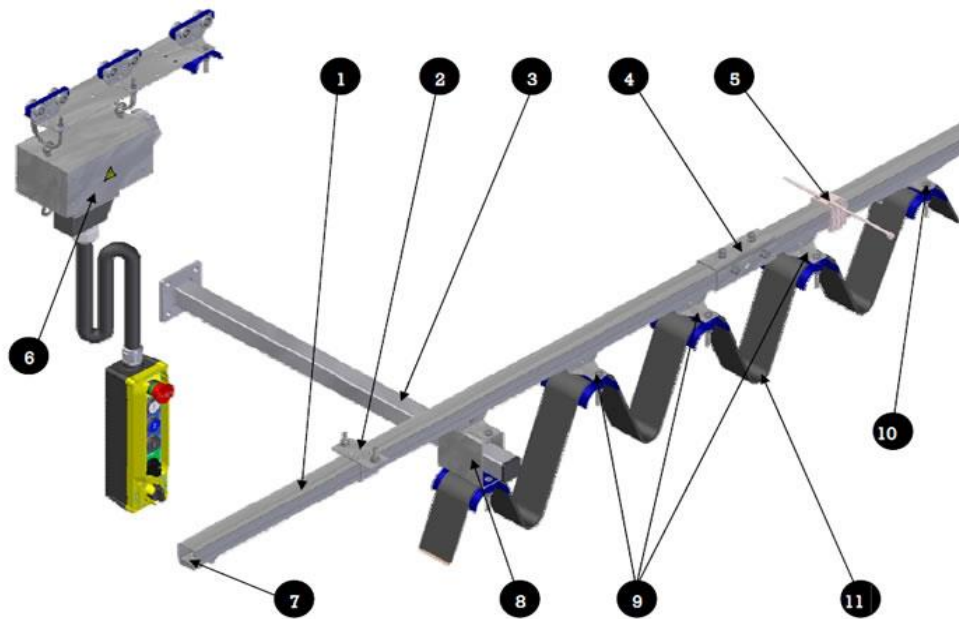
Nota. En la figura se muestra el sistema de barras del puente grúa de lixiviación

Luego de contar con la información de la condición de los equipo de izaje, se revisó los manuales de los 2 sistemas eléctricos que deberían reemplazar al sistema eléctrico actual.

Opcion 1:

Figura 11

Sistema Eléctrico C- Track



Nota: En la figura se muestra el sistema eléctrico C-track . Tomado de (TADI S.A., 2023)

1. Perfil del corredor: establece el recorrido de los carritos.

2. Soporte: Asegura que el perfil de rodadura esté bien sujeto al edificio. Normalmente, esto debería ocurrir cada 1,5 metros; en una zona de aparcamiento de carritos, debería ocurrir cada 1 metro.

3. El brazo de arrastre: se utiliza para tirar o remolcar el carro y se sujeta al polipasto o grúa en movimiento.

4. Empalme: Para conectar las porciones sucesivas del perfil de rodadura.

5. Sujetacables: Utilizando el perfil y la construcción del conjunto, esta opción soporta cables conductores adicionales en el carril de rodadura.

6. Carro de arrastre : Útil para transportar el elemento de mando o la botonera. Se pueden utilizar terminales o clavijas rápidas para conectar y separar la botonera del carro.

7. Tope final: Impide que los carros móviles se salgan de la línea por el final.

8. Carro arrastrador: La primera pieza de la instalación que se desplaza solidariamente con el elemento móvil a alimentar es el carro viajero.

9. Carro intermedio: La finalidad del carro intermedio es soportar y guiar el cable a lo largo del perfil de rodadura.

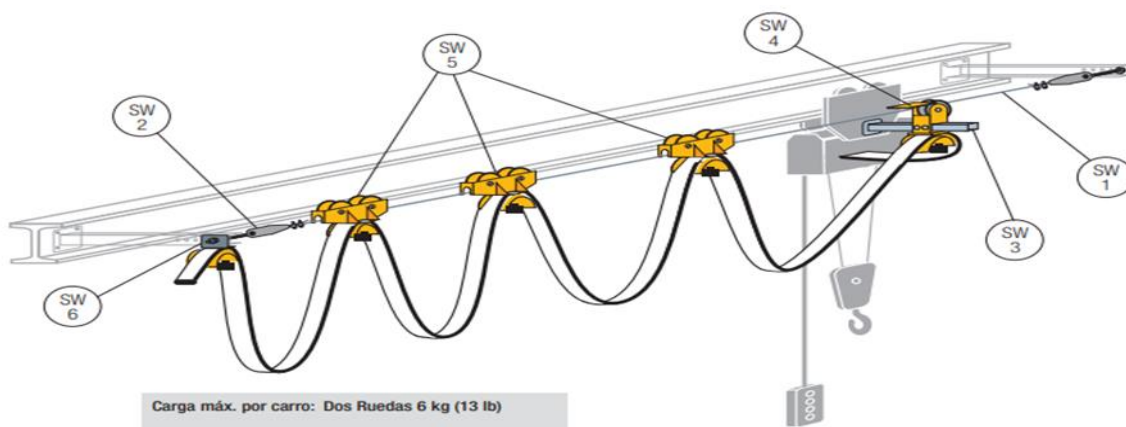
10. Carro fijo: Pieza que sostiene los cables sin moverse. Se fija al carril de rodadura una vez montado.

11. Cable eléctrico: De forma plana para un mejor tendido al hacer bucles, cable flexible en función del número de conductores y su sección.(TADI S.A., 2023).

Opcion 2:

Figura 12

Kit de Cable Extensible



Nota. En la figura se aprecia el kit de cable extensible y sus componentes. Tomado de (Conductix, 2023b)

Tabla 7

Kit de Cable Extensible para Festón

Cód. de diseño	Componente	Nº. de Pieza
SW1	Cable con Forro de Nylon 6mm(1/4”) Diám.	22950
SW2	Kit de accesorios de Fijación	23288
SW3	Barra de Arrastre	39617C
SW4	Carro de Arrastre	021123
SW5	Carro	021113
SW6	Abrazadera d Anclaje	021163

*Nota.*En la tabla se aprecia la lista de los componetes del kits de cable extensible.tomado de (Conductix, 2023b)

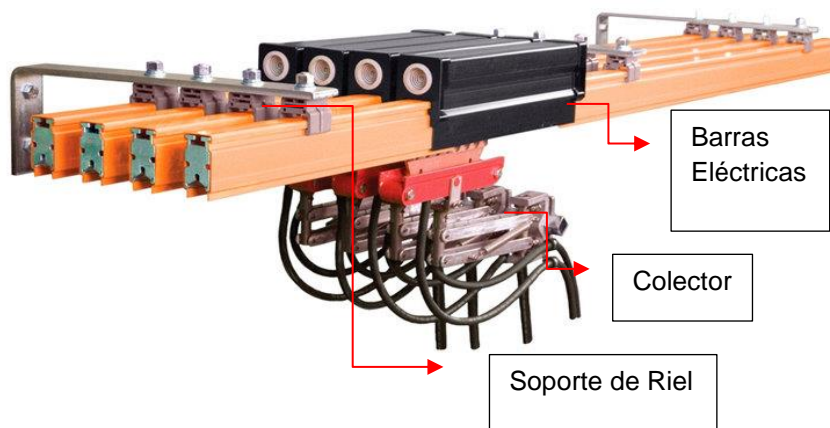
Para realizar la implementación del nuevo sistema eléctrico, se cuenta con 2 opciones para el nuevo sistema eléctrico se realizará una comparacion de costo-benefico de ambos sistemas para poder obter con el sistema adecuado para el área de lixiviación.

Objetivo 2: Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos que debe influir en su operatividad.

Luego de revisar la información de los check list se identificó que la falla recurrente se presenta en el sistema eléctrico de la grúa. Se identificó que las barras eléctricas de alimentación del puente grúa presentan escarchamiento y formación de sarro en las rieles eléctricos, la presencia de sarro debe a las condiciones del área, debido que en el área de trabajo hay presencia de vapores, gases y presencia de partículas de polvo, todo esto genera el deterioro que los componentes que conforma el sistema eléctrico. El cual influye en la seguridad de los colaboradores ya que la grúa se queda inoperativa por el atascamiento de los colectores eléctricos, ocasionando que los colectores se dañen y dejando el equipo inoperativo trayendo retrasos en los trabajos programados con el equipo.

Figura 13

Sistema Eléctrico de barras



Nota. En la figura se muestra el sistema Eléctrico de barras de los cuales se menciona los 3 componentes del sistema que actualmente presenta deficiencias.

Figura 14

Soporte de Riel



Nota. En la figura se aprecia el deterioro de los soportes de riel, esto genera que las rieles por tramos queden suspendidas.

Figura 15

Barras Eléctricas



Nota. En la figura se aprecias las barras eléctricas con presencia de sarro el cual genera que dañen los colectores ocasionando que el equipo quede inoperativo

Figura 16

Colectores



Nota. En la figura se aprecia los colectores fuera de su posición generando que el equipo quede inoperativo.

Figura 17

Área de la Grúa de Lixiviación

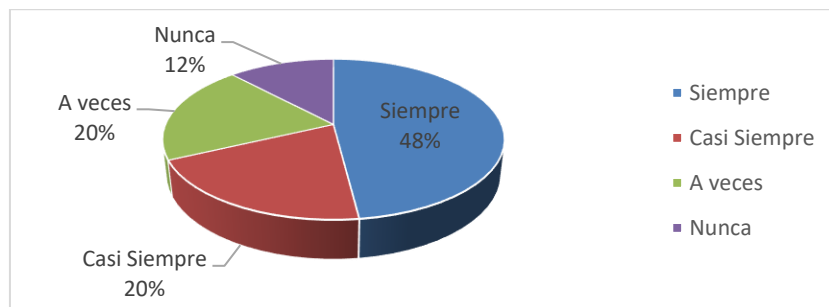


Nota. En la figura se aprecia la grúa de lixiviación y las condiciones del área, en el cual se puede apreciar la presencia de vapores y gases. Fuente la Empresa

Luego de realizar el diagnostico actual del equipo se realizó el cuestionario a los 25 colaboradores que trabajan en el área de lixiviación para identificar cuál es su apreciación con respecto a los trabajos que realizan en el área de lixiviación con el Puente Grúa y su percepción con respecto a la seguridad.

Figura 18

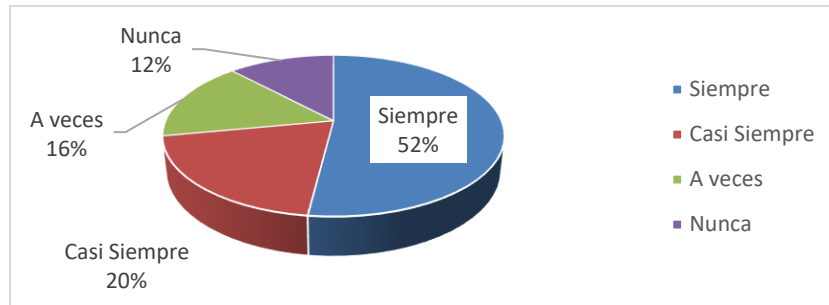
Orden de Trabajo preventivo



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿En cada mantenimiento preventivo llena la orden de trabajo?, Un 48% de los encuestados menciona que siempre se llena una orden de trabajo en el área al culminar, un 20% menciona que casi siempre, un 20% menciona que a veces y sin embargo un 12% menciona que nunca. Ese 12% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a documentación.

Figura 19

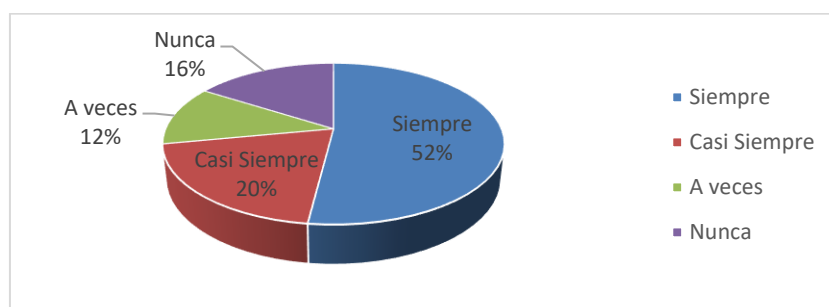
Orden de Trabajo Correctivo



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿En cada mantenimiento correctivo completa la orden de trabajo?, Un 52% de los encuestados menciona que siempre se llena una orden de trabajo correctivo en el área al culminar, un 20% menciona que casi siempre, un 16% menciona que a veces y sin embargo un 12% menciona que nunca. Ese 12% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a documentación.

Figura 20

Registro de fallas

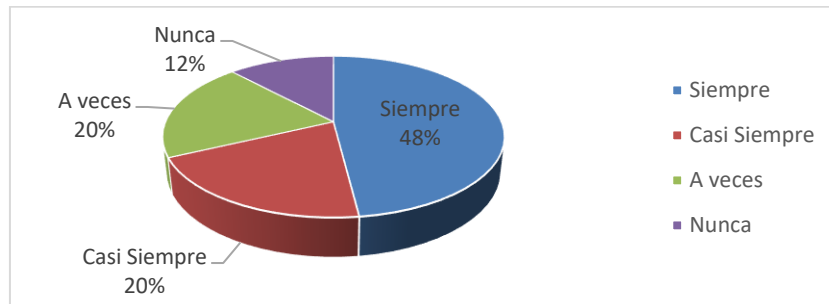


Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Realiza un registro de falla de los equipos?, Un 52% de los encuestados menciona que siempre se llena su registro de fallas en el área al culminar, un 20% menciona que casi siempre, un 12% menciona que a veces y sin

embargo un 16% menciona que nunca. Ese 16% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a documentación.

Figura 21

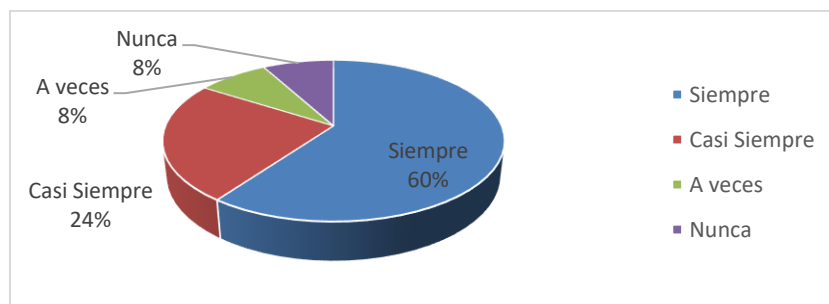
Registro de horas de Emergencia



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Realiza un registro de las horas de emergencia de los equipos intervenidos?, Un 48% de los encuestados menciona que siempre se llena su registro de horas de emergencia en el área al culminar, un 20% menciona que casi siempre, un 20% menciona que a veces y sin embargo un 12% menciona que nunca. Ese 12% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a documentación.

Figura 22

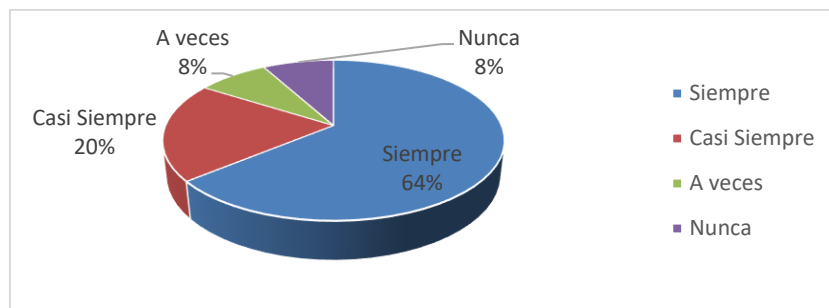
Capacitaciones



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Participa en las capacitaciones que brinda la empresa?, Un 60% de los encuestados menciona que siempre han participado en las capacitaciones que brinda la empresa, un 24% menciona que casi siempre, un 8% menciona que a veces y sin embargo un 8% menciona que nunca. Ese 8% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a las capacitaciones.

Figura 23

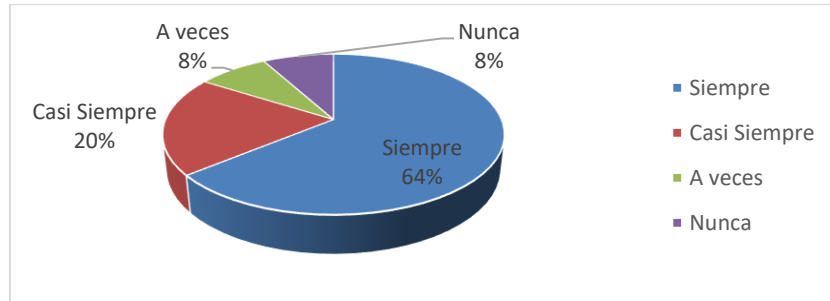
Capacitaciones de seguridad



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Recibe capacitaciones con respecto a seguridad en la empresa?, Un 64% de los encuestados menciona que siempre participan en las capacitaciones de seguridad, un 20% menciona que casi siempre, un 8% menciona que a veces y sin embargo un 8% menciona que nunca. Ese 8% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo cuando se dicta las capacitaciones.

Figura 24

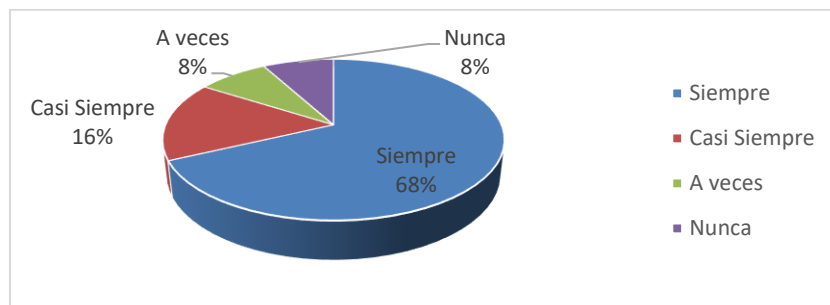
Normas de Seguridad



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Recibe capacitaciones de normas de seguridad en la empresa?, Un 64% de los encuestados menciona que siempre participan en las capacitaciones de normas de seguridad, un 20% menciona que casi siempre, un 8% menciona que a veces y sin embargo un 8% menciona que nunca. Ese 8% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a las capacitaciones.

Figura 25

Exámenes médicos

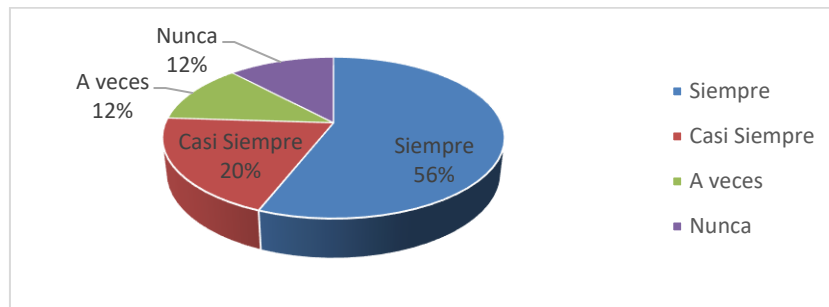


Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Realizo los exámenes médico ocupacionales?, Un 68% de los encuestados menciona que han realizado sus exámenes médicos en su fecha programada, un 16% menciona que casi siempre, un 8% menciona que a veces y sin

embargo un 8% menciona que nunca. Ese 8% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso al programa de exámenes médicos.

Figura 26

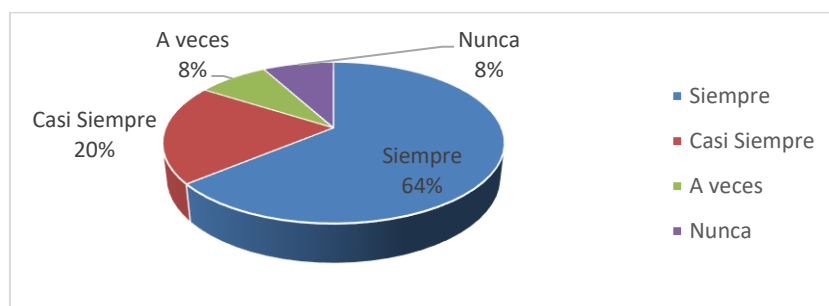
Accidente de Trabajo



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿Ha sufrido algún accidente de trabajo en el centro laboral?, Un 56% de los encuestados menciona que siempre han tenido un accidente de trabajo, un 20% menciona que casi siempre, un 12% menciona que a veces y sin embargo un 12% menciona que nunca. Ese 12% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a documentación y reglas de seguridad.

Figura 27

Curso de Operador



Nota. La presente figura muestra los resultados a la pregunta: ¿A sido capacitado con el curso de operador de puentes grúa?, Un 64% de los encuestados menciona que siempre han participado

en el curso de operador de puente grúa, un 20% menciona que casi siempre, un 8% menciona que a veces y sin embargo un 8% menciona que nunca. Ese 8% se debe a que los colaboradores realizan su trabajo ligado a la praxis, haciendo caso omiso a las capacitaciones.

Objetivo 3: Planificar para elaborar el nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinera de zinc- cajamarquilla

Culminada con la evaluación, se inició con la planificación del nuevo sistema eléctrico, se contaba con 2 sistemas el cual podría reemplazar al sistema eléctrico existente, se elaboró un cronograma de actividades para realizar el cambio del sistema eléctrico, se realizaron las respectivas cotizaciones de los 2 sistemas eléctricos para luego evaluar cuál de los 2 sistemas es más viables para instalarlo.

Figura 28

Cronograma de Actividades

Item	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Programar la evaluación del sistema eléctrico del puente grúa	█																		
2	Levantación de la información técnica del sistema eléctrico		█																	
3	Tomar medidas de la longitud del sistema eléctrico			█																
4	Realizar un informe de la condición actual del sistema eléctrico				█	█														
5	Identificar cual es sistema apropiado para el cambio					█	█	█												
6	Diseñar el nuevo sistema de electrificación							█	█											
7	Solicitar cotizaciones de los proveedores									█	█	█	█							
8	Evaluación de la propuestas													█	█	█	█			
9	Ejecución de la instalación del nuevo sistema																█	█	█	█

Nota. En la presente figura se visualiza el cronograma de actividades desarrolladas.

Propuesta 1: **Cotización del sistema C-track**

Tabla 8

Cotización Suministro C-Track

ítem	Long de Sistema	Nombre del Producto	Cantidad	Precio Total US\$
1	35 metros	Perfil tipo C x 4 metros	35mts.	
		Unión entre riel	8 Pzs.	
		Soporte de riel	25 Pzs.	
		Carro porta cable	22 Pzs.	2,250.00 + IGV
		Carro Fijo	1 Pzs.	
		Carro de arrastre	1 Pzs	
		Tope Final	1 Pzs	
		Cable Plano 4G 4MM2(Fuerza)	48 mts.	235.00 + IGV
		total		2,485.00 + IGV

Nota. En la tabla se observa los costos de los suministros del sistema eléctrico C-track

Tabla 9













Cotización Instalación C-Track

ítem	Long de Sistema	Nombre del Producto	Cantidad	Precio Total US\$
2	35 metros	Instalación del sistema C-track - 4 técnicos 1 supervisor duración: 3 días	1	1,350.00 + IGV

Nota. En la tabla se muestra el costo que implicaría la instalación del sistema C-track y el tiempo de demandaría su instalación.

Figura 29

Componentes de Sistema C - Track

			
Perfil tipo Cx 4 metros	Unión entre riel	Soporte de riel	Carro Portacables
			
Carro Fijo	Carro de Arrastre	Tope Final	Grapa para Brazo y Viga
			
Soporte de Riel tipo C	Cable Plano 4G4MM2	Cable Plano 16GX1.5MM2	Carro Portabotonera

Nota. En la figura se aprecia los componentes del sistema C- Track

Propuesta 2: Cotización del sistema Extensible

Tabla 10

Cotización de Suministro del Sistema Extensible

ítem	Long de Sistema	Nombre del Producto	Cantidad	Precio Total US\$
1	35 metros	Cable con forro de Nylon 6mm (1/4") Diam.	40mts.	1,350.00 + IGV
		Kit de Accesorio de Fijación	2 Pzs.	
		Barra de Arrastre	1 Pzs.	
		Carro de arrastre	1 Pzs.	
		Carro	22 Pzs.	
		Abrazadera de anclaje	1 Pzs	

Cable Plano 4G 4MM2(Fuerza)	48 mts.	235.00 + IGV
	total	1,585.00 + IGV

Nota. En la tabla se aprecia la cotización de los suministros para el sistema extensible

Tabla 11

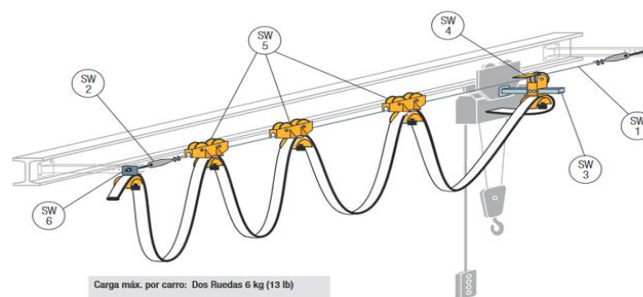
Cotización Instalación Sistema Extensible

ítem	Long de Sistema	Nombre del Producto	Cantidad	Precio Total US\$
2	35 metros	Instalación del sistema C-track - 4 técnicos 1 supervisor duración: 2 días	1	950.00 + IGV

Nota. En la tabla se aprecia el costo de la instalación del sistema extensible

Figura 30

Sistema Extensible



Nota. En la figura se aprecia el sistema extensible

Objetivo 4: Diseñar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla.

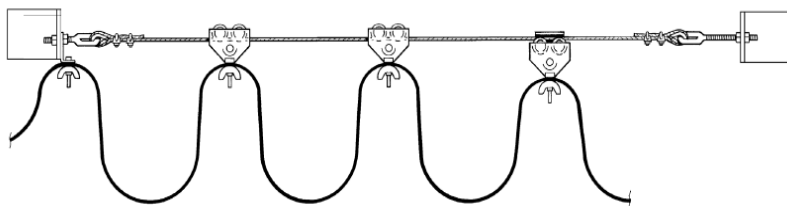
Terminando la planificación, se inició en diseñar el nuevo sistema eléctrico para el área de lixiviación, por las condiciones del área de trabajo se opta por el sistema eléctrico extensible, su diseño es práctico y versátil y el tiempo de instalación es menor, y económicamente el sistema extensible es más económico tanto en suministro, como en su instalación.

De fácil mantenimiento y se cuenta con repuestos en stock en caso se requiera cambiar.El Sistema de cable extensible consta de 2 soportes fijados en ambos extremos de las columnas o vigas. En el cual se instala el cable de acero asegurando con grapas y tiene que quedar el cable acerado templado.

Se procede a colocar los carros porta cable en el conductor eléctrico plano 4G x 4mm², la distancia entre carro y carro es de 1.5 metros. Culinado de colocar todos los carros, se procede a instalar en el cable de acero ya templado.Un extremo del cable plano va conectado en la caja de paso del puente grúa, el otro extremo del cable plano va instalado en el tablero principal de la grúa.

Figura 31

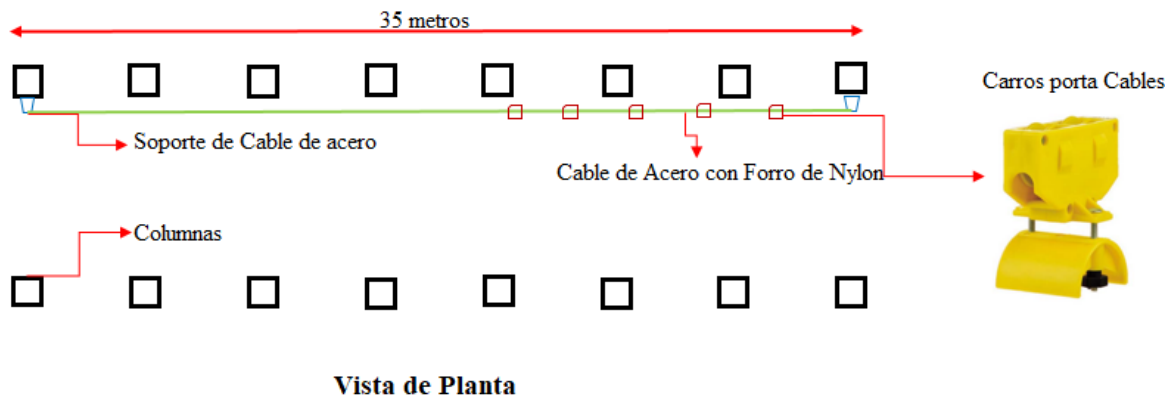
Sistema de cable Extensible



Nota. La presente figura se observa el sistema extensible para la grúa de lixiviación.

Figura 32

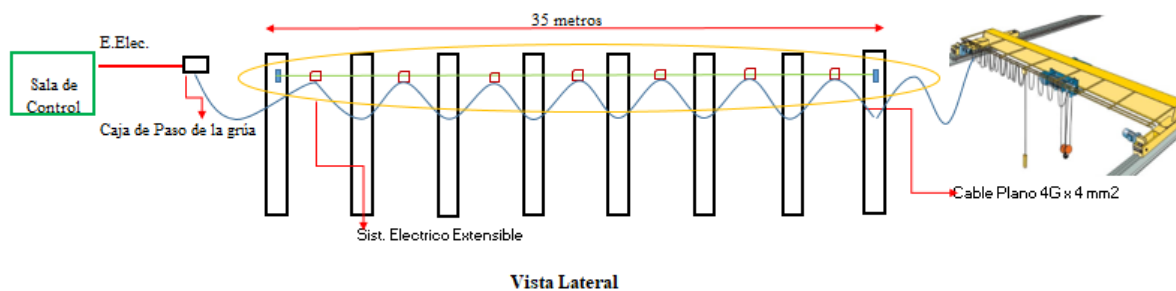
Diseño del Sistema Eléctrico Extensible Vista Planta



Nota. En la figura se aprecia el diseño de planta del Sistema Eléctrico Extensible

Figura 33

Diseño Sistema Eléctrico Extensible Vista Lateral



Nota. En la figura se observa la vista lateral del Sistema Eléctrico Extensible

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

❖ **Limitaciones:**

Las restricciones que encontré es con respecto a la disponibilidad del equipo para realizar la evaluación de la condición del equipo, en la recolección de información, podemos mencionar lo siguiente: no había mucha información en el manual del equipo con respecto a los distintos sistemas eléctricos para grúas. Se logró superar mediante la solicitud de información de proveedores que fabrican grúas puente.

Se tuvo que investigar sobre los distintos sistemas eléctricos para grúas, recopilando información de distintos fabricantes de sistemas eléctricos para grúas. En cuanto a los registros de check list del equipo se identificó que no se ha estado llenando correctamente cada vez que se usa el equipo los últimos meses, se tuvo que recopilar la documentación registrada en un periodo de 12 meses.

Para la realización de la encuesta a los colaboradores, la restricción que se encontró, es que los colaboradores están distribuidos en diferentes turnos de trabajo, se superó esta limitación coordinando con los colaboradores para que pudieran completarlo antes de acabar su turno de trabajo

❖ **Discusión:**

R1. En los resultados obtenidos para poder realizar una implementación es primeramente la recopilación de información de los equipos en situ, registro e historial de fallas de los equipos. Para garantizar la disponibilidad del equipo y mejorar la seguridad en el uso del equipo de izaje

Al respecto (Díaz 2020), aplica la técnica de las piezas de repuesto centradas en la fiabilidad (RCS) para mejorar la gestión de las piezas de repuesto de los equipos esenciales. Las especificaciones técnicas de los equipos instalados, los historiales de funcionamiento y mantenimiento de 2016 a 2019 y la recopilación de datos in situ son las áreas clave en las que se centra el enfoque del estudio. Se identificaron siete sistemas eléctricos como "CRÍTICOS" en función de los resultados del Análisis de criticidad, y se aplicó RCM a estos sistemas. Los sistemas clasificados como "IMPORTANTE" y "NORMAL" se mantendrán utilizando métodos convencionales

R2. Los resultados obtenidos en el diagnóstico del equipo, dio a conocer la condición actual de la falla recurrente el cual se idéntico que la falla recurrente es en el sistema eléctrico, específicamente en el sistema eléctrico de alimentación de la grúa.

Al respecto (Álvarez & Barahona 2020), en su estudio la aplicación de prácticas de mantenimiento mejoradas, el puente grúa del Taller de Fundición de la Escuela de Mecánica pudo volver a sus condiciones ideales de funcionamiento. La metodología del estudio siguió un enfoque lineal secuencial, empezando por una inspección técnica para identificar fallos y modos de fallo. A continuación, se llevó a cabo una intervención técnica en el puente grúa para renovar por completo sus parámetros de funcionamiento. Cabe señalar que, como parte de la intervención, se diseñaron e implementaron nuevos circuitos eléctricos para los motores, y el sistema mecánico se sometió a un mecanizado correcto de determinados elementos mecánicos

que la estructura del puente grúa requiere para seguir siendo operativo. El objetivo final de la intervención era garantizar que el puente grúa funcionara con la mayor eficiencia posible. Llegó a la conclusión de que los parámetros de funcionamiento del puente grúa podían restablecerse utilizando los planteamientos de mantenimiento de mejora que se habían creado para él. Sugirió que se aplicara íntegramente el plan de mantenimiento autónomo para garantizar la seguridad operativa del puente grúa y la conservación de sus parámetros de funcionamiento.

R3. El resultado obtenido en la planificación, es la realización de cronograma de trabajo y los costos que demandaría el cambio del nuevo sistema eléctrico en la refinería de Zinc. Para poder realizar la validación del mismo. Y con ello garantizar la seguridad de los colaboradores.

Al respecto (Ulloa 2019), en su estudio mejora el proceso operacional para reducir los riesgos en las grúas aéreas en el área de Fundición de la empresa ANDEC S.A, utilizando las herramientas adecuadas de Seguridad Industrial. Utiliza la metodología matemática de William Fine para identificar los elementos de riesgos asociados a la actividad laboral y crear medidas de control para reducir el impacto o daño, obtuvo como actividad peligrosa el levantamiento y traslado de las cucharas con acero, la misma que presenta factores de riesgos de tipo físico, mecánico y químico. Concluye analizando que los factores de riesgos dentro del área de fundición de la empresa ANDEC S.A. a través de la herramienta conocida como matriz de riesgos la cual y la aplicación del método de William Fine. Se realizó la propuesta de capacitaciones a todos los 48 trabajadores del área de fundición Bajo el nombre de Riesgos Mecánicos y Químicos y sus diferentes factores.

R4. Los resultados obtenidos en diseñar el nuevo sistema eléctrico para garantizar la disponibilidad y seguridad al usar el equipo de izaje. Se obtuvo como resultado el sistema

eléctrico extensible ya que este sistema es versátil y práctico, de fácil mantenimiento y económicamente más rentable.

Al respecto (Luna 2023), Para lograr el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico, abordo un problema concreto o utilizo una técnica específica en su estudio, centrándome en la búsqueda y el fortalecimiento del conocimiento para su aplicación.. La metodología que aplico, es la TEORÍA DE CAMBIO. Que viene a ser el ejercicio de aprendizaje colaborativo y multiactor que permite entender las realidades complejas de un sistema, en el ejercicio continuo de reflexión y análisis sobre el cambio y la percepción de la realidad, Identificando las mejores estrategias para lograr los resultados esperados. Concluyó en presentar una propuesta de reformulación e implementación del sistema eléctrico, logrando reducir considerablemente los gastos de generación de energía eléctrica y cumpliendo con entregar, seguridad, estabilidad y continuidad en el sistema eléctrico del campamento base Wandary.

❖ Conclusiones:

- Se consigue realizar la implementación del sistema eléctrico con la información que se recolectó de los equipos, check list, historial de fallas, se determinó que la falla recurrente en el puente grúa de lixiviación es en el sistema eléctrico, específicamente en el sistema eléctrico principal el cual alimenta al puente grúa. Generando que el equipo quede inoperativo y retrasando los trabajos programados con el equipo, a su vez impactando en la seguridad ya que corre el riesgo que el equipo se quede con carga suspendida generando riesgo a los colaboradores.

- Se ejecuta un análisis de las condiciones actuales de los equipos e identificar cual es la falla más recurrente en el área de lixiviación para poder proponer una mejora que

garantice la seguridad de los colaboradores y a su vez que el equipo esté disponible y evitar que falle.

- La planificación de los recursos para el nuevo sistema eléctrico, garantiza identificar los suministros, tiempos de instalación y el costo que demandaría cambiar el nuevo sistema, para garantizar la seguridad de los colaboradores cuando utilizan el puente grúa.
- En el diseño del nuevo sistema eléctrico de alimentación, se realizó la toma de medidas para verificar la longitud que se requiere para el nuevo sistema eléctrico, se determinó el tipo de sistema a instalar, se idéntico dónde van a estar instalados los soportes que sujetan el cable de acero y la cantidad de carros porta cables que se requiere para la instalación del nuevo sistema eléctrico, para asegurar la seguridad de los colaboradores que utilizan el puente grúa y evitar que la grúa quede inoperativa con cargas suspendidas.

❖ **Implicancia:**

- **Implicancia Practica:** En el presente estudio se realizó una comparación de los 2 sistemas eléctricos: Sistema Eléctrico C-track y el sistema eléctrico de cable extensible, seleccionando el sistema eléctrico de cable extensible por ser la opción más viable tanto en su diseño, costo y tiempo de instalación. Que ayudara a resolver el problema del sistema eléctrico que presenta la grúa.
- **Implicancia Teórica:** Este estudio servirá para futuras investigaciones como guía de consulta, ya que actualmente la información con respecto a sistema eléctricos para grúas es limitada. Por ello se ha tenido que recopilar información de diferentes fuentes como manuales.

Referencias

Alvarez, & Barahona. (2020). Restauración de las condiciones de funcionamiento óptimo del puente grúa del taller de fundición de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH mediante técnicas de mantenimiento mejorativo.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14567>

Bernal. (2010). Metodología de la investigación.

Boyd. (2017). Estadísticas De Accidentes Con Grúas En Los Estados Unidos. Dean Boyd.

<http://deanboyd.com/estadisticas-de-accidentes-con-gruas-en-los-estados-unidos/>

CETYS. (2020). Conceptos básicos de seguridad industrial. CETYS Educación Continua.

<https://www.cetys.mx/educon/conceptos-basicos-de-seguridad-industrial/>

Conductix. (2023a). Carros de traslación para rieles cuadrados | United States of América.

<https://www.conductix.us/es/productos/sistemas-de-cables-tipo-feston/carros-de-traslacion-para-rieles-cuadrados>

Conductix. (2023b). Catalog_-Feston_Sistemas_de_Feston_de_Cable.pdf.

https://www.conductix.us/sites/default/files/downloads/Catalog_-Feston_Sistemas_de_Feston_de_Cable.pdf

Conductix. (2023c). Sistemas de barras conductoras | United States of América.

<https://www.conductix.us/es/productos/sistemas-de-barras-conductoras>

Conductix. (2023d). Sistemas de cables tipo festón | United States of América.

<https://www.conductix.us/es/productos/sistemas-de-cables-tipo-feston>

Díaz. (2020). Optimización del plan de mantenimiento e inventario de repuestos del área eléctrica de la central hidroeléctrica alazán, basado en el análisis de criticidad y mantenimiento centrado en confiabilidad [masterThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10534>

Flores. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

GH Perú SAC. (2023). Puente grúa | Productos. GH Cranes. <https://peru.ghcranes.com/peru/productos/puente-grua>

Gonzalez, C. G., & Serin, A. F. (2023). Mejora del plan de seguridad para reducir los accidentes laborales en la empresa Grúas VP- 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120853>

Lalangui. (2017). Población y muestra para Tesis. *Emprendimiento Contable Perú*. <https://www.emprendimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/>

León. (2016). MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN ~ PROYECTO EDUCATIVO. <http://leon-vera-proyectoedu.blogspot.com/2016/09/metodos-de-investigacion.html>

López. (2019). Estadística descriptiva. *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>

LUDUS. (2023). Puente grúa: Qué es, tipos y usos. <https://www.ludusglobal.com/blog/puente-grua>

- Luna. (2023). Reformulación del sistema eléctrico en campamento base Wandary Quincemil, Quispicanchi Cusco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7641>
- Minera, S. (2017). 3 causas principales de los accidentes en el izaje de carga. *Revista Seguridad Minera*. <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/3-causas-principales-de-los-accidentes-en-el-izaje-de-carga/>
- Minera, S. (2018). Revisión de un accidente por manipulación de materiales. *Revista Seguridad Minera*. <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/revision-de-un-accidente-por-manipulacion-de-materiales/>
- Neyra. (2020). Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo. *Industrial Data*, 23(1), 127-142. <https://doi.org/10.15381/idata.v23i1.16961>
- Ortega. (2023). Estadística inferencial: Qué es, importancia y ejemplos. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-inferencial/>
- OSINERGMIN. (2023). DS-024-2016-EM.pdf. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-024-2016-EM.pdf
- Ramos. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), Article 1.
- Rivas. (2021). Sistema eléctrico—Qué es, definición y concepto. *Muy Tecnológicos*. <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/sistema-electrico>
- R&M. (2018). INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.
- SGSCorp. (2023). Importancia de la seguridad eléctrica en la prevención de accidentes de trabajo. *SGSCorp*. <https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2023/05/importancia-seguridad-electrica-prevencion-accidentes-trabajo>

STAHL CraneSystems. (2023). Grúa suspendida de una viga. STAHL CraneSystems.

<https://www.stahlcranes.com/de/produkte/krananlagen/eintraegerhaengekran.html>

TADI S.A. (2023). Festoon Lineas Eléctricas. <https://www.tadisa.com.ar/festoon.php>

Ulloa. (2019). Propuesta para la implementación de un plan de Seguridad Industrial para mejorar

el proceso operativo en las grúas aéreas Danieli 103 y 107 del área de fundición de la

Empresa Andec S.A. [Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería

Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.].

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43060>

Vargas. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia

científica. Revista Educación, 33(1), 155. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

Wikipedia. (2022). Puente-grúa. En Wikipedia, la enciclopedia libre.

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Puente-gr%C3%B1a&oldid=147819642>

Anexos

ANEXO N°1. Check List de Pre-UsO de Grúa Puente

		CHECK LIST DE PRE-USO DE GRUA PUENTE														Versión: 00			
TAG DEL EQUIPO:		CAPACIDAD:														SP-17-SA-FO-102			
ITEM	PARTE A INSPECCIONAR	FECHA: Completar según corresponda														MES:	OBSERVACIONES		
		TURNO A							TURNO B										
		Lun.	Már.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Már.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.				
1	El cable de acero se encuentra en buen estado? Presenta deformación..... Presenta hilos rotos.....																		
2	El cable de acero se encuentra lubricado?																		
3	El gancho de izaje se encuentra en buen estado? Presenta deformación en su estructura.....																		
4	El pestillo de seguridad del gancho se encuentra en buen estado? El resorte está operativo..... Presenta desgaste el cuerpo del pestillo.....																		
5	Los cables eléctricos se encuentran en buenas condiciones? Se aprecia cables electricos dañados.....																		
6	El tablero eléctrico se encuentra en buenas condiciones? El tablero eléctrico presenta deformaciones..... El tablero eléctrico se encuentra cerrado.....																		
7	Los carros portacables se encuentran en buen estado? Los carros se desplazan correctamente a lo largo de la viga.....																		
8	El mando inalambrico se encuentra en buenas condiciones? Los pulsadores se liberan al momento de soltarlos..... Funciona el selector de encendido.....																		
9	Las 02 velocidades se encuentran funcionando en el izaje (subir)?																		
10	Funciona el pulsador de emergencia en subida?																		
11	Las 02 velocidades se encuentran funcionando en el izaje (bajar)?																		
12	Funciona el pulsador de emergencia en bajada?																		
13	La 02 velocidades de traslación se encuentran funcionando derecha - izquierda?																		
14	La sirena se encuentra operativa?																		
15	La circulina se encuentra operativa?																		
ESTADO DE LA GRÚA - Marcar según corresponda Operativo <input checked="" type="checkbox"/> Inoperativo <input checked="" type="checkbox"/>		De encontrar alguna observación por malas condiciones y/o componentes inoperativos deben ser informados inmediatamente al supervisor.														Observación Adicional: (De ser el caso)			
APELLIDO Y FIRMA DEL SUPERVISOR																			Observación Adicional: (De ser el caso)
APELLIDO Y FIRMA DEL OPERADOR																			Observación Adicional: (De ser el caso)

ANEXO N°2. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla	Problema general	Objetivo General	Hipótesis general	Independiente	De la Vi.:	De la Vi.:
	¿Cómo implementar el sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla?	Implementar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla	La implementación de un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa mejora su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla	Sistema Electrico	Sistema de barra dura.	# Orden Trabajo Preventivo
					Sistema C-track	# Orden de trabajo correctivo
					Sistema de Cable extensibles	# Registro de Falla
					Sistema de carros de traslación para rieles cuadrados.	# Horas de emergencia
					Calidad	# Capacitaciones
	Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicos	Dependiente	De la Vd.:	De la Vd.:
	✓ ¿Cómo realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos que influyen en su operatividad?	✓ Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos que influyen en su operatividad.	✓ La realización de un diagnóstico de la situación actual de los equipos y sus factores externos influirá en la mejora de su operatividad.		Entrenamiento al personal	# Capacitaciones
	✓ ¿Cómo planificar los recursos para elaborar el nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinera de zinc-cajamarquilla?	✓ Planificar los recursos para elaborar el nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinera de zinc-cajamarquilla	✓ La planificación de los recursos mejora la elaboración del nuevo sistema eléctrico en el área de lixiviación en la refinera de zinc-cajamarquilla	Seguridad	Normas	# Registro de Normas
✓ ¿Cómo diseñar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla?	✓ Diseñar un sistema eléctrico de alimentación principal de un puente grúa y su impacto en la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla	✓ El Diseño de un sistema eléctrico de alimentación principal para un puente grúa mejora la seguridad en el área de lixiviación en la refinera de zinc – cajamarquilla		Enfermedades ocupacionales	# Exámenes Médicos	
				Accidentes	# registro de Incidente	

ANEXO N°3. Cuestionario.

CUESTIONARIO

Estimado colaborador, soy bachiller de la Universidad Privada del Norte, se solicita su apoyo para el llenado del siguiente cuestionario el cual me ayudara para la investigación de estudio. Considerar que la información brindada es confidencial y anónima.

ITEM	PREGUNTAS	CALIFICACIÓN			
		3	2	1	0
1	¿En cada mantenimiento preventivo llena la orden de trabajo?				
2	¿En cada mantenimiento correctivo completa la orden de trabajo?				
3	¿Realiza un registro de fallas de los equipos?				
4	¿Realiza un registro de las horas de emergencia de los equipos intervenidos?				
5	¿Participa en la capacitaciones que brinda la empresa ?				
6	¿Recibe capacitaciones con respecto a seguridad en la empresa?				
7	¿Recibe capacitaciones de normas de seguridad en la empresa?				
8	¿Realiza los exámenes medico ocupacionales?				
9	¿Ha sufrido algún accidente de trabajo en el centro laboral?				
10	¿A sido capacitado con el curso de operador de puentes grúa?				

siempre	casi siempre	a veces	nunca
3	2	1	0