

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN PERSONAL DE
MANTENCIÓN EN PLANTA DE ELECTRODOS DE EMPRESA INDURA**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Profesional de Ingeniería en
PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:

Adrián Ricardo Vergara Gutiérrez

Profesor Guía:

Sr. Sebastián Amaro Belmar

2017

DEDICATORIA

Dedico estas palabras a quienes me acompañaron durante esta etapa de estudios, sobre todo en la parte final. A mis padres y mi familia por apoyarme en la decisión que tomé de estudiar esta carrera, por dejarme ser libre y poder dejar la casa varios meses en el periodo de prácticas, que sin duda fueron periodos de aprendizaje académico, como una lección de vida. Agradecer a todos los colegas que he conocido en este poco tiempo, pues cada uno me ha ido nutriendo de experiencias que seguramente serán de gran ayuda en el futuro.

A mis profesores de universidad, en especial a mi profesor guía, quien siempre tuvo la disposición de ayudar cuando se le requería, y que gracias a él tuve tranquilidad cuando tenía dudas sobre cómo y dónde aplicar este Trabajo de Título. Sin el contacto que me brindó en la empresa Indura, no se podría haber realizado esto.

A todos quienes me brindaron su apoyo en la empresa donde se basó mi trabajo, desde operadores a jefaturas, incluyendo a los practicantes que hicieron mi estadía más grata pues se formó un grupo de amigos en la oficina que siempre nos apoyábamos, y espero volver a encontrar a alguno en el futuro. Agradecer al personal de mantención de la empresa, a quienes interrumpía bastante día a día para conocer mejor como era su trabajo, aprendiendo bastante sobre electricidad, un tema no muy tomado en cuenta en la prevención de riesgos. A don Leonardo y don Daniel de Indura, como a don Pedro, que fue quien más tiempo pasé y que siempre tuvo disposición a enseñar de la experiencia que había adquirido en el tiempo. A las personas prevención de riesgos, administración, ingeniería y servicios que facilitaron herramientas para poder cumplir mis objetivos.

Finalmente a mi grupo de amigos de la universidad, quienes me incluyeron en su grupo cuando llegué y con quienes sigo en contacto y espero no perder esa relación que se creó y deseo que todo el esfuerzo que sé que han puesto en estos años sea recompensado en el futuro.

RESUMEN

KEYWORDS: EVALUACIÓN – RIESGOS ELÉCTRICOS – MANTENCIÓN – MATRICES DE RIESGO.

El presente trabajo tuvo como propósito realizar una evaluación de riesgos eléctricos en la Planta de Electrodo de la empresa INDURA S.A. Esto se realizó específicamente en el personal de mantención, pues a criterio propio, son quienes están más expuestos al riesgo evaluado.

Para analizar la situación actual de la organización, se basó en lo descrito por distintas partes de la empresa, conociendo los distintos procedimientos internos actuales, los que deseaban implementar y poder así tener la base para identificar los factores de peligro a evaluar, agregando además la forma de trabajo específicos como las condiciones que pueden llevar a incidentes de acuerdo a normativa de seguridad eléctrica y otras técnicas.

El presente trabajo de título posee 4 capítulos. El primero se enfocó en dar contexto sobre donde se realizó la investigación, dando a conocer aspectos de la organización como describiendo el proceso productivo que se lleva a cabo en los equipos necesarios para elaborar el producto obtenido.

El segundo capítulo es del marco teórico, en el cual se explicaron los conceptos básicos con respecto a la electricidad, la forma en que se produce, cómo puede generar incidentes, los efectos que produce en el ser humano.

Luego, en el tercer capítulo, se nombraron distintos artículos importantes relacionados primero con la seguridad a las personas dentro de un ámbito laboral, y segundo a las condiciones de seguridad a las instalaciones presentes en normativas chilenas técnicas relacionadas en la electricidad.

Finalmente se realizó la evaluación de riesgos eléctricos, mediante las matrices de riesgos. Previamente, se dio a conocer lo relacionado a mantención en la empresa para dar contexto a que se iba a evaluar como determinar las zonas críticas que se enfocaría basado en número de mantenciones realizadas y en condiciones eléctricas peligrosas. Se identificaron los factores a evaluar basado en cuatro ramas de un Diagrama de Ishikawa, como con un análisis seguro del trabajo. Fueron evaluados los riesgos y propuestas las medidas preventivas necesarias.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

ALCANCE

JUSTIFICACIÓN

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

1.2. UBICACIÓN

1.3. MISIÓN

1.4. VISIÓN

1.5. POLÍTICA DE SEGURIDAD, SALUD, MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD “POLÍTICA SHEQ”

1.6. ORGANIGRAMA

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS

1.7.1. Introducción

1.7.2. Diagrama de procesos

1.7.2.1. Obtención de núcleos

1.7.2.2. Preparación de Pasta

1.7.2.3. Prensado

1.7.2.4. Hornos

1.7.2.5. Preparación producto terminado

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRICIDAD

2.2. RIESGOS ELÉCTRICOS

2.2.1. Choque eléctrico

2.2.1.1. Tipos de contacto eléctrico

2.2.1.2. Factores que influyen en el contacto eléctrico

2.2.2. Sobrecarga y cortocircuitos

2.2.3. Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo

CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL

- 3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DELA REPÚBLICA DE CHILE
- 3.2. CÓDIGO DEL TRABAJO
- 3.3. DECRETO SUPREMO N° 40/69 MINTRAB
 - 3.3.1. De la obligación de informar de los riesgos laborales
- 3.4. DECRETO SUPREMO N° 594/99 MINSAL
 - 3.4.1. De las Condiciones Generales de Seguridad
 - 3.4.2. De la Prevención y Protección contra Incendios
- 3.5. NORMA CHILENA ELÉCTRICA N° 4/2003 SEC
 - 3.5.1. Tableros eléctricos
 - 3.5.2. Material eléctrico
 - 3.5.3. Conexión a tierra
- 3.6. NSEG 5/71 SEC
 - 3.6.1. Protecciones de las instalaciones: Tierra
 - 3.6.2. Protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes
- 3.7. NSEG 20/78 SEC
 - 3.7.1. Subestaciones transformadoras Interiores
 - 3.7.2. Niveles de iluminación
 - 3.7.3. Subestaciones de a nivel de suelo

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN PERSONAL DE MANTENCIÓN PLANTA DE ELECTRODOS

- 4.1. MANTENCIONES EN PLANTA DE ELECTRODOS
- 4.2. SISTEMA ELÉCTRICO PLANTA DE ELECTRODOS
- 4.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS
 - 4.3.1. Características personales
 - 4.3.1.1. Factores personales
 - 4.3.1.2. Acciones inseguras
 - 4.3.2. Agentes Materiales
 - 4.3.2.1. Máquinas
 - 4.3.2.2. Materiales
 - 4.3.3. Entorno Ambiental
 - 4.3.3.1. Humedad
 - 4.3.3.2. Polvo metálico
 - 4.3.4. Organización
 - 4.3.4.1. Métodos
 - 4.3.4.2. Mediciones
 - 4.3.4.3. Sistema de comunicación

- 4.4. MATRICES DE RIESGO
- 4.5. MATRIZ DE RIESGO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA
- 4.6. MATRIZ DE RIESGO DE TREFILACIÓN Y CORTE
- 4.7. MATRIZ DE RIESGO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
- 4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MATRICES DE RIESGOS
- 4.9. PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO PARA MEDIDAS DE CONTROL

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A: GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO

ANEXO B: INSTRUCTIVO DE TRABAJO SEGURO TREFILACIÓN Y CORTE INDURA

ANEXO C: INFORME TERMOGRÁFICO INDURA

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Ubicación Indura S.A. Planta de Electrodo
- Figura 1-2. Organigrama General Planta de electrodo
- Figura 1-3. Soldadura al arco manual
- Figura 1-4. Diagrama proceso productivo elaboración electrodo
- Figura 1-5. Pay Off
- Figura 1-6. Trefilación por rodillos
- Figura 1-7. Trefiladora 7p
- Figura 1-8. Trefiladora 4p
- Figura 1-9. Cortadora Curto 1000
- Figura 1-10. Cortadora con Bobinador.
- Figura 1-11. Procesado de celulosa
- Figura 1-12. Alimentador de celulosa
- Figura 1-13. Celulosa procesada y ensacada
- Figura 1-14. Mezclador
- Figura 1-15. Panera
- Figura 1-16. Proceso de preparación de panes de pasta
- Figura 1-17. Prensa
- Figura 1-18. Escobillado de electrodo
- Figura 1-19. Hornos ETC
- Figura 1-20. Hornos verticales HECO
- Figura 1-21. Electrodo como producto final
- Figura 2-1. Átomos y cargas eléctricas
- Figura 2-2. Carga eléctrica
- Figura 2-3. Líneas de campo eléctrico
- Figura 2-4. Movimiento de electrones en un conductor
- Figura 2-5. Movimiento de electrones en buen (A) y mal (B) conductor
- Figura 2-6. Ley de Ohm
- Figura 2-7. Generación y Distribución de energía eléctrica
- Figura 2-8. Contactos eléctricos Directos e Indirectos
- Figura 2-9. Trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo
- Figura 2-10. Quemadura eléctrica de mano
- Figura 3-1. Cubierta cubre equipos de tablero eléctrico
- Figura 3-2. Medidor analógico de tensión
- Figura 3-3. Medidor analógico de corriente
- Figura 4-1. Diagrama Ishikawa

Figura 4-2. Dispositivos de bloqueo y señalización

Figura 4-3. Cables de fuerza y control

Figura 4-4. Tablero sin/con acrílico protector

Figura 4-5. Tablero sin/con burletes de goma

Figura 4-6. Interruptor desconectado

Figura 4-7. Tablero sin/con separadores de polo

Figura 4-8. Cierre perimetral sin aterrizar

Figura 4-9. Luz piloto no operativa

Figura 4-10. Agujero con filtración de agentes ambientales

Figura 4-11. Tablero sin/con cubierta cubre equipos

Figura 4-12. Tableros con fallas de aislación ante agentes ambientales

Figura 4-13. Puerta de tablero con problemas para cerrar

Figura 4-14. Luces piloto inoperativas

Figura 4-15. Tablero sin/con indicadores de tensión y corriente

Figura 4-16. Tablero sin/con cable a tierra

Figura 4-17. Medida subestándar de espacios de trabajo

Figura 4-18. Medidas que cumplen estándar de dimensiones del cierre perimetral

Figura 4-19. Mediciones de luxómetro

Figura 4-20. Polvo metálico

Figura 4-21. Distancia de generación de polvo a TdF

Figura 4-22. Mediciones termográficas

Figura 4-23. Mediciones termográficas

Figura 4-24. Disyuntores generales del TdF

Figura 4-25. Dispositivo de bloqueo

Figura 4-26. Bloqueo y señalizado

Figura 4-27. Medición de voltaje

Figura 4-28. Tensores de trefilación

Figura 4-29. Calentador de rodamientos y guantes térmicos

Figura 4-30. Motor eléctrico desmontado

Figura 4-31. Barras de desconexión de S/E

Figura 4-32. Equipo de puesta a tierra Media Tensión

Figura 4-33. Pértiga y medidor de voltaje a distancia

Figura 4-34. Fusibles de S/E

Figura 4-35. Guantes dieléctricos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Tipos de Tensiones

Tabla 3-1. Espacios libres S/E

Tabla 3-2. Iluminación S/E

Tabla 4-1. Resultados evaluación de riesgos

Tabla 4-2. Evaluación de Riesgos de Factores identificados en Diagrama de Ishikawa

Tabla 4-3. Evaluación de Riesgos de Mantenciones de Trefilación y Corte

Tabla 4-4. Evaluación de Riesgos de Mantenciones de S/E

Tabla 4-5. Conteo de tipos de riesgos en matrices MIPER

Tabla 4-6. Carta Gantt medidas de control

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1. Intensidad de corriente vs tiempo

Gráfico 4-1. Mantenciones de equipos según proceso (2011-2016)

Gráfico 4-2. Cantidad de tipos de riesgos

SIGLAS

4p	: Cuatro pases.
7p	: Siete pases.
Art	: Artículo.
AST	: Análisis Seguro del Trabajo.
C	: Consecuencia.
CA	: Control Administrativo.
CA	: Corriente Alterna.
CETI	: Centro Técnico INDURA.
CI	: Control de Ingeniería.
CO2	: Dióxido de Carbono.
D.S	: Decreto Supremo.
E	: Eliminación.
EPP	: Elemento de Protección Personal.

FEM	: Fuerza electromotriz.
I	: Intensidad eléctrica.
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IP	: Índice de protección.
ISP	: Instituto de Salud Pública.
ITS	: Instructivo de Trabajo Seguro.
MC	: Mantenión Correctiva.
MINSAL	: Ministerio de Salud.
MINTRAB	: Ministerio del Trabajo.
MIPER	: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos.
MP	: Mantención Preventiva.
NSEG	: Norma de Seguridad.
P	: Probabilidad.
PTS	: Permiso de Trabajo Seguro.
Q-EL	: Eléctricamente calificado.
R	: Resistencia.
R	: Riesgo.
S	: Sustitución.
S.A.	: Sociedad Anónima.
S/E	: Subestación Eléctrica.
SEC	: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
SHEQ	: Security, Health, Quality and Environment.
TDF	: Tablero de Fuerza.
V	: Voltaje.

SIMBOLOGÍA

°C	: Grado Celsius.
A	: Ampere.
kV	: Kilo Voltios.
m	: Metro.
mA	: Mili Ampere.
mm	: Milímetro.
ms	: Mili Segundo.
N°	: Número.
V	: Voltios.

INTRODUCCIÓN

La electricidad en el ámbito de la ingeniería se refiere a una clase de energía que se basa en el movimiento de componentes de carga negativa o electrones a través de un elemento conductor para así ser fuente de energía para otros sistemas como sistemas mecánicos.

Esta energía produce beneficios a la sociedad, como son la generación de iluminación, calor y movimiento, que son utilizados tanto a nivel industrial como domiciliario.

La energía eléctrica requiere trabajar con ella en forma responsable en cuanto a seguridad para su uso y manipulación. Los riesgos eléctricos son los derivados de la exposición de un trabajador con la energía eléctrica de las instalaciones de sus respectivos trabajos, donde se distinguen accidentes en que hay circulación de corriente a través del cuerpo, accidentes por efectos de arcos eléctricos intensos, como accidentes por corrientes inducidas en el organismo, los cuales generan quemaduras, daño a sistemas humanos e incluso la muerte.

En Chile las normativas en cuanto a las instalaciones eléctricas están reguladas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) que nace en 1904 con el nombre de Inspección Técnica de Empresas y Servicios Eléctricos, evolucionando en sus funciones hasta convertirse en la principal agencia pública responsable de supervigilar el mercado de la energía. Hay Leyes, Decretos, Decretos Tarifarios, Oficios y Resoluciones que son impuestas por la SEC, como normas técnicas donde se destaca la Norma Chilena eléctrica N°4/2003, que establece las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión, es decir, aquellas que trabajan a menos de 1000 voltios.

En la planta de electrodos de Indura se trabajan con distintas maquinarias que necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento, pues hay partes móviles en las líneas de producción. Estas máquinas o equipos necesitan de intervenciones, que son realizadas por personal de mantención. Estas mantenciones son del tipo mecánico o eléctrico, sin embargo, el mantenedor se expone a distintos tipos de energía, siendo la electricidad la forma que genera gran daño en caso de una mala aislación eléctrica. Generalmente hay empresas en los cuales el personal de mantención, producto de su experiencia adquirida en años de trabajo, adquiere costumbres que van en contra de la seguridad de ellos mismos, que son influenciadas principalmente por acelerar los tiempos de realización de sus tareas, como por la confianza de no haber sufrido incidentes, que lo lleven a reflexionar y cumplir con los procedimientos que evitan que se expongan al riesgo eléctrico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los riesgos eléctricos que se exponen los trabajadores de mantención de la Planta de electrodos Indura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Definir las tareas y responsabilidades de los trabajadores de mantención.
- b) Identificar peligros en trabajos y áreas específicas según los procesos que se realizan y evaluar los riesgos eléctricos.
- c) Determinar medidas preventivas para los peligros que generan el riesgo eléctrico.

ALCANCE

El tema a tratar se desarrollará en la planta de electrodos de la empresa INDURA S.A, Comuna de Cerrillos, Santiago. El personal a evaluar será el del área de mantención de la planta, enfocado a los trabajos realizados en el área de trefilado y corte de núcleos de electrodos, como a sus condiciones, enfocado en el aspecto eléctrico.

Las evaluaciones de riesgos que se realizaran a las fuentes de peligro serán realizadas en base a la metodología dispuesta en la Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad, del Instituto de Salud Pública (ISP), complementado con normativa eléctrica nacional de aspecto técnico.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, los trabajadores se encuentran expuestos a distintos riesgos en sus áreas de trabajo dependiendo del rubro que sea. Uno de los que mayor daño produce al tener contacto con él es el derivado de los riesgos eléctricos, por eso evaluarlos es algo necesario para conocer la probabilidad de que ocurra un suceso y sus posibles consecuencias, como generar medidas que busquen evitar los contactos de los hombres con esta energía eléctrica y así evitar accidentes graves o fatales, que son los que más se presentan si no se tratan los riesgos ya mencionados.

En general, los trabajadores que más se pueden exponer al contacto con energía eléctrica son los de mantención, sobre todo los del área eléctrica, al ser una labor que obliga a mantener contacto humano con maquinarias y equipos, por lo que los procedimientos de trabajo y las distintas medidas preventivas son fundamentales para evitar incidentes laborales indeseables. Por esa razón este trabajo lo que busca es ayudar a las actuales medidas de prevención que tiene la empresa Indura para combatir los riesgos eléctricos, como incorporar nuevas medidas o procedimientos en áreas o trabajos específicos.

METODOLOGÍA

La metodología para realizar este Trabajo de Titulación inicia con visitas a la empresa para conocer el proceso productivo, como dar a conocer al Jefe de Planta y Jefe de Mantenimiento el tema que se desarrollará, la forma en que se trabajará, las necesidades que se requerirán, y los resultados deseados que serán una retribución para la empresa.

Posteriormente se acude permanentemente desde el 26 de Diciembre al 10 de Febrero, en jornadas laborales donde se hará la evaluación de riesgos eléctricos de las tareas de mantenimiento, como la creación de distintos informes y procedimientos escritos específicos relacionados con el riesgo eléctrico.

Para este trabajo, se dicta el alcance de las zonas en donde se realizará la evaluación nombrada, basándose en la estadística de cantidad de mantenciones preventivas y correctivas realizadas en la empresa registradas en el sistema de información de mantenimiento, como en el criterio de peligrosidad de exposición a riesgos eléctricos al personal de mantenimiento.

La identificación de peligros se hará mediante un Análisis de Trabajo Seguro (AST) que detalla las etapas que se hacen, y se recomiendan las tareas que deben realizarse. Además, se incluirá el método propuesto por la Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad, del Instituto de Salud Pública (ISP) (Anexo A). Posteriormente se realizará la evaluación de riesgos a partir de los peligros, mediante la Matriz de identificación de Peligros y evaluación de Riesgos (MIPER).

Se complementará la evaluación de riesgos con el informe técnico realizado en conjunto al alumno practicante de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Rodrigo Olivos y del Ingeniero eléctrico especializado en la revisión de los sistemas eléctricos, Ronald Vásquez, sobre las condiciones actuales del sistema eléctrico, enfocado en temas preventivos dentro del aspecto técnico basado en normativa eléctrica, como utilizando la técnica de la termografía para detectar fuentes de posibles fallas (Anexo C).

Finalmente, se entregará a la empresa Instructivos de Trabajo Seguro (ITS) para el Aislamiento, Bloqueo y Verificación de ausencia de voltaje de los equipos del alcance de este trabajo, sumado a los demás equipos de la Planta de electrodos que se les realiza intervenciones por el personal de mantenimiento (Anexo B).

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

INDURA es una empresa del grupo Air Products, una compañía de gases industriales a nivel mundial, con más de 70 años de historia, presencia en más de 50 países y con más de 20.000 trabajadores.

Se constituyó el 17 de Agosto del 1948, con un capital inicial de \$5.000.000 creando la primera planta de electrodos en el actual terreno de Maipú, comenzando a funcionar en el año siguiente, produciendo el primer año 94.299 kilogramos de electrodos.

En 1975 Indura inicia un programa de exportación a países latinoamericanos, comenzando un crecimiento de la empresa. Tres años después se crea el Centro técnico Indura, institución dedicada a la formación de soldadores.

Con el tiempo, las exportaciones han alcanzado niveles internacionales, creando nuevos productos relacionados a electrodos, gases, elementos de protección personal, entre otros productos especializados, que se aplican a distintos rubros, como lo son acuícola, alimentos, científico, metalmecánica, procesos industriales, salud y seguridad industrial.

1.2. UBICACIÓN

INDURA S.A cuenta con 45 sucursales a nivel nacional, dedicadas a distintos productos. La empresa de este Trabajo de Título es aquella ubicada en la Región Metropolitana, camino a Melipilla 7060, Cerrillos, la cual se divide en tres áreas: Centro Tecnológico Indura (CETI), Planta de Gases y la Planta de electrodos (Figura 1-1).



Fuente: <https://goo.gl/maps/RnHWrRXEsdC2>

Figura 1-1. Ubicación Indura S.A. Planta de Electroodos

1.3. MISIÓN

Es la razón de ser de la existencia de una empresa u organización, siendo la misión de INDURA S.A.: “Mejoramos el mundo con soluciones avanzadas tan simples como el aire.”

1.4. VISIÓN

Se define como el camino al cual se dirige la empresa a largo plazo. Es por ello que INDURA S.A. indica: “Ser los mejores. Siendo los más seguros y rentables en Sudamérica, logrando la preferencia continua de los clientes y el compromiso de nuestros colaboradores.”.

1.5. POLÍTICA DE SEGURIDAD, SALUD, MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD “POLÍTICA SHEQ”

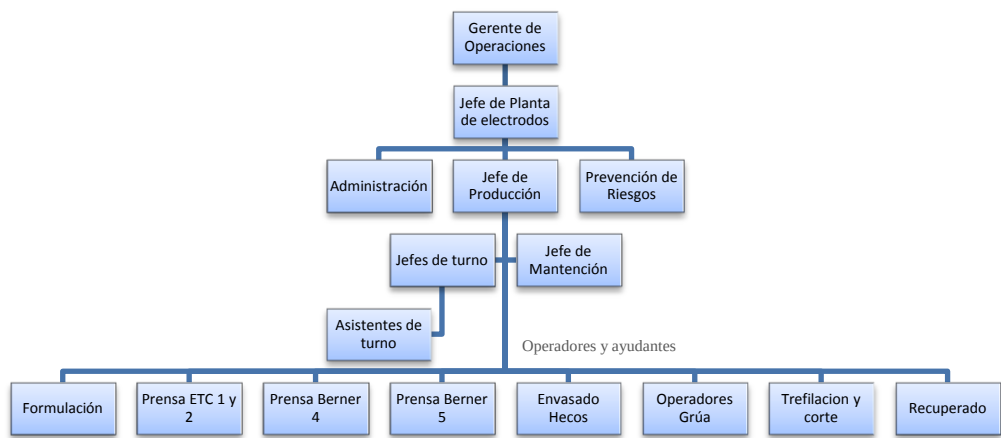
La política de la empresa es el compromiso que adoptan por la calidad, la seguridad, la salud de las personas y la protección del medioambiente. La empresa mediante se basa en un sistema de gestión integral para declarar la siguiente política: “Seremos una industria líder en el desempeño medio ambiental, calidad y de seguridad y

salud. Estamos comprometidos con los siguientes principios básicos en la gestión de nuestros negocios.

- Cumplimiento de toda la legislación y regulaciones ambientales, de seguridad y salud aplicables a nuestras operaciones.
- Mejoramiento continuo en nuestro desempeño de seguridad, salud, calidad y protección de las instalaciones, con el objetivo último de cero pérdidas.
- Reducción continua de los impactos ambientales de nuestras operaciones en apoyo de nuestros objetivos de sostenibilidad, incluyendo la prevención de todo escape de materiales tóxicos y peligrosos en pleno cumplimiento con nuestros permisos medioambientales.
- Diseño y operación de nuestras plantas e instalaciones de manera de proteger el medioambiente, la seguridad y salud de nuestros empleados, contratistas y comunidad.
- Aplicación del Sistema de Gestión de Riesgos a los riesgos significativos de medio ambiente, seguridad y salud, para alcanzar nuestros objetivos.
- Desarrollo y elaboración de productos que puedan ser fabricados, distribuidos, usados, y reciclados o dispuestos de una manera segura y sostenible, satisfaciendo los requerimientos de nuestros clientes.
- Debate abierto de nuestras prácticas y desempeño medioambiental, calidad, seguridad y salud.
- Activa participación en iniciativas de Conducta Responsable e iniciativas similares en los países en los cuales operamos”

1.6. ORGANIGRAMA

La organización de la planta de electrodos se encuentra liderada por el Gerente corporativo de operaciones, quien tiene bajo su mando las direcciones de electrodos y prevención de riesgos. Se aprecia la estructura organizacional general de los puestos de trabajo en el área operacional, donde hay uno o más encargado de cumplir las funciones necesarias (Figura 1-2).



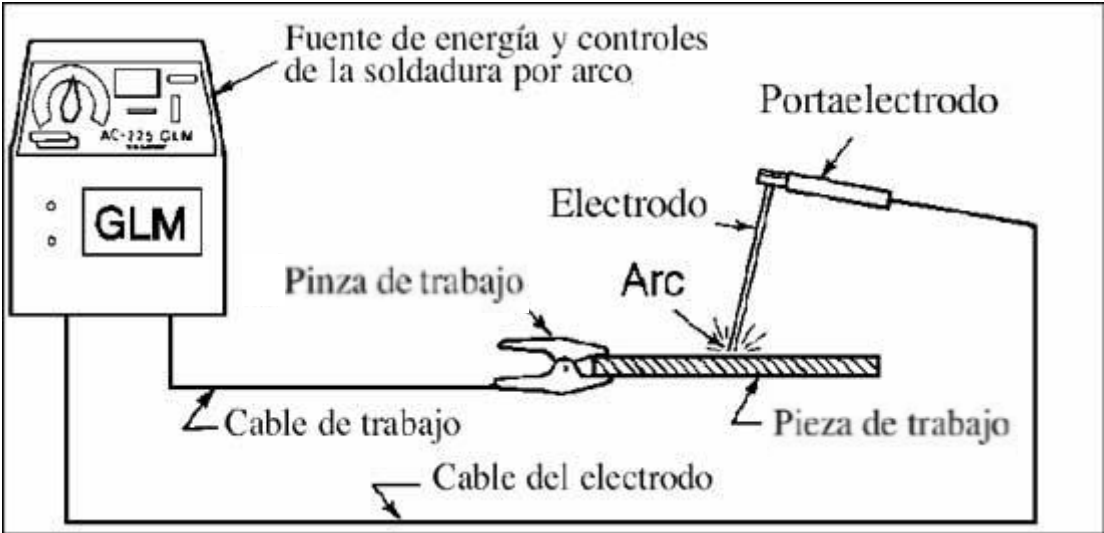
Fuente: Elaboración propia en base a organigrama de electrodos.

Figura 1-2. Organigrama General Planta de electrodos

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS

1.7.1. Introducción

La soldadura es un proceso que busca unión de dos o más piezas de un material, siendo la más común la soldadura al arco manual que consiste en ir agregando un material metálico, que, al fundirse, forma baño de soldadura y, al enfriarse, se convierte en una unión denominada cordón. Para esto se necesitan de electrodos, que son varillas metálicas que en su extremo se genera el arco eléctrico gracias a la inducción producida por el equipo de soldar. La varilla metálica a menudo va recubierta por una combinación de materiales que varían de un electrodo, y son los que generan un gas protector sobre la unión para que esta se lleve a cabo.



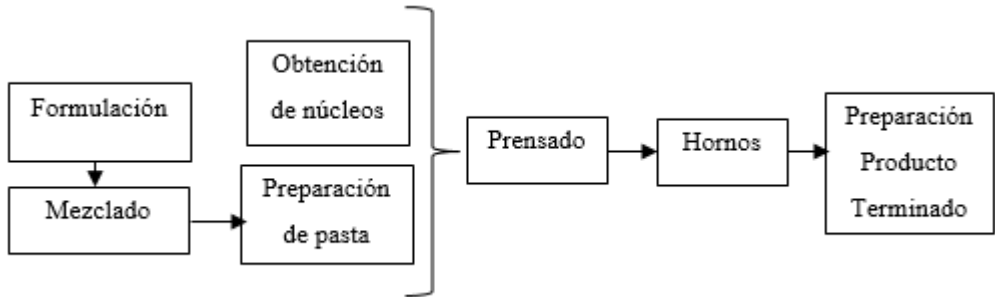
Fuente: <http://www.tecnosoud.com/riesgos2.htm>

Figura 1-3. Soldadura al arco manual

1.7.2. Diagrama de procesos

Los procesos productivos de la empresa están destinados a fabricar los electrodos de distintos tipos. Para esto, básicamente se necesita de una varilla de acero, también llamada núcleo del electrodo, y una pasta que la rodee que tendrá características especiales según sea el tipo de producto requerido.

Los procesos principales realizados en la planta de electrodos de Indura, están representados en el siguiente esquema (Figura 1-4), omitiendo actividades de adquisición y bodegaje de materias primas, como la comercialización del producto terminado.



Fuente: Elaboración propia en base a procesos productivos

Figura 1-4. Diagrama proceso productivo elaboración electrodos

1.7.2.1. Obtención de núcleos

- Trefilación y corte

El primer subproceso es el destinado a obtener las varillas metálicas que sirven de núcleo del electrodo utilizado en la soldadura. Para esto, se necesita de las materias primas que constan de rollos de alambre, con el cual se procesará para obtener el núcleo del electrodo. El alambre es puesto con grúas horquillas en una estructura llamada “Pay Off” (Figura 1-5), que consiste en una estructura cilíndrica que enrolla del alambre y se sube neumáticamente. El alambre es guiado por un rodillo giratorio que hará que este se desplace por las distintas máquinas de este proceso.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-5. Pay Off

La trefilación consiste en distintos rodillos que van sacando las impurezas del alambre, como a la vez disminuyendo su diámetro poco a poco hasta obtener el diámetro deseado según el requerimiento de cada tipo de electrodo. A la vez estos rodillos se encargan de obtener un alambre estirado y sin curvaturas, lo cual es esencial para el proceso de soldadura al tener un producto final que se utiliza por los clientes (Figura 1-6).



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-6. Trefilación por rodillos



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-7. Trefiladora 7p



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-8. Trefiladora 4p

El hilo metálico de alambre, al alcanzar el diámetro deseado, pasa a una cortadora que dimensiona los alambres hasta obtener las barras de acero que son los llamados núcleos del electrodo. Estas varillas se apilan después de salir de la cortadora en contenedores, para ser transportadas al siguiente proceso. Para esto se encuentran 2 trefiladoras, una de 4 pases y otra de 7 pases. La última va conectada a la cortadora Curto 1000 directamente, mientras que la de 4 pases enrolla el alambre en una bobinadora, y este es cargado en las cortadoras Curto 800 y Curto Indura.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-9. Cortadora Curto 1000



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

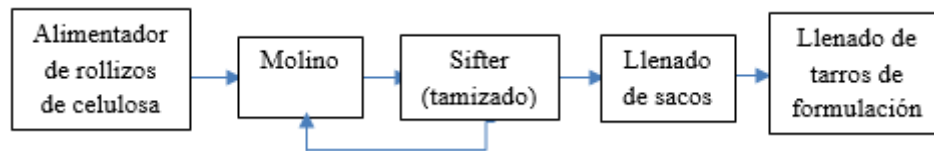
Figura 1-10. Cortadora con Bobinador.

1.7.2.2. Preparación de Pasta

- Formulación

Este proceso proviene de una parte de la planta llamada Formulación, en la cual se toman materias primas como son silicatos de Sodio o de Potasio u otras que están en estado sólido, granuladas principalmente, y de acuerdo al tipo de pasta que se desea formular, se agregan a un tambor metálico por parte de un operador que va midiendo el peso que agrega manualmente pues el tambor esta sobre una balanza, como verifica que se agregue automáticamente cuando se deja caer desde un silo a un nivel superior del tambor, el cual fue cargado con materias primas que tienen mayor peso por una grúa horquilla. Estos tarros terminados son etiquetados y enviados a mezclado. Para la exactitud de la preparación, el operador cuenta con una balanza electrónica conectada a un controlador en cuya pantalla se ven los requisitos de masa necesaria de la formula, como también que es la controla la apertura y cierre del llenado automático recién nombrado.

Hay que mencionar que antes de ir a mezclado, está la planta de procesado de celulosa, la cual es materia prima del recubrimiento celulósico que tiene gran parte de los electrodos puestos a la venta por la empresa. El procesado de celulosa se realiza de la forma indicada en la Figura 1-11.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-11. Procesado de celulosa

El alimentador (Figura 1-11) es donde se depositan los rollizos de celulosa que viene en forma de hojas enrolladas adquiridas a un proveedor, para que estas sean molidas en un molino. Luego son aspiradas por un ventilador que funciona constantemente para así ser llevadas a un tamiz sifter que de acuerdo al diámetro de las partículas de polvo de celulosa que pasa por él, o lo retiene para ser devuelto al molino, o pasa a ser producto final de este subproceso.

Si está de acuerdo al diámetro requerido, se van llenando sacos de 20 kilogramos de inmediato (Figura 1-12), sin ser acopiada la celulosa en contenedores para luego ser envasada como se hacía anteriormente en la empresa, pues se optimiza de esta nueva forma el tiempo del proceso. Los sacos al tener el peso necesario, se les ponen una costura mediante una herramienta eléctrica manual que sella el saco en segundos.

El operador diariamente tiene que ir realizando pruebas de granulometría cuyo requisito es que tenga un 85% de esta prueba aprobada para ser considerada apta para ser depositada en los tarros obtenidos de formulación, los cuales tienen indicaciones escritas de cuantos kilogramos de celulosa necesitan ser depositados a su interior para estar listos para pasar al proceso de mezclado, los cuales generalmente son requerimientos de 20, 30 o 40 kilogramos de celulosa. Este operador se encuentra expuesto a ruido laboral constantemente pues las máquinas de molienda más los ventiladores emiten gran parte de este agente acústico, por lo cual debe tener una cabina especial para operar las distintas máquinas, como ver el correcto funcionamiento a través de las cámaras de video que captan el proceso. El controlador de las distintas válvulas se encuentra fuera de esta cabina, sin embargo, este tiene falla en el tema de detección de chispas en su sistema de detección de incendios, sumado a lo obsoleto que se encuentra tecnológicamente hablando, por lo cual el personal de mantención tiene como objetivo cambiar completamente por uno nuevo, pues la falla nombrada no tiene arreglo.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-12. Alimentador de celulosa



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-13. Celulosa procesada y ensacada

- Mezclado

Con los tarros ya listos de formulación, incluyendo el llenado con celulosa según el tipo de recubrimiento que se busque realizar para el producto final, dichos tarros suben a los mezcladores. Allí se hace un mezclado en seco de 15 minutos de las materias primas granuladas, y luego 5 minutos de un aglomerado donde se les incluye un pegamento necesario para ser adheridos al núcleo posteriormente. El mezclador es básicamente un cono metálico con aspas rotativas que van homogenizando la mezcla de materias primas hasta obtener una pasta lista como subproducto.



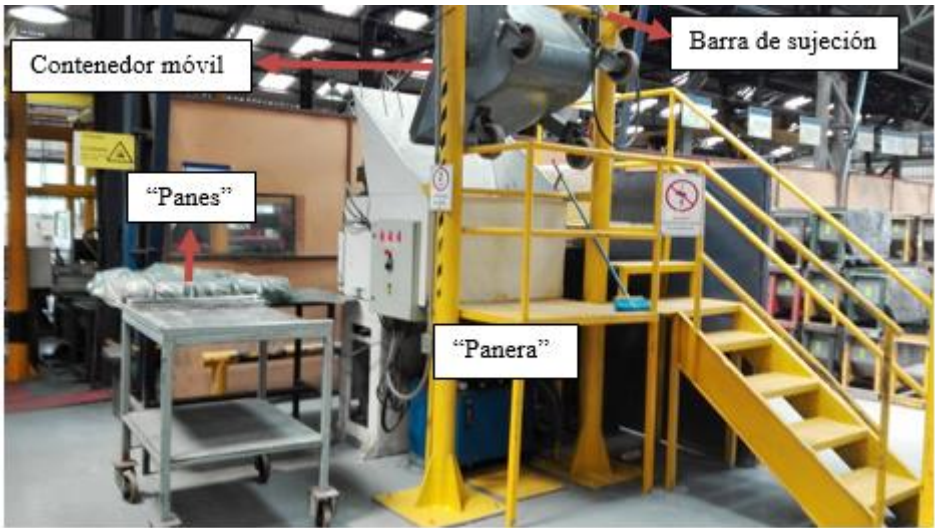
Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-14. Mezclador

1.7.2.3. Prensado

- Paneras

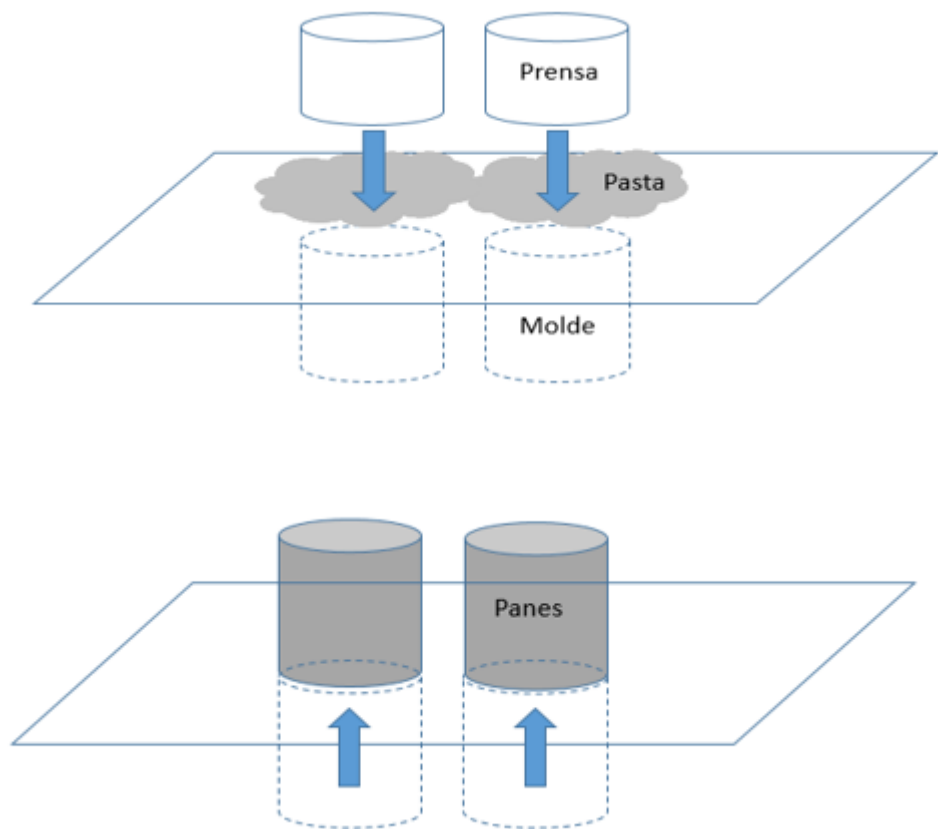
Esta al estar preparada, cae a un contenedor móvil que es transportado a la maquina denominada la “panera”, siendo subida por un mecanismo neumático operado por un control, donde el contenedor sube, es enganchado a una barra de sujeción, y es volteada la pasta sobre la maquina nombrada.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-15. Panera

Aquí la pasta se deja caer en porciones pequeñas, llenando unos orificios de molde manualmente, que darán la forma de los bloques cilíndricos o “panes” de pasta usados en la prensa posteriormente.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-16. Proceso de preparación de panes de pasta

Como se ilustra en las imágenes (Figura 1-16) la pasta es moldeada por prensas que descenden y que, al ser retiradas, el operador saca el exceso y presiona un accionador que hace que una plataforma que está en el nivel inferior suba el molde listo en forma de cilindro de pasta. Estos subproductos son puestos en bolsas plásticas y son entregados a los operadores de las prensas posteriores que necesitan de ellos para realizar su trabajo de prensado de electrodos. Se debe mencionar que en este proceso se tiene contacto directo entre las manos del operador con las prensas de moldeo, por lo cual actualmente se cuenta con un sensor de parada de emergencia de la maquina cuando detecte que el operador pone sus manos cuando la prensa va bajando, evitando el riesgo de atrapamiento de las extremidades superiores. Además el mismo movimiento de los pistones que bajan y suben genera un aumento de temperatura del metal que debe combatirse con agua constantemente.

- Prensas

Ya teniendo la pasta en forma de panes, como también los núcleos dimensionados, se procede a unir dichos subproductos para tener un producto más cercano al producto final. Para unir dichas partes, se utilizan prensas. Indura cuenta con 5 de ellas, denominadas las prensas ETC 1, 2 y 3, y las prensas más modernas denominadas Berner 4 y 5. La principal diferencia entre las maquinas ETC y las Berner, es que estas últimas tienen doble depósito de cilindros de pasta, por lo que, si se acaba uno, rotan y siguen ocupando al cilindro disponible, contando además con la ventaja de poseer una propia panera en el mismo equipo.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-17. Prensa

La función principal de todas las prensas es unir el núcleo con su revestimiento, por lo cual se introducen los núcleos metálicos a un alimentador de ellos, y son pasados por un dado de diámetro específico para cada núcleo de acuerdo al tipo de electrodo que se desea crear. Por otro lado, la prensa es cargada con panes de pasta en un depósito respectivo. Ya con la pasta lista, las varillas metálicas pasan a gran velocidad por la pasta, quedando unidos parcialmente ambos. En la ETC 1 solo se realiza esta labor, la misma que hacen las demás, pero este producto pasa a por impulso, y guiado por imanes, a la ETC 2 revotando en un círculo de goma ideado para eso, pasando a la línea de la otra prensa que también ya realizó la junta del núcleo y la pasta, pues la ETC 2 tiene una parte de su cadena productiva que consiste en un escobillador fino para la parte externa, como otros escobilladores que se dedican a sacar parte de la pasta en un extremo para que sea la parte del electrodo donde se conecta al porta electrodo cuando

ya sea un producto usado por el cliente, como también se le saca parte del recubrimiento de la punta, zona donde se hace contacto al soldar y se crea el arco eléctrico.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-18. Escobillado de electrodos

Existe una sección del prensado donde con un controlador automático, me dice la excentricidad del electrodo en si después de mezclarlo con la pasta. Esto es porque si el electrodo no está centrado, trae problemas de detener el proceso pues se pegan y no pasan por los dados por orificios diseñados para su paso, como también, si es que llegan a salir defectuosos y no se detectó, será un problema para el cliente pues al estar haciendo el arco eléctrico, la soldadura no iría en el lugar que él desea pues se desviaría al tener un electrodo no centrado.

Hay un operador que se dedica a hacer una inspección visual de los electrodos que después de ser prensados y sacarle parte de los extremos presentan fallas estéticas en cuanto a la pasta, toma estos y los deposita en una maquina pequeña llamada recuperador de electrodos. En esta, se alimentan los electrodos detectados con fallas y mediante rodillos metálicos, se les saca la pasta y se obtienen así núcleos descubiertos que serán reutilizados nuevamente en el proceso de prensado. Los operadores deben limpiar la maquinaria si se cambia el tipo de pasta del electrodo pues no se pueden mezclar los componentes de las pastas distintas, pues cada pasta tiene compuestos químicos específicos.

1.7.2.4. Hornos

Los electrodos pasan desde las prensas por líneas transportadoras al horno correspondiente (Horno Ross, Hornos ETC 1 Y 2). Cada uno de ellos va aumentando y disminuyendo la temperatura de los electrodos, con el fin de lograr que la pasta quede totalmente adherida al núcleo del electrodo quitando porcentajes de humedad. La zona de los hornos está delimitada para el tránsito peatonal pues la temperatura ambiental aumenta, como la misma temperatura de los equipos, por lo cual se evita el contacto entre trabajador y la energía térmica emanada por el horno. Solo se tiene contacto cuando se producen los llamados “tacos”, que es cuando se acumulan electrodos en la entrada de un horno al hacer el giro de “pase” a “pase”, es decir de la línea transportadora de un horno a otro.

También están los hornos HECO, que son estructuras con forma de container con compuertas donde entran módulos metálicos con electrodos obtenidos desde alguna prensa que no envió sus subproductos a algún horno, ya sea porque no estaba operativo o por falta de personal en ese turno.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-19. Hornos ETC



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 1-20. Hornos verticales HECO

1.7.2.5. Preparación producto terminado

Después de pasar por los distintos hornos consecutivos, los electrodos se encuentran parcialmente listos para ser comercializados. Lo que les falta es pasar por una máquina que les imprime un código que va en cada electrodo, el cual lo caracteriza y que son identificables por catálogos de productos indura.

Ya con su código listo viene la parte final que es el pesaje de ellos para ser introducidos en bolsas, o en envases, para luego ser traspasado a las cajas, que serán apiladas en pallets para luego ser dejadas en la bodega de productos terminados y allí ser cargadas a los distintos medios de transporte para su comercialización.



Fuente: <http://www.indura.net/Web/CL/2000578/indura-6011-3-32-2-4-mm>

Figura 1-21. Electrodos como producto final

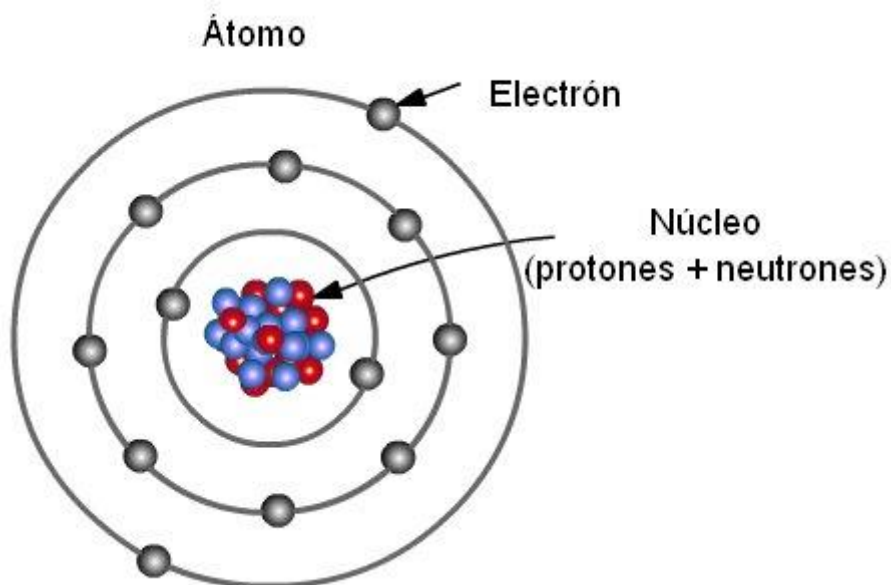
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

Para comprender el concepto del riesgo eléctrico de este trabajo de título, es necesario conocer algunos conceptos de la electricidad, los cuales explican el porqué de los incidentes eléctricos y la forma en que estos se manifiestan.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRICIDAD

La electricidad es un fenómeno producido a nivel atómico de la materia. Todos los materiales se componen de moléculas, las cuales se componen de átomos y finalmente estos se componen de partículas elementales que son los electrones situados en la parte externa, y protones y neutrones, ubicados en el núcleo.



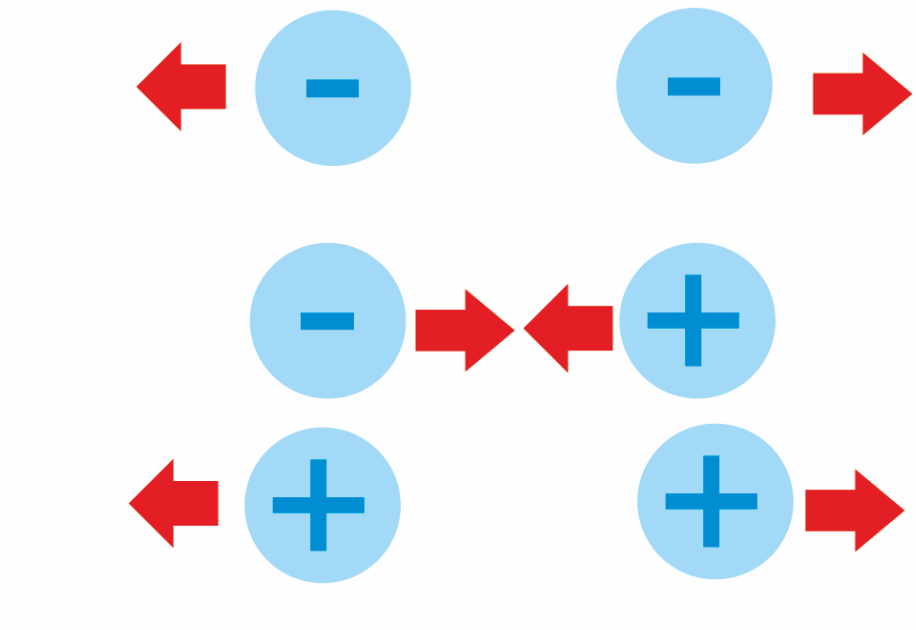
Fuente: <http://celectricasinfo.blogspot.cl/2013/01/los-atomos-y-las-cargas-electricas.html>

Figura 2-1. Átomos y cargas eléctricas

Tanto el protón como el electrón presentan una propiedad denominada carga eléctrica (positiva o negativa respectivamente). Un cuerpo pasa a tener la carga negativa si es que tiene exceso de electrones respecto a los protones, y carga positiva si son menos los electrones que protones. En caso de que sean de igual cantidad, es un átomo

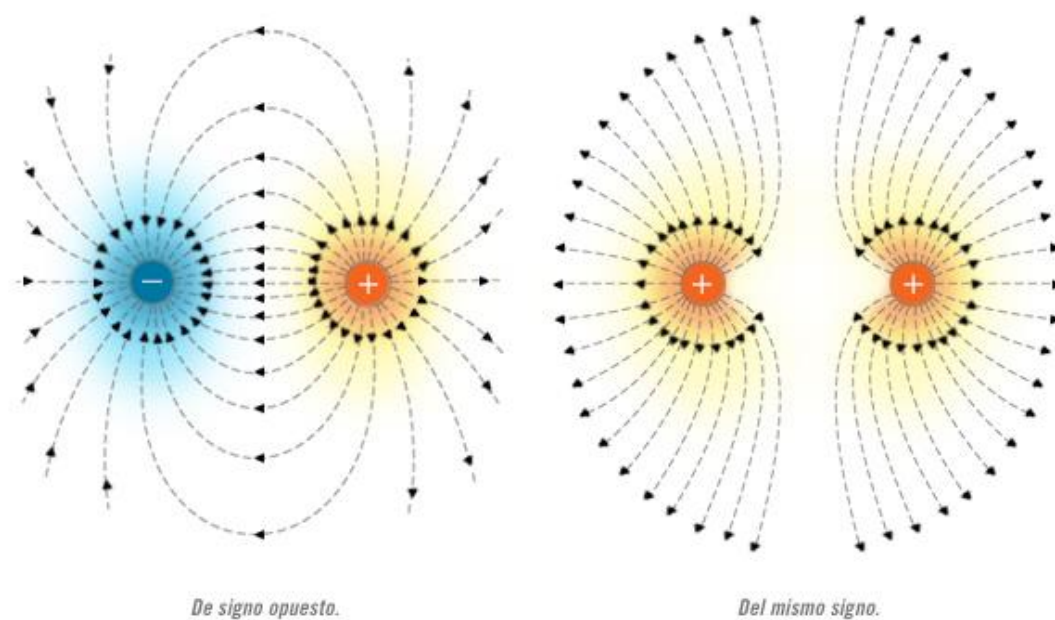
eléctricamente neutro o en equilibrio. Este átomo neutro tiene una cantidad de energía equivalente a la de sus electrones. Sin embargo, estos últimos tienen distintos niveles de energía proporcional a la distancia que se encuentre del núcleo, siendo mayor en las capas más externas donde se encuentran los denominados electrones de valencia. A ellos, en caso de aplicarles energía, y al estar alejados de los protones y tener una atracción baja, pueden abandonar al átomo, pasando a ser electrones libres, cuyo movimiento es la causa de la corriente eléctrica.

Producto de la propiedad de las cargas eléctricas se manifiestan fuerzas de atracción o repulsión, donde en el primer caso se debe a cargas eléctricas distintas, y en el otro caso cuando son iguales (Figura 2-2). Estas fuerzas son producidas dentro de un campo electrostático que rodea a un objeto con carga (Figura 2-3). Se representa con líneas de campo que salen del objeto con carga negativa, como líneas que entran al objeto.



Fuente: <http://energytel.typepad.com/energytel/2016/01/>

Figura 2-2. Carga eléctrica

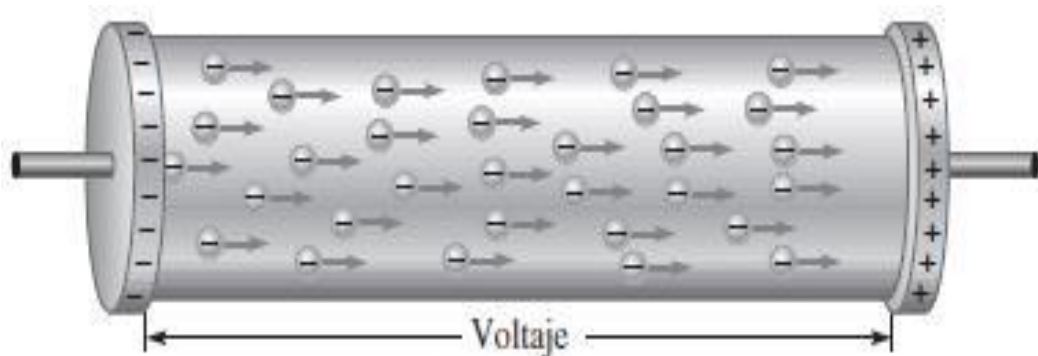


Fuente: <https://andres84b1n.wordpress.com/2013/03/09/lineas-de-campo-electrico/>

Figura 2-3. Líneas de campo eléctrico

Gracias a la fuerza del campo eléctrico, las cargas eléctricas pueden mover a las otras mediante atracción o repulsión. Este movimiento requiere de un trabajo, denominado **potencial**. Si dos cargas son distintas, existe una **diferencia de potencial**, siendo la **fuerza electromotriz (fem)** la suma de ellas dentro de un campo electrostático. La unidad de medida de la diferencia de potencial es el volt (V), por lo cual se puede nombrar a esta medida como **voltaje, que se puede redefinir como la capacidad de efectuar un trabajo para mover electrones**.

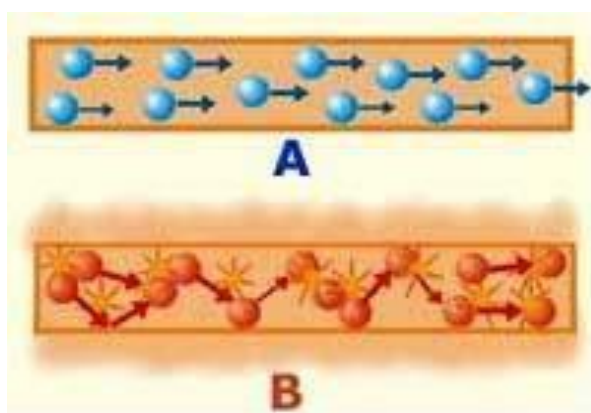
El movimiento o flujo de electrones es la denominada **corriente eléctrica** y es producida por una diferencia de potencial. Su unidad de medida es el ampere (A), que simboliza la cantidad de carga que pasa por una unidad de tiempo por cualquier punto de un conductor.



Fuente: <http://informatica-y-tecnologia6.webnode.es/news/energia-electrica-y-elementos-basicos/>

Figura 2-4. Movimiento de electrones en un conductor

Por otro lado tenemos la resistencia eléctrica, que hace que un conductor sea mejor o peor de acuerdo a su capacidad de oponerse al paso de la corriente. Esta resistencia se debe a que cuando los electrones circulan por el conductor, se deben mover a través de los átomos, produciendo un rozamiento. Los choques con los átomos son menores en los buenos conductores, como lo son los de platino, plata, cobre, oro, aluminio, entre otros.

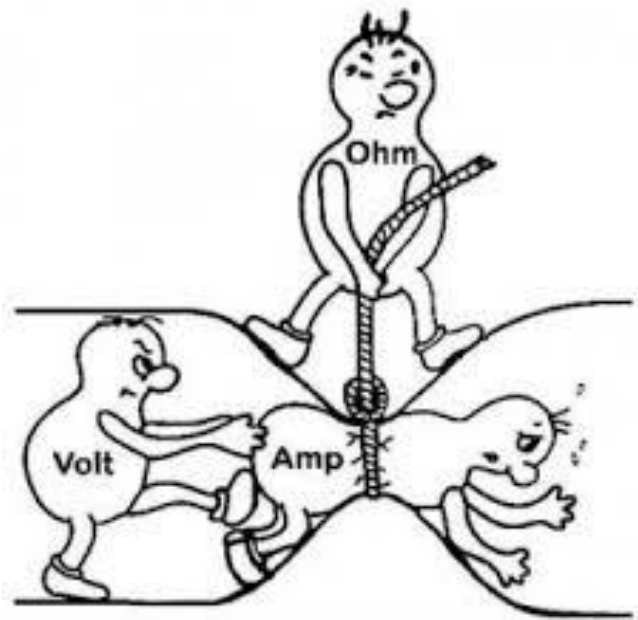


Fuente: http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad_resistencia_calcular.html

Figura 2-5. Movimiento de electrones en buen (A) y mal (B) conductor

Los tres conceptos anteriores fueron relacionados por el físico Georg Simon Ohm en la ley que lleva su apellido, donde determinó que la intensidad es directamente proporcional al voltaje, e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica ($I = V / R$).

En la Figura 2-6 se representa que función tiene cada una, siendo el voltaje el que genera el movimiento de la corriente, y la resistencia la que se opone a este movimiento.

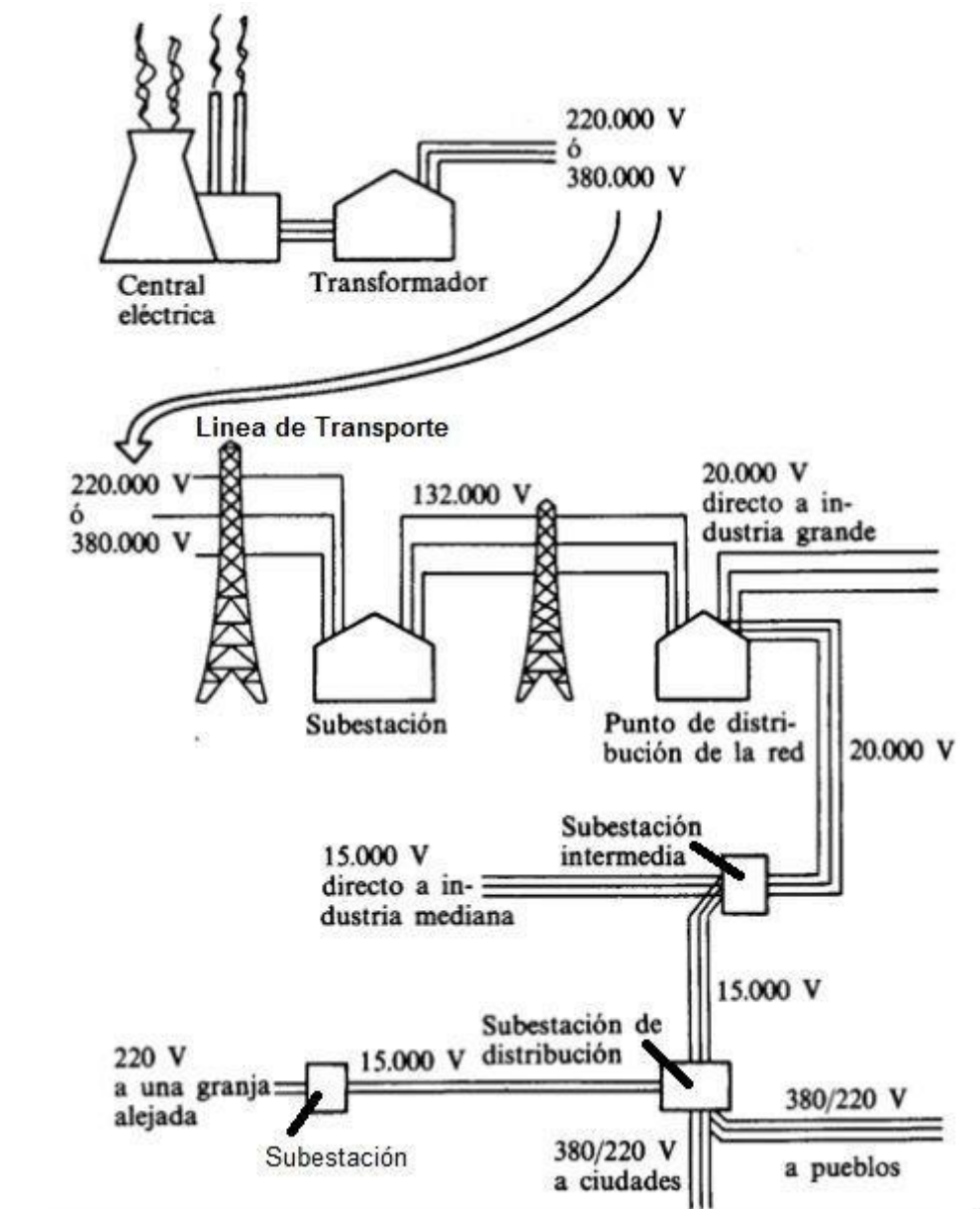


Fuente: <http://ervincz07.wixsite.com/labointeractivo/ley-de-ohm>

Figura 2-6. Ley de Ohm

Conociendo como se genera la energía teóricamente, basta describir la forma en que se genera y distribuye en la práctica.

Para esto, existen centrales de generación de energía, donde encontramos de distintos tipos, como las termoeléctricas, las hidroeléctricas, los paneles solares, entre otros. Luego se distribuye por líneas de transporte para llegar a los consumidores, ya sea a nivel industrial o doméstico. Sin embargo es necesario contar con subestaciones transformadoras, ya que se necesita disminuir el voltaje que traen las líneas de alta tensión para poder ser utilizados por los consumidores para los usos que necesiten (Figura 2-7).



Fuente: <http://www.areatecnologia.com/como-se-distribuye-energia-electrica.htm>

Figura 2-7. Generación y Distribución de energía eléctrica

2.2. RIESGOS ELÉCTRICOS

Teniendo ya los conceptos de electricidad, se define el riesgo eléctrico como aquellas situaciones del trabajo que pueden producir daño, siendo su origen la energía eléctrica.

Los riesgos eléctricos son principalmente clasificados en:

- Choque eléctrico por el paso de la corriente por el cuerpo.
- Riesgo de incendio por sobrecarga de los conductores o por cortocircuito.

2.2.1. Choque eléctrico

El choque eléctrico se debe a un contacto eléctrico, que se define como la probabilidad de que el cuerpo humano sea sometido a una tensión que lleve a un choque eléctrico debido a una circulación de corriente eléctrica.

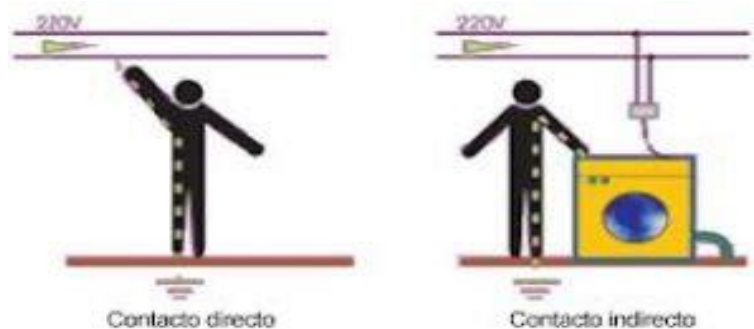
Para esto deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Exista una diferencia de potencial entre dos puntos del cuerpo (voltaje).
- Exista un circuito cerrado entre los puntos en contacto.
- Que la unión de los puntos sea un conductor.

2.2.1.1. Tipos de contacto eléctrico

Existen dos tipos de contacto eléctrico: **Directo e indirecto.**

- **Contacto Directo:** Contacto con partes activas de una instalación, es decir, conductores en tensión. Puede ser un contacto con dos conductores activos (dos fases), de una fase y una masa o tierra, o por una descarga disruptiva.
- **Contacto Indirecto:** Contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión que en condiciones normales no estarían.



Fuente: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/riesgos-electricos.html>

Figura 2-8. Contactos eléctricos Directos e Indirectos

2.2.1.2. Factores que influyen en el contacto eléctrico

Los factores que influyen son los siguientes:

A. Impedancia del cuerpo

El cuerpo humano reacciona resistivamente ante el paso de la corriente y el valor depende de la trayectoria que siga la corriente, como de la superficie de la piel que tenga contacto, sobre todo si esta está sumergida en agua, mojada, húmeda o seca. Los mayores porcentajes de impedancia están en las extremidades y los menores en el tronco.

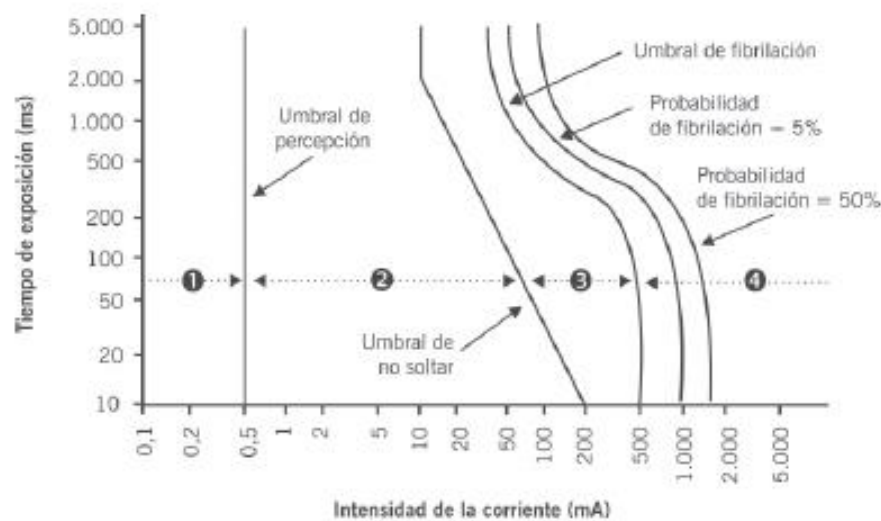
B. Corriente eléctrica

El paso de la corriente se clasifica según los siguientes umbrales:

- **Umbral de percepción:** valor mínimo de corriente que provoca una sensación de cosquilleo al sujetar un electrodo con tensión, sin producir dolor. (0,5 mA en CA).
- **Umbral de no soltar:** valor máximo de corriente a la que al sujetar electrodos con tensión, pueden ser soltados. (16 mA en CA).
- **Umbral de contracción muscular:** valor que produce contracción violenta en musculación contractora o extensora, dejando al que entra en contacto sin poder soltarse o despedido del elemento en tensión. (23 mA en CA).
- **Umbral de fibrilación ventricular:** valor que produce la fibrilación ventricular, fenómeno que provoca supresión de la actividad del corazón producto de una excitación. El umbral superior para exposiciones de 10 a 100 ms es de 500 a 400 mA. Umbral inferior para exposiciones superiores a 1 s es 50 mA, mientras que para más de 3 s es de 40 mA.

C. Tiempo de paso

Periodo máximo que una persona puede soportar el paso de la corriente eléctrica en baja tensión, de cualquier intensidad por su cuerpo, sin peligro.



Fuente: <http://scielo.isciii.es/img/revistas/cmf/v19n3-4/03articulo02-figura02.jpg>

Gráfico 2-1. Intensidad de corriente vs tiempo

D. Diferencia de potencial

Como menciona la ley de Ohm, si un cuerpo está sometido a una diferencia de potencial en dos partes del cuerpo, y que esté presente una resistencia al paso de la corriente (impedancia), la corriente que pase será mayor o menor de acuerdo al valor de la tensión de contacto por su relación directamente proporcional. En Chile, se trabaja con la siguiente división:

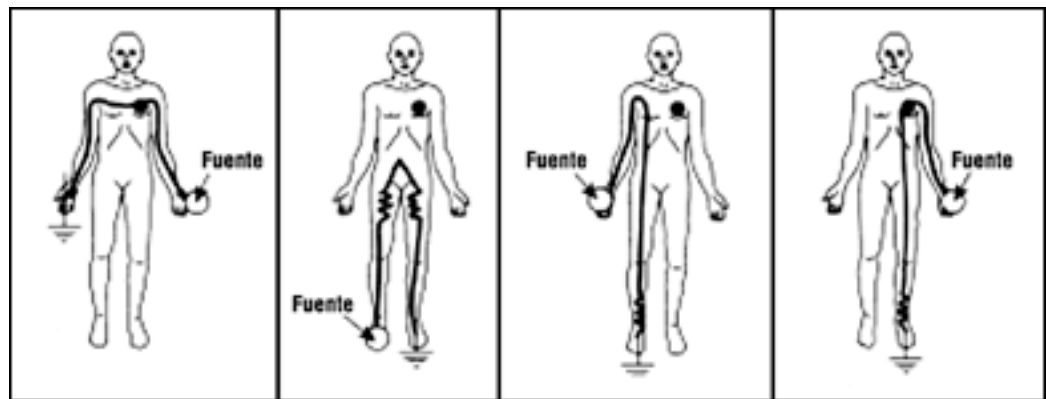
Tabla 2-1. Tipos de Tensiones

Tipo de Tensión	Rango	
Baja Tensión	Desde [V]	Hasta [V]
Tensión reducida	0	100
Baja Tensión	100	1000
Alta Tensión	Desde [kV]	Hasta [kV]
Tensión media	1	60
Alta Tensión	60	220
Tensión Extra Alta	220	>220

Fuente: NSEG 8 (1975). Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción – Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Chile

E. Trayectoria

La corriente buscará siempre la trayectoria que presente menor resistencia a su paso. Las más peligrosas son las que pasan por el tórax o la cabeza.



Fuente: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1245>

Figura 2-9. Trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo

F. Capacidad de reacción

Esta capacidad se puede ver influenciada por muchos factores del individuo sometido al contacto eléctrico, como son su estado físico y psicológico, distinguiéndose la personalidad y la preparación psíquica; su estado de ebriedad, problemas cardíacos, edad, sexo, fatiga.

La preparación psíquica se afecta por el grado de atención, que depende de la capacitación que haya recibido como de su estado de ánimo. Además influyen la fatiga, el sueño, su preparación, el miedo que tenga.

2.2.2. Sobrecarga y cortocircuitos

Cuando en un circuito por alguna falla se eleva la corriente normal de paso de forma repentina y en gran cantidad, se puede producir un arco eléctrico, que es una gran cantidad de energía derivada de un cortocircuito, lo que implica una liberación violenta de metal fundido y/o fragmentos a temperaturas extremadamente altas, un gran nivel de

ruido y altas presiones. La temperatura de un relámpago de arco eléctrico, puede situarse en el rango de 2.000° C a 20.000° C¹

2.2.3. Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo

- A. Paro cardíaco: Producido por paso de corriente a través del corazón generando detención cardíaca.
- B. Asfixia: Al pasar corriente por el tórax, se tetaniza el diafragma y los pulmones no permiten el movimiento del aire (inhalar y exhalar).
- C. Quemaduras: Internas o externas, por el paso de corriente a través del cuerpo. Producen tejidos muertos (Necrosis) pudiendo afectar órganos profundos, músculos, huesos y nervios.
- D. Tetanización: Contracción muscular, que anula la capacidad de reacción muscular.
- E. Fibrilación ventricular: Al pasar la corriente por el corazón hay paro circulatorio al alterarse el ritmo cardíaco, latiendo el corazón descoordinadamente sin bombear sangre. Afecta a la vez al cerebro que necesita oxigenación continua.
- F. Lesiones permanentes: Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.).



Fuente: <https://www.emaze.com/@ALOOOQRT/quemaduras>

Figura 2-10. Quemadura eléctrica de mano

¹ Lee Ralph. "The other electrical hazard: Electric arc blast burns", IEEE Paper, 1981.

CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL

3. MARCO LEGAL

En este capítulo se referirá a la normativa legal aplicable a los trabajadores expuestos al riesgo eléctrico, desde un punto de vista de la prevención de riesgos laborales, como de otro técnico referido a las instalaciones. Los artículos que no se cumplen, serán condiciones subestándar del capítulo 4, enfocado principalmente en los requerimientos de las normativas técnicas en cuanto a los tableros eléctricos y las subestaciones transformadoras, lo cual es aplicable a la realidad de la empresa y ser considerado como condiciones que no cumplen legalmente los estándares.

3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE

Art. 19, capítulo III (de los Derechos y Deberes Constitucionales): “La Constitución asegura a todas las personas: El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona”. Este artículo es de importancia en el mundo laboral, aunque es aplicable a otros aspectos, puesto a que es el derecho que protege a las personas respecto a daños que no se deben sufrir, aun cuando no sean hechos con culpa o dolo.

3.2. CÓDIGO DEL TRABAJO

Art. 184: “El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales”. Este artículo es más específico al mundo laboral respecto al anterior, debido a que nombra al empleador como al trabajador, protegiendo la integridad de los últimos, como tomando medidas que eviten incidentes. Si estas no son tomadas, la responsabilidad cae directamente en la empresa, es decir, los empleadores.

3.3. DECRETO SUPREMO N° 40/69 MINTRAB

Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales

3.3.1. De la obligación de informar de los riesgos laborales

- Art. 21

“Los empleadores tienen obligación de informar oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos. Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa.”

3.4. DECRETO SUPREMO N° 594/99 MINSAL

3.4.1. De las Condiciones Generales de Seguridad

- Art. 36

“Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.”

- Art. 39

“Las instalaciones eléctricas y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidas, instaladas, protegidas y mantenidas de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.”

3.4.2. De la Prevención y Protección contra Incendios

- Art. 44

“En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego,

controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.”

3.5. NORMA CHILENA ELÉCTRICA N° 4/2003 SEC

Norma técnica chilena para instalaciones de consumo en baja tensión, es decir, con sistemas menores a 1000 volts.

3.5.1. Tableros eléctricos

- **Art. 6.2.1.1**

“Todos los dispositivos y componentes de un tablero deberán montarse dentro de cajas, gabinetes o armarios, dependiendo del tamaño que ellos alcancen.”

- **Art. 6.2.1.2**

“Los materiales empleados en la construcción de tableros deberán ser resistentes al fuego, auto-extinguentes, no higroscópicos, resistentes a la corrosión o estar adecuadamente protegido contra ella.”

- **Art. 6.2.1.3**

“Todos los tableros deberán contar con una cubierta cubre equipos y con una puerta exterior. La cubierta cubre equipos tendrá por finalidad impedir el contacto de cuerpos extraños con las partes energizadas, o bien, que partes energizadas queden al alcance del usuario al operar las protecciones o dispositivos de maniobra; deberá contar con perforaciones de tamaño adecuado como para dejar pasar libremente, sin que ninguno de los elementos indicados sea solidario a ella, palanquitas, perillas de operación o piezas de reemplazo, si procede, de los dispositivos de maniobra o protección. La cubierta cubre equipos se fijará mediante bisagras en disposición vertical, elementos de cierre a presión o cierres de tipo atornillado; en este último caso los tornillos de fijación empleados deberán ser del tipo imperdible.

La puerta exterior será totalmente cerrada permitiéndose sobre ella sólo luces piloto de indicación de tablero energizado. Su fijación se hará mediante bisagras en disposición vertical u horizontal.

Las partes energizadas de un tablero sólo podrán alcanzarse removiendo la cubierta cubre equipos, entendiéndose que esta maniobra solo se realizará por necesidad de efectuar trabajos de mantenimiento o modificaciones en el interior del tablero.

Los elementos de operación de las protecciones o dispositivos de maniobra sólo serán accesibles abriendo la puerta exterior la que deberá permanecer cerrada, para lo cual deberá contar con una chapa con llave o un dispositivo equivalente.

Se podrá exceptuar de la exigencia de contar con puerta exterior a todo tablero de uso doméstico o similar, con no más de cuatro circuitos.”



Fuente: <http://www.revistaei.cl/reportajes/materiales-electricos-en-baja-tension-gabinetes-y-tableros/>

Figura 3-1. Cubierta cubre equipos de tablero eléctrico

- Art. 6.2.1.15

“Los tableros deberán construirse con un índice de protección (grado IP) adecuado al medio ambiente y condiciones de instalación. En general no se aceptará la construcción de tableros de tipo abierto.

De acuerdo a esta disposición no será aceptable la construcción de tableros grados IP00 y como referencia se sugiere considerar un grado IP 41 como mínimo para tableros en interior (Protegido contra la penetración de objetos extraños de diámetro mayor o igual a 1,0mm; Protegido contra la caída vertical de gotas de agua).”

3.5.2. Material eléctrico

- Art. 6.2.2.7

“Todos los tableros cuya capacidad sea igual o superior a 200 Ampere deberán llevar instrumentos de medida que indiquen la tensión y corriente sobre cada fase.”



Fuente: http://www.switchfan.pl/big_img.html?etw_path=http://www.switchfan.pl/6-1-2-analog-voltmeter.html&big_etw_img=6-panel-meter/1-2-1b.jpg

Figura 3-2. Medidor analógico de tensión



Fuente: http://www.switchfan.eu/big_img.html?etw_path=http://www.switchfan.eu/6-1-1-analog-ammerer.html&big_etw_img=6-panel-meter/1-1-1b.jpg

Figura 3-3. Medidor analógico de corriente

- Art. 6.2.2.8

“Todos los tableros deberán llevar luces piloto sobre cada fase para indicación de tablero energizado. Se exceptúan de esta exigencia a los tableros de uso doméstico o similar de menos de ocho circuitos.”



Fuente: <http://tableros.cl/N%C2%BA-7-TABLERO-EL%C3%89CTRICO-ROBOT-INDUSTRIAL--220V-%2B-380V-CON-PARADA-EMERGENCIA-Y-CER.php>

Figura 3-4. Luces piloto de tableros eléctricos

3.5.3. Conexión a tierra

- Art. 6.2.4.1

“Todo tablero deberá contar con una barra o puente de conexión a tierra.”

- Art. 6.2.4.2

“Si la caja, gabinete o armario que contiene a un tablero es metálico, deberá protegerse contra tensiones peligrosas.”

3.6. NSEG 5/71 SEC

Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes.

3.6.1. Protecciones de las instalaciones: Tierra

- Art. 20

“Las conexiones a tierra o simplemente Tierra se dividen en tierras permanentes y temporales. Las tierras permanentes se dividen en tierra de protección y tierra de servicio.”

- Art. 21

“1) Se entiende por tierra de protección la destinada a evitar la aparición de tensiones peligrosas entre partes de las instalaciones que normalmente están sin tensión.

2) Deberán conectarse a tierra de protección todas las partes metálicas de una instalación que normalmente están sin tensión, como carcasas y chasis de máquinas, transformadores o aparatos, partes conductoras y accesibles de estructuras y edificios, cubiertas de plomo de cables de baja y alta tensión, etc.

3) Las partes de las instalaciones y las carcasas que, por distintas razones no llevan tierra de protección, deberán considerarse que están con la tensión de servicio completa: deberá por lo tanto impedirse el acceso a ellas o bien disponerlas de tal manera que solamente sean accesibles desde un lugar aislado para la tensión completa.”

- Art. 22

“1) Se entiende por tierra de servicio aquellas destinadas a conectar en forma permanente a tierras ciertos puntos del circuito eléctrico las instalaciones de corrientes fuertes.

2) Deberán conectarse a tierra de servicios: limitadores de tensión, el neutro u otro punto del sistema, también los dispositivos de puesta a tierra de las líneas aéreas y el cable de guardia de las mismas.”

3.6.2. Protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes

- Art. 34

“La protección de las instalaciones contra sobrecorrientes deberá hacerse por medio de fusibles o aparatos automáticos de interrupción. Estas deberán revisarse periódicamente para asegurarse de un adecuado funcionamiento.”

3.7. NSEG 20/78 SEC

3.7.1. Subestaciones transformadoras Interiores

- Art. 5.05

“Al fin de controlar con facilidad el funcionamiento de un Subestación se colocará en una ubicación visible, próxima a los tableros, un esquema unilateral de toda la instalación: este esquema comprenderá hasta la última protección de la instalación.”

- Art. 5.2.1

“Todo transformador deberá tener un interruptor o desconectador adecuado, que permita separarlo de su alimentador primario.”

- Art. 5.3.6

“Al frente o alrededor de los equipos de una Subestación deberán existir espacios libres que permitan la circulación normal del personal y las maniobras de montaje, operación y mantención. Las dimensiones mínimas de estos espacios se fijaran en la siguiente Tabla (Tabla 3-1) y se medirán desde las cubiertas o barreras de protección del equipo y el plano que limita el espacio libre por el lado opuesto o bien entre cubiertas o barreras opuestas.”

Tabla 3-1. Espacios libres S/E

OBJETO DEL ESPACIO	Ancho mínimo mm.		Altura mínima mm.
	Condición 1	Condición 2	
Mantenición, circulación y lectura.	800	800	2.000
Maniobras	1.000	1.200	2.000

Condición 1: Equipo eléctrico a un lado y muros o barras fijas al lado opuesto.

Condición 2: Equipo eléctrico a ambos lados del espacio.

Fuente: Elaboración propia en base a NSEG 20.

3.7.2. Niveles de iluminación

- Art. 5.4.1

“Todo recinto de una Subestación deberá estar adecuadamente iluminado. Las intensidades de iluminación correspondientes a los distintos locales o zonas de una Subestación serán como mínimo las señaladas en la siguiente Tabla (Tabla 3-2).”

Tabla 3-2. Iluminación S/E

Local o Zona	Nivel de iluminación horizontal (lux)
Iluminación general para	
S/E Intemperie	50
Sala de transformadores	200
Sala de baterías	200
Tableros	300
Pasillos	100

Fuente: Elaboración propia en base a NSEG 20.

3.7.3. Subestaciones de a nivel de suelo

- Art. 6.2.1

“Las Subestaciones se ubicaran en una zona tal que en condiciones normales de precipitaciones no se deberán inundar.”

- Art. 6.2.4

“Todo el recinto de operación de la Subestación deberá estar encerrado por un cierro de protección que impida el acceso a personal no calificado, eventualmente, a animales.”

- Art. 6.2.5

“El cierro podrá ser un cerco continuo o una reja. En caso de utilizar esta última, ella deberá tener mallas de 50 mm. de abertura como máximo y deberá ser construida con alambre de acero galvanizado de 3 mm. de diámetro como mínimo o de un material de resistencia mecánica y a la corrosión, equivalentes; los marcos, si son metálicos, se protegerán contra la corrosión.”

- Art. 6.2.6

“El cierre de protección tendrá una altura mínima de 1,80 m. y se deberá quedar a una distancia horizontal no menor de 1,50 m. de la proyección de cualquier punto del equipo eléctrico.”

- Art. 6.2.9

“Si la reja no llega hasta el suelo la distancia entre la parte inferior de ésta y el nivel del suelo no debe exceder los 0,05 m.”

**CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN PERSONAL
DE MANTENCIÓN PLANTA DE ELECTRODOS**

4. EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN PERSONAL DE MANTENCIÓN PLANTA DE ELECTRODOS

Para evaluar los riesgos eléctricos del personal de mantención, previamente se debe conocer el tipo de trabajo que realizan.

4.1. MANTENCIONES EN PLANTA DE ELECTRODOS

La empresa Indura, situada en la comuna de Cerrillos, cuenta con dos áreas productivas: Gases y Electroodos. Existe el área de Mantención y Servicios dedicada a las labores de mantenimiento, donde se separa personal para las áreas nombradas.

En la planta de electrodos de Indura, hay siete trabajadores en la sección de mantención. Se encuentran actualmente cinco trabajadores contratistas de la empresa MCN S.A., empresa de servicios de fabricación, mantención, y recuperación de componentes y equipos. Ellos se componen por mecánicos (3), soldador (1) y eléctrico (1). La empresa Indura tiene dos trabajadores internos dedicados a la mantención, los cuales se componen por mecánico (1) y eléctrico - mecánico (1), que a la vez es Jefe de mantención.

Ellos trabajan en jornadas de 08:00 a 17:30 de Lunes a Jueves, y de 08:00 a 15:00 los Viernes, teniendo que asistir alguno de ocurrir alguna emergencia relacionada a la mantención, ya sea un día Sábado o en las noches.

Se realizan dos tipos de mantenciones: mantenciones preventivas (MP) y mantenciones correctivas (MC).

Las mantenciones correctivas se hacen ante contingencias ocurridas en la Planta. Se envía una solicitud u orden de trabajo por parte de un operador que detecta la falla.

Las mantenciones preventivas se realizan de acuerdo a lo que entrega el software de mantención que utiliza la empresa denominado “Máximo” y entrega distintas funciones, entre las cuales están las de registrar las mantenciones correctivas realizadas, como generar un programa para realizar mantenciones preventivas, entregando plazos de inicio y fin para realizar las tareas mecánicas y eléctricas. Estas son entregadas por el sistema, y el jefe es el encargado de hacer la planificación del trabajo mensual.

La empresa Indura tiene máquinas que trabajan a Baja Tensión, es decir, sistemas que trabajan desde los 100 V a los 1000 V, aunque tienen Media Tensión (de 1

kV a 60 kV) en la entrada de la subestación eléctrica, donde hay 15.000 V, pero a este lugar no se le realizan mantenciones por personal propio, sino que se llama a empresas contratistas especialistas en trabajos de Media y Alta Tensión.²

Las intervenciones que se realiza en donde está la media tensión, es en caso de emergencias o fallas. Allí solo el jefe de mantención está autorizado a desactivar la alimentación de la planta.

A pesar de ser bajas las fallas eléctricas en general en la Planta de electrodos, ellas se generan en mecanismos de instrumentación, de control de velocidad, de temperatura, como de fallas de motores eléctricos. Aunque la forma en que más se registran fallas, provienen de piezas que se rompen en la operación de la planta, donde son más comunes botoneras, reguladores, cables, sensores, enchufes, que deben ser reemplazados por el personal de mantención.

Los equipos donde se interviene por parte del personal de mantención son:

- Trefiladoras 4p y 7p.
- Cortadoras.
- Paneras.
- Planta de Celulosa.
- Prensas ETC 1 y 2 (ETC 3 no operativa) - Prensas Berner 4 y 5.
- Hornos: Vertical ROSS, HECO (I, II, III, IV), Hornos ETC 1 y 2.
- Tableros de Fuerza de equipos.
- Tableros de Control de equipos.
- Subestación eléctrica.
- Estanques de silicatos.

Estos tienen distintas mantenciones, correctivas y preventivas, que han sido registradas en el software “Máximo”, y fueron contabilizadas las realizadas en el periodo que comprende los años 2011 al 2016 en los principales equipos con más mantenciones (Tabla 4-1).

² NSEG 8 E.N. 75 Electricidad Tensiones Normales para Sistemas e Instalaciones – Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción – Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

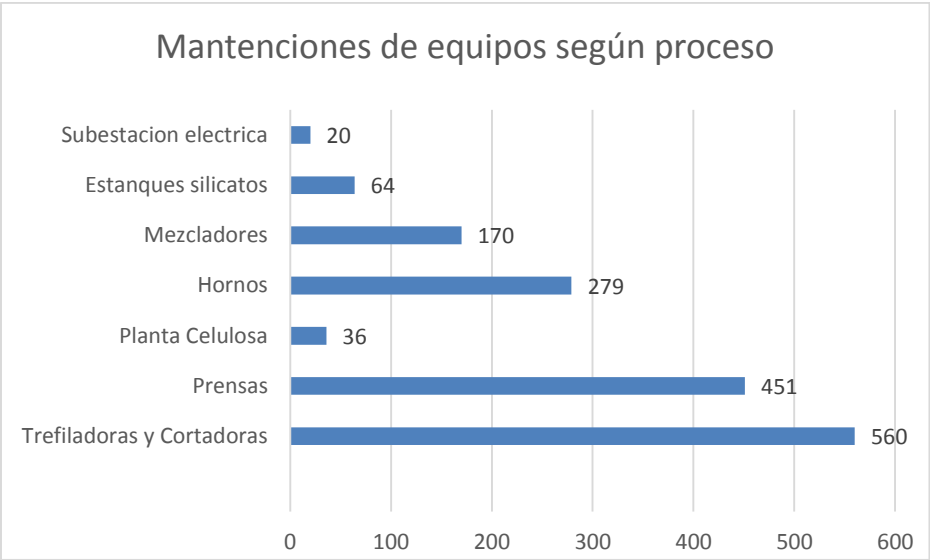


Gráfico 4-1. Mantenciones de equipos según proceso (2011-2016)

Fuente: Elaboración propia en base a registros de mantención Indura.

Del gráfico de barras se destaca que el proceso que requiere mayor número de mantenciones es el de trefilado y corte, y el menor es el de la subestación eléctrica. Sin embargo esta última presenta el mayor riesgo al personal de mantención al exponerse, como se verá a continuación, a 15 [kV].

4.2. SISTEMA ELÉCTRICO PLANTA DE ELECTRODOS

La planta recibe un empalme de las líneas de alimentación de la empresa Chilectra, 15000 [V]. En la subestación de la Planta de Electroodos, hay un transformador que disminuye este voltaje para dejarlo en los 380 [V] que hay en las líneas eléctricas internas que alimentan a todas las maquinarias que la necesiten. Aquí además está el banco de condensadores que acumula energía y la distribuye, como el lector de consumo de energía, y del factor de potencia que tiene la empresa, los cuales tienen que ser registrados a diario por el Jefe de Mantención. Esta zona está cercada para evitar el paso de personal no autorizado.

Para su distribución, se hace por cables que van en bandejas a nivel del techo de la Planta, como distribución bajo al nivel del suelo. Cada equipo tiene consigo un tablero de Fuerza, que es donde se energiza para su funcionamiento y se energiza a la vez el sistema de iluminación, como tableros de control, los cuales los operarios necesitan para

realizar sus labores, y donde se encuentran además las paradas de emergencia y activadores.

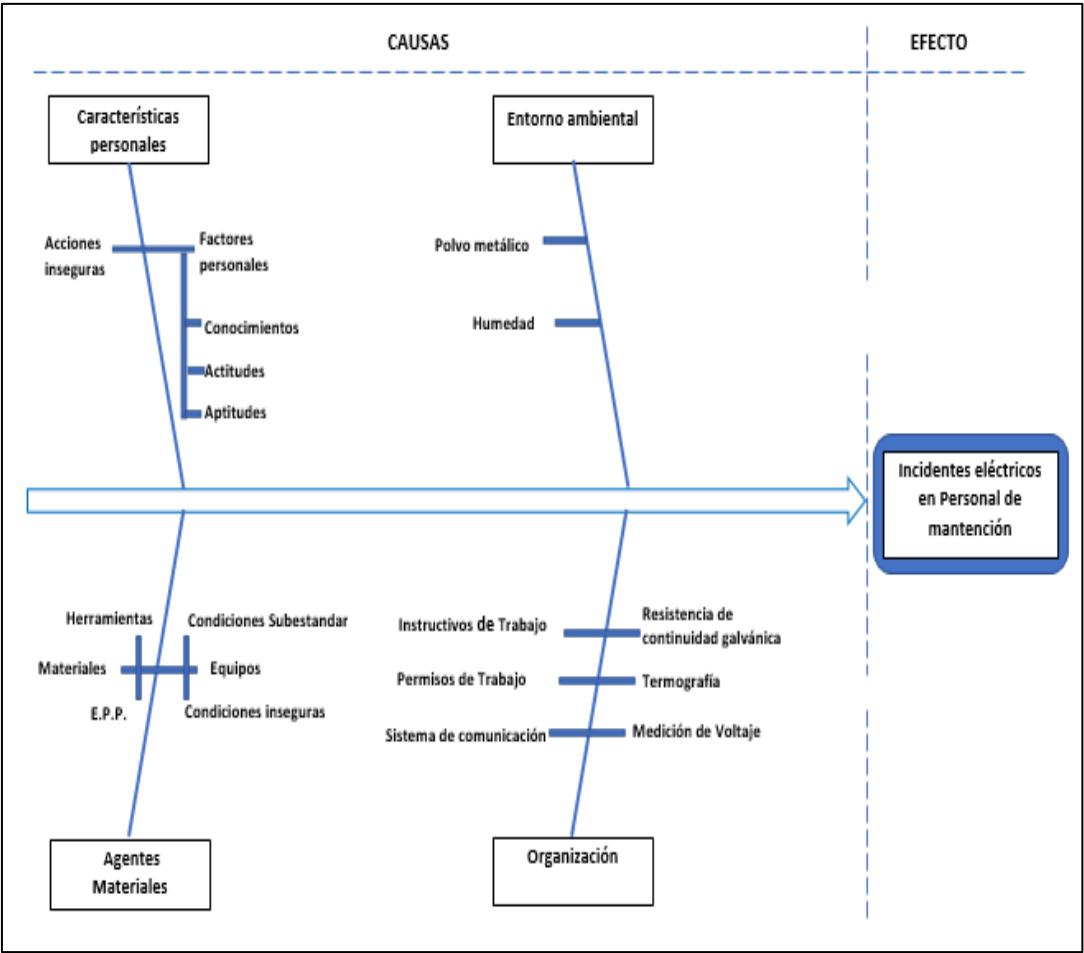
Hay una sección de tableros generales, donde se puede desenergizar equipos de una forma más general y no en partes más específicas que se pueden desenergizar en los tableros de fuerza.

La planta cuenta además con un grupo electrógeno generador, el cual no alimenta directamente a la Planta, pero si está para activarse automáticamente en caso de falla de alimentación por parte de la empresa externa de servicios eléctricos, aunque esta no tiene capacidad de alimentar al 100% de la Planta, pero si para operar algunas de las máquinas para no detener la producción. Además, el sistema del generador alimenta al sistema de iluminación y de alarmas para que estén operativos en cualquier momento.

En el último año, 2016, ocurrieron solo dos fallas de energía que se debieron a fallas de la empresa proveedora, debiendo actuar el generador.

4.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

Para realizar la evaluación de riesgos eléctricos, se deben identificar las fuentes de peligro, las cuales son representadas en el siguiente diagrama de Ishikawa (Figura 4-1), que demuestra las causas agrupadas que llevan al efecto principal del análisis.



Fuente: Elaboración propia en base a Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo.

Figura 4-1. Diagrama Ishikawa

4.3.1. Características personales

El personal de mantenimiento influye en las acciones que realiza durante sus trabajos rutinarios y no rutinarios:

4.3.1.1. Factores personales

A. Conocimiento (no sabe)

- Desconocimiento de procedimientos Life Standard de Air Products, donde hay exigencias de seguridad internas, que provienen de Gerencias internacionales de Indura.

B. Actitudes (no quiere)

- No se piden Permisos de Trabajo seguro para todas las labores de mantención para ahorrar tiempo.
- No se realiza completo proceso de Aislación y Bloqueo de energías para hacer trabajos eléctricos seguros.
- Se hacen acciones inseguras producto de la confianza que genera trabajar en baja tensión y los registros de cero incidentes documentados en la empresa.

C. Aptitudes (no puede)

- Acceso a planos de la planta y manuales de equipos restringido. Esto es porque están físicamente en la oficina de ingeniería que está alejada de la zona de producción y del taller de mantención.
- El tiempo de producción de la Planta involucra en los tiempos para realizar mantención, evitando realizar todas las medidas necesarias para un trabajo eléctricamente seguro.

4.3.1.2. Acciones inseguras

- No utilizar dispositivos de bloqueo eléctrico (Figura 4-2).
- No utilizar dispositivos de señalización (Figura 4-2).
- No utilizar planos para conocer puntos de enclavamiento.
- No utilizar Equipo de Protección Personal adecuado a las labores que se realizan
- No solicitar Permiso de Trabajo Seguro para labores donde se hacen mantenimientos de equipos de alta y baja tensión.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-2. Dispositivos de bloqueo y señalización

4.3.2. Agentes Materiales

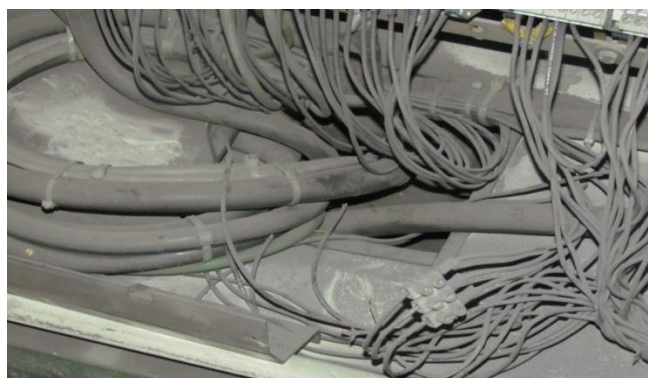
4.3.2.1. Máquinas

Los equipos de la Planta de electrodos pueden causar incidentes en caso de falla.

A. Condiciones inseguras

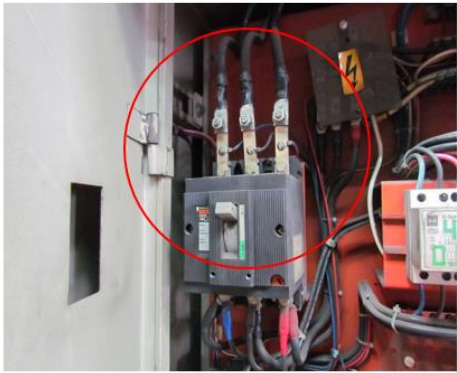
En los TdF de la zona de trefilación y corte, encontramos las siguientes condiciones inseguras:

- Cableado de Fuerza en misma canaleta con cableado de control. (Figura 4-3)
- Falta de acrílicos en barras energizadas. (Figura 4-4)
- Falta de burletes de goma en la entrada y salida de los cables en los tableros que evitan el corte de ellos. (Figura 4-5)
- Cableados sin aislación eléctrica.
- Cableados con quemadura.
- Falta de sistemas anti incendios en tableros.
- Falta de señalética de peligro eléctrico.
- Falta de identificación del equipo energizado por el tablero, para realizar aislamiento de energía.
- Temperatura alta en algunos cables.
- Exceso de cableado o tableros sub-dimensionados. (Figura 4-5)
- Interruptores de bloqueo eléctrico sin conexión, que pueden generar una falsa aislación. (Figura 4-6)
- Falta de separadores de polo. (Figura 4-7)
- Sistema eléctrico en general con antigüedad.
- Gran parte cuenta con variadores de frecuencia, que son equipos con condensadores que acumulan energía, la cual es energía residual presente después de aislar la conexión.



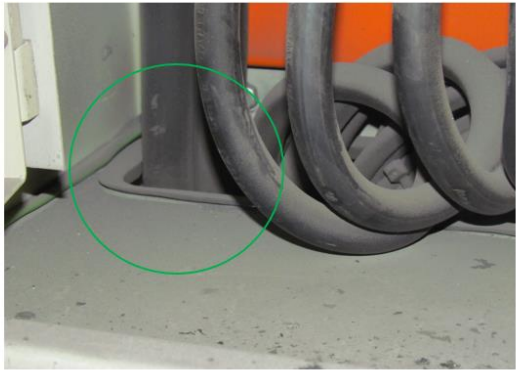
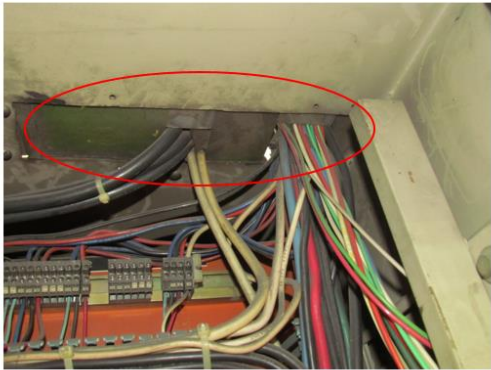
Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-3. Cables de fuerza y control



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-4. Tablero sin/con acrílico protector



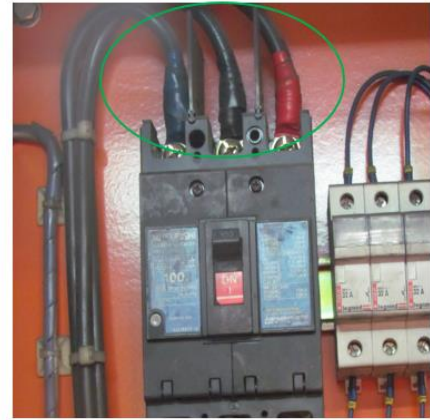
Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-5. Tablero sin/con burletes de goma



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-6. Interruptor desconectado



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-7. Tablero sin/con separadores de polo

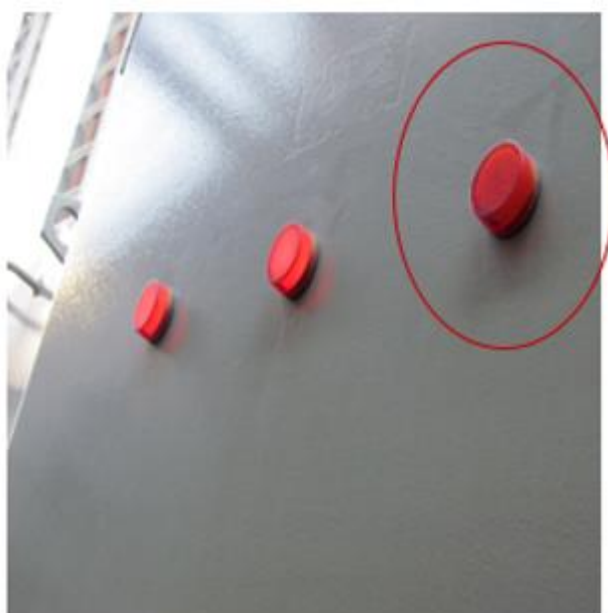
En la Subestación eléctrica, se presentan las siguientes condiciones inseguras:

- El cierre perimetral metálico de la sub-estación no cuenta con su respectiva conexión a tierra. (Figura 4-8)
- Luces piloto de tablero general no se encuentran operativas. (Figura 4-9)
- La aislación del tablero contra agentes externos se encuentra deteriorada. (Figura 4-10)
- Tablero no cuentan con sistema anti incendio.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-8. Cierre perimetral sin aterrizar



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-9. Luz piloto no operativa



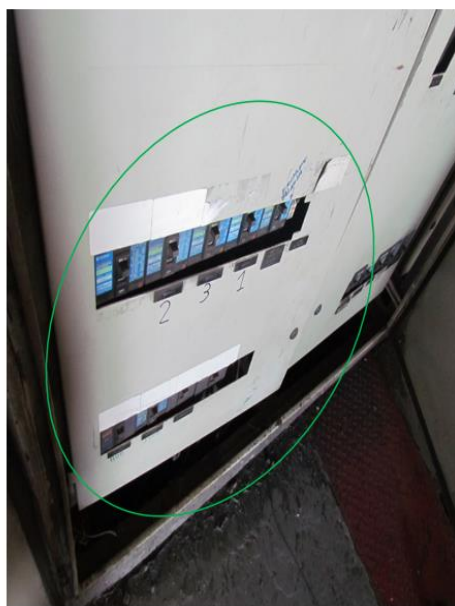
Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-10. Agujero con filtración de agentes ambientales

B. Condiciones subestándar

En los TdF de la zona de Trefilación y Corte se encuentran las siguientes condiciones subestándar y su respectivo artículo que incumplen:

- Falta de compuertas cubre equipos (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.1.3.). (Figura 4-11)
- Falta de aislación ante agentes externos en algunos tableros (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.1.15.).(Figura 4-12)
- Puertas de gabinetes sin chapa con llave o con problema de cerrado (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.1.3.).(Figura 4-13)
- Falta o falla de luces piloto de fases energizadas (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.2.8.). (Figura 4-14)
- Falta o falla de indicadores de voltaje y amperaje (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.2.7.). (Figura 4-15)
- Falta de conexiones de tierra de protección en partes metálicas de los equipos (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.4.2 y NSEG 5, artículo 21). (Figura 4-16)



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-11. Tablero sin/con cubierta cubre equipos



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-12. Tableros con fallas de aislación ante agentes ambientales



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-13. Puerta de tablero con problemas para cerrar



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-14. Luces piloto inoperativas



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-15. Tablero sin/con indicadores de tensión y corriente



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-16. Tablero sin/con cable a tierra

En la Subestación eléctrica se encuentran las siguientes condiciones subestándar y su respectivo artículo que incumplen:

- No cuenta con un diagrama unilateral de toda la instalación, que se encuentre a la vista. (NSEG 20 E.n.78, artículo 5.0.5.).
- Falta señalización indicando la tensión Nominal en la tapa del tablero. (NCH Eléctrica 4/2003 artículo 6.2.2.7.).
- La subestación no cuenta con los espacios mínimos exigidos para realizar mediciones, trabajos o mantenciones al interior de ésta. (NSEG 20 E.n.78, artículo 6.2.6.). (Figuras 4-17/ 4-18)
- La iluminación cumple con lo exigido en la NSEG 20. La menor medición fue de 1072 lux y la mayor de 1120 lux medidos a 80 cm del nivel del piso un día de nubosidad parcial a fin de la jornada laboral de los trabajadores de mantención. (NSEG 20 E.n.78, artículo 5.4.1). (Figura 4-19)



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-17. Medida subestándar de espacios de trabajo



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-18. Medidas que cumplen estándar de dimensiones del cierre perimetral



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-19. Mediciones de luxómetro

4.3.2.2. Materiales

A. Herramientas

El personal de mantención utiliza distintas herramientas, entre las que destacan destornilladores, voltímetros, llaves. Estas deben tener aislación eléctrica que eviten el contacto directo.

En media tensión (alta tensión según Air Products) para evitar el contacto directo, se utiliza un voltímetro que se conecta a una pértiga dieléctrica. A estas pértigas se conectan además el equipo de puesta a tierra, que consisten en pinzas de auto agarre que se conectan en las fases del tablero y en la conexión a malla a tierra.

B. Equipos de protección personal

El equipo necesario para baja tensión, requerido por Air Products, es de guantes tipo 00, es decir de cuero, y calzado dieléctrico, además de EPP para riesgos específicos del trabajo, que en la empresa son necesarias gafas de seguridad y protector auditivo. El no uso o uso en malas condiciones puede generar accidentes en caso de contacto directo o indirecto con electricidad.

Estos no son revisados en su estado con un periodo establecido, por lo cual la reposición es hecha cuando ya está inutilizables por fallas en su composición y que afectan en la seguridad del personal de mantención.

Para media tensión (alta tensión según Air Products) se necesita de otros equipos de protección personal. Se utilizan guantes de doble aislación. Estos debiesen ser revisados cada seis meses para realizarles pruebas, lo cual no se hace. Se cuenta con un solo guante del par con su respectiva doble aislación, siendo equipos que tienen varios años desde su compra debido a que el uso no es frecuente. La falta o la falla de estos EPP pueden producir la muerte del personal al estar expuestos a tensiones de 15 kV que puede circular por el cuerpo del personal de mantención.

4.3.3. Entorno Ambiental

El medio ambiente influye en los incidentes debido a cuatro factores que pueden influenciar en la causa de incidentes, afectando a personas y/o instalaciones:

4.3.3.1. Humedad

El agua, proveniente de las lluvias principalmente, es conductora eléctrica, y al existir filtraciones, se expone a que existan fallas eléctricas en equipos y líneas eléctricas, con la posibilidad de producir una descarga eléctrica que puede pasar por el cuerpo del trabajador si este tiene un contacto directo o indirecto con algún equipo energizado.

4.3.3.2. Polvo metálico

En el área de trefilación y corte de la Planta de electrodo, se produce generación de este polvo proveniente del hilo de acero trefilado (Figura 4-20). Al no existir ventilación forzada, este tiende a caer y entrar a sistemas eléctricos y mecánicos, donde a los primeros puede afectar en el funcionamiento debido a que es conductor eléctrico y podría producir un contacto entre dos fases, produciendo un corto circuito o incluso arco eléctrico. Los tableros eléctricos más cercanos están a escasos 2,2 metros de la zona de trabajo de los operadores de los equipos de trefilación (Figura 4-21), por lo que un arco eléctrico puede producirles graves daños, afectando esto también al personal de mantención que puede verse involucrado en algún incidente de este tipo cuando realiza sus labores.



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-20. Polvo metálico



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-21. Distancia de generación de polvo a TdF

4.3.4. Organización

4.3.4.1. Métodos

- Permiso de Trabajo Seguro (PTS)

Este es un documento que debe ser realizado por un emisor y un receptor, y es necesario para trabajos de alto riesgo que impliquen:

- Trabajos en altura.
- Trabajos en caliente.
- Trabajos con sustancias peligrosas.
- Trabajos en espacios confinados.
- Trabajos con energías (eléctricas / químicas / neumáticas / hidráulica).

En este proceso de autorización de ellos, se debe hacer una identificación de peligros en conjunto de ambas partes, antes de autorizar, con el fundamento de detectar las fuentes que pueden provocar los incidentes, e indicar las medidas preventivas que se tomarán en el trabajo que se autorizará.

El problema detectado en la empresa es que no se está llevando un control en el uso de este documento. El personal de mantención no emite PTS para todos sus trabajos, y Prevención de Riesgos no está relacionado con este proceso, al no existir una figura que esté en terreno para agilizar el trámite y ayudar con su conocimiento profesional en la identificación de peligros y propuesta de medidas preventivas. Tampoco está siendo utilizado el Centro de Control de los PTS, que en la Planta de Electrodo, es una pizarra donde se archiva una copia de los PTS que están activos, lo cual lleva un control de lo que se realiza en el interior de la planta.

A pesar de ser solo un papel que se firma, es un método que al no realizarse, se pueden producir accidentes en caso de no tomar todas las medidas necesarias por parte del empleador para proteger la vida del trabajador.

- Instructivos de Trabajo

Un Instructivo de trabajo es un procedimiento escrito que describe la forma segura en que debe hacer alguna labor paso a paso. Estas son hechas en base a la experiencia de los trabajadores y supervisores, además agregando el criterio profesional del experto en Prevención de Riesgos encargado de la realización de este documento, donde velará por agregar medidas de control ante riesgos inminentes en las labores que se han de registrar en un procedimiento. Para realizar un ITS, es necesario previamente elaborar un AST (análisis seguro del trabajo) describiendo el listado de tareas lo más detallado posible. A estas tareas, se le realiza una evaluación de riesgos a través de una matriz MIPER, cuyos resultados cuantitativos describirán la criticidad de las tareas y se adoptan medidas preventivas a ellas. Teniendo todo lo anterior, es posible plasmarlo en un Instructivo que poseerá imágenes ilustrativas de la forma de hacer el trabajo. Este debe ser enseñado al trabajador para corregir alguna forma en que realiza actualmente su

trabajo, o mantenerlo si es que lo ha hecho de manera correcta, como también sirve para cuando llega un trabajador nuevo.

En la empresa, el personal de mantención no contaba con ningún Instructivo de trabajo, por lo cual se les realizó ITS de Trabajos Eléctricamente Seguro basado principalmente en Aislamiento y Bloqueo, para cada tipo de máquinas de la empresa descritas anteriormente.

4.3.4.2. Mediciones

A. Voltaje

Para un trabajo seguro de mantención es necesario aislar la energía, bloquear los interruptores de activación de sistemas, como verificar la ausencia de energía eléctrica residual almacenada en condensadores, y esto se verifica mediante un medidor de voltaje portátil (tester).

De no hacerlo, no hay otra forma de detectar esa energía, que aunque sea de baja intensidad, puede producir un daño no deseado en el personal de mantención que realiza sus labores específicas.

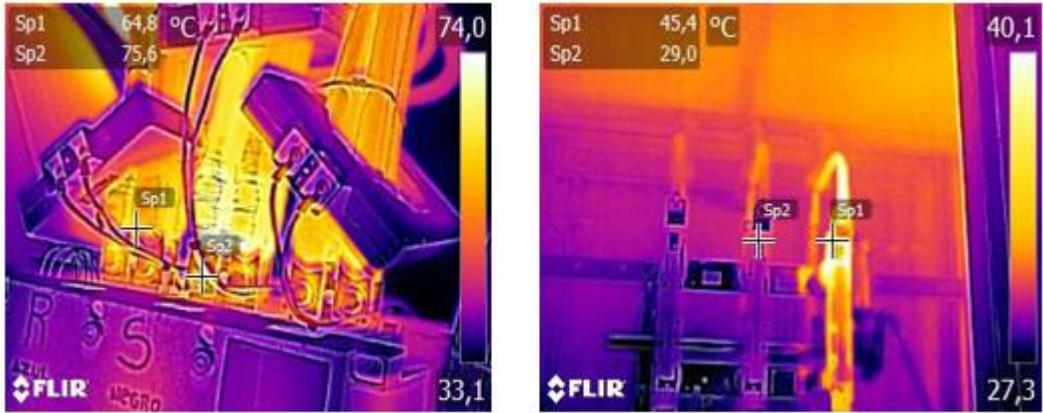
B. Resistencia de continuidad galvánica

Consiste en una prueba recomendada de realizar que consiste en verificar que las conexiones de tierra de protección están realmente llegando hacia su correspondiente malla a tierra en caso de descarga accidental de electricidad. Esta prueba no se ha realizado en la empresa a la fecha.

C. Termografía

Una técnica para detectar fallas en los sistemas eléctricos, es la termografía, que consiste en la utilización de un dispositivo que mide la temperatura a través de una cámara. El objetivo es efectuar una revisión termográfica de los gabinetes existentes en la Planta Electrodo, verificando el estado de cada uno de ellos, para así categorizar el riesgo latente de éstos y por ende de las instalaciones existentes (Anexo C).

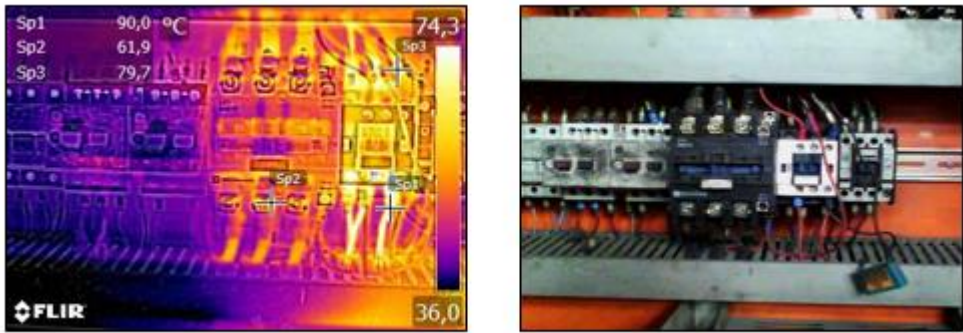
De esta se pudo determinar que en la subestación, en el automático general, hay diferencia de temperatura de 10,8 °C entre los terminales, pero con una temperatura máxima de 75,6 °C, mientras que en el seccionador de la S/E hay una diferencia de Temperatura de 16,4 °C con una temperatura máxima de 45,4 °C. Ambos tienen prioridad alta de acciones correctivas (Figura 4-22).



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-22. Mediciones termográficas

Y en los tableros de trefilación y corte, existe un tablero con prioridad alta de realizar acciones correctivas, al existir diferencia de Temperatura de 28,1 °C entre los terminales y una temperatura máxima de 90 °C (Figura 4-23).



Fuente: elaboración propia en base a proyecto

Figura 4-23. Mediciones termográficas

Hay otro de prioridad media (diferencia de temperatura de 9,5°C y una temperatura máxima de 39°C) y uno de prioridad baja (diferencia de temperatura de 2°C y una temperatura máxima de 46,5°C).

4.3.4.3. Sistema de comunicación

La empresa no cuenta con comunicación con radio, por lo que ante algún incidente eléctrico como de , no se podrá reaccionar oportunamente, agravando la situación, sobre todo en caso de incendio producto de fallas eléctricas.

4.4. MATRICES DE RIESGO

Las matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos (Tablas 4-2; 4-3; 4-4) deben entenderse en base a la evaluación del riesgo que se deriva de la multiplicación de la probabilidad por la consecuencia, con los siguientes criterios (Anexo A):

- Probabilidad de ocurrencia del riesgo:
Baja: 1 - Media: 2 - Alta: 4
- Consecuencia que podría ocasionar:
Ligeramente dañino: 1 - Dañino: 2 - Extremadamente dañino: 4

Tabla 4-1. Resultados evaluación de riesgos

		P		
		1	2	4
C	1	1	2	4
	2	2	4	8
	4	4	8	16

Fuente: Elaboración propia en base a Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo.

Los valores que entrega la tabla de evaluación de riesgo son los siguientes:

- 16 = Riesgo intolerable
- 8 = Riesgo importante
- 4 = Riesgo moderado
- 2 = Riesgo tolerable
- 1 = Riesgo Trivial

Las medidas de control se realizan en base a la jerarquía de control propuesta por la OHSAS 18001, donde están las siguientes medidas, las cuales es deseable aplicar en el siguiente orden:

Barreras duras

- E: Eliminación del riesgo
- S: Sustitución

CI: Control de Ingeniería

Barreras blandas

- CA: Control Administrativo
- EPP: Elementos de protección personal

4.5. MATRIZ DE RIESGO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA

La siguiente matriz de riesgo representa la evaluación de riesgo que se le realiza a los factores de peligro identificados en el Diagrama de Ishikawa, desprendidos de la clasificación de las ramas del diagrama en los siguientes aspectos:

- Características personales
- Agentes materiales
- Agentes ambientales
- Organización

Tabla 4-2. Evaluación de Riesgos de Factores identificados en Diagrama de Ishikawa

Nombre empresa	Indura, Planta de electrodos Cerrillos						
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo	Mantención eléctrica y mecánica equipos Planta de electrodos.						
Factor de riesgo	Riesgo	P	C	R	Medida de Control	Responsable	Plazo
Características personales							
Desconocimiento procedimientos Life Standard.	Contactos eléctricos.	4	4	16	CA: Capacitación Procedimientos Life Standard	SHEQ	1 mes

No pedir Permisos de Trabajo seguro para todas las labores de mantención para ahorrar tiempo.	Contactos eléctricos.	4	4	16	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	1 mes
No realizar completo proceso de Aislación y Bloqueo de energías.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	2 meses
Acceso a planos de la planta y manuales de equipos restringido.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	4 meses
					CA: Entrega de planos eléctricos en formato físico.	Ingeniería	4 meses
Situaciones eléctricamente inseguras por no tomar medidas necesarias al acelerar el proceso de mantención.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	2 meses
No utilizar dispositivos de bloqueo eléctrico.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	4 meses
No utilizar dispositivos de señalización.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	4 meses
No utilizar planos para conocer puntos de enclavamiento	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de	SHEQ	4 meses

					energías.		
No utilizar Equipo de Protección Personal adecuado a las labores que se realizan.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación Aislación y bloqueo de energías.	SHEQ	4 meses
Agentes materiales							
Cableado de Fuerza en misma canaleta con cableado de control.	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	1	2	2	CI: Mejoras a sistema eléctrico por profesionales eléctricos.	Ingeniería	6 meses
Falta de acrílicos en barras energizadas.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	4	4	16	CI: Incorporación de acrílicos faltantes.	Mantenición	1 mes
Falta de burletes de goma en la entrada y salida de los cables en los tableros que evitan el corte de ellos.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	2	2	CI: Incorporación de burletes de goma faltantes.	Mantenición	6 meses
Cableados sin aislación eléctrica.	Incendios.	2	4	8	CI: Aislación de cables con fallas con cinta termo contraíble.	Mantenición	2 meses
	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	2	4	8			
Cableados con quemadura.	Incendios.	2	4	8	S: Sustitución de cableado con quemaduras.	Mantenición	2 meses
	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	2	4	8			
Falta de sistemas anti incendios en tableros.	Incendios.	1	4	4	CI: Incorporación de sistemas anti incendios en tableros.	Ingeniería	4 meses

Falta de señalética de peligro eléctrico.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CA: Señalización de Riesgo eléctrico a tableros de fuerza y de control.	SHEQ	4 meses
Falta de identificación del equipo energizado por el tablero, para realizar aislamiento de energía.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CA: Señalización de tableros con placas identificadoras .	SHEQ	4 meses
Temperatura alta en algunos cables.	Incendios.	4	4	16	S: Sustitución de cableado o piezas que generan calor	Ingeniería	1 mes
	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	4	4	16	CI: Incorporación de sistema antiincendios de tableros	Ingeniería	1 mes
					CA: Mediciones termografías regulares	Mantenición	1 mes
Exceso de cableado o tableros sub-dimensionados.	Incendios.	1	4	4	S: Sustituir tableros por otros más amplios	Ingeniería	4 meses
	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	1	4	4			
Interruptores de bloqueo eléctrico sin conexión, que pueden generar una falsa aislación.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	2	4	8	E: Quitar interruptores y accesorios inoperativos	Mantenición	2 meses
Falta de separadores de polo.	Contactos eléctricos directos baja	2	4	8	CI: Instalar separadores de polo faltantes	Mantenición	2 meses

	tensión.						
Sistema eléctrico en general con antigüedad.	Incendios.	2	4	8	S: Sustituir a largo plazo	Ingeniería	2 meses
	Contactos eléctricos indirectos baja tensión.	2	4	8	sistema eléctrico actual		
Presencia de condensadores con energía residual acumulada en variadores de frecuencia.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	2	1	2	CA: Capacitación Aislación y Bloqueo de energías	SHEQ	6 meses
El cierre perimetral metálico de la sub-estación no cuenta con su respectiva conexión a tierra.	Contactos eléctricos directos alta tensión.	2	4	8	CI: Conexión a tierra del cierre perimetral	Mantenición	2 meses
Luces piloto de tablero general no se encuentran operativas.	Contactos eléctricos directos alta tensión.	1	4	4	CI: Cambio de luces piloto	Mantenición	4 meses
La aislación contra agentes externos del tablero se encuentra deteriorada.	Incendios.	2	4	8	CI: Pegar partes sueltas o cambiar toda la goma aislante.	Mantenición	2 meses
	Contactos eléctricos indirectos alta tensión.	2	4	8			
Tablero no cuentan con sistema anti incendio.	Incendios.	1	4	4	CI: Instalar sistema anti incendio para tableros eléctricos	Ingeniería	4 meses
Falta de compuertas cubre equipos.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CI: Instalar compuertas cubre equipo a tableros sin ellos	Mantenición	4 meses
Falta de aislación ante agentes externos	Contactos eléctricos	4	4	16	CI: Implementar	Ingeniería	1 mes

en algunos tableros.	directos baja tensión.				sistema de extracción de polvo metálico en trefilación y corte. Sellar entrada		
Puertas de gabinetes sin chapa con llave o con problema de cerrado.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CI: Instalar sistema de cerrojo restringidos a tableros	Mantenición	4 meses
Falta o falla de luces piloto de fases energizadas.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CI: Instalación o cambio de luces pilotos	Mantenición	4 meses
Falta o falla de indicadores de voltaje y amperaje.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CI: Instalación o cambio de indicadores de voltaje y amperaje.	Mantenición	4 meses
Falta de conexiones de tierra de protección en partes metálicas de los equipos.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	2	4	8	CI: Regularizar conexiones a tierra de las partes metálicas de los tableros.	Ingeniería	2 meses
No cuenta con un diagrama unilateral de toda la instalación, que se encuentre a la vista.	Contactos eléctricos directos alta tensión.	1	4	4	CA: Disponer de versión física del diagrama unilateral en subestación.	Ingeniería	4 meses
Falta señalización indicando la Tensión Nominal en la tapa del tablero.	Contactos eléctricos directos alta tensión.	1	4	4	CA: Señalizar la Tensión nominal.	Ingeniería	4 meses
La subestación no cuenta con los espacios mínimos	Contactos eléctricos directos alta	2	4	8	CI: Reajustar las dimensiones	Ingeniería	2 meses

exigidos para realizar mediciones, trabajos o mantenciones al interior de ésta.	tensión.				del cierre perimetral, ampliando su profundidad en la cara frontal.		
Herramientas sin aislación eléctrica.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	1	4	4	CA: Lista de verificación del estado de las herramientas	Mantención	4 meses
Fallas de aislación en pértiga de equipo de conexión a tierra en media tensión y de medición de voltaje.	Contactos eléctricos directos alta tensión.	2	4	8	CA: Lista de verificación del estado de las herramientas	Mantención	2 meses
No utilizar EPP necesario o que no esté en condiciones óptimas para el trabajo.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CA: Capacitación trabajos eléctricamente seguros	SHEQ	2 meses
No realizar pruebas de aislación a guantes dieléctricos.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CA: Capacitación trabajos eléctricamente seguros	SHEQ	4 meses
Entorno ambiental							
Humedad en equipos y tableros.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CI: Reparación de filtraciones de agua en techumbre.	Mantención	2 meses
	Incendios.	2	4	8			
Presencia de polvo metálico en área de trefilación.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CI: Instalar sistema de aspiración de polvo metálico en rodillos de trefilado.	Ingeniería	2 meses
	Incendios.	2	4	8			
Presencia de ruido laboral	Sordera profesional.	2	2	4	EPP: Utilización de tapón auditivo	SHEQ	4 meses
Organización							

Falta de control en uso de PTS.	Contactos eléctricos.	2	4	8	CA: Control a nivel de Jefatura en uso de PTS	Jefatura de Planta	2 meses
Falta de ITS de mantención.	Contactos eléctricos.	2	2	4	CA: Redacción de ITS de trabajos específicos de mantención	SHEQ Mantención	4 meses
No medir ausencia de voltaje o no contar con equipo en buen estado.	Contactos eléctricos directos baja tensión.	2	4	8	CA: Capacitación de Aislación y Bloqueo	SHEQ	2 meses
No realizar prueba de resistencia de continuidad galvánica.	Contactos eléctricos.	1	4	4	CI: Realizar plan de mediciones de resistencia de la malla a tierra	Ingeniería	4 meses
Fuentes de posible incendio detectadas por termografía.	Incendios.	4	4	16	S: Sustitución de cableado o piezas que generan calor	Mantención	1 mes
					CI: Incorporación de sistema antiincendios de tableros	Ingeniería	1 mes
					CA: Mediciones termografías regulares	Mantención	1 mes
No contar con sistema de radios para la comunicación en caso de emergencias.	Incendios.	1	2	2	CI: Instalar sistema de comunicación por radio en empresa	Jefatura de Planta	6 meses

Fuente: Elaboración propia en base a Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo.

4.6. MATRIZ DE RIESGO DE TREFILACIÓN Y CORTE

En esta área, la cual presentó el mayor número de mantenciones preventivas y correctivas dentro de la empresa entre los años 2011 y 2016, se encuentran piezas móviles rotatorias, porque es necesario hacer cambio de dos piezas principalmente ya sea por falla o por tiempo de uso: rodamientos y motores eléctricos.

Los rodamientos son piezas que minimiza la fricción que se produce entre un eje y las piezas que están conectadas a él. Esta pieza está formada por un par de cilindros concéntricos, separados por rodillos o bolas que giran de manera libre. Estos son cambiados por término de su vida útil recomendada por el fabricante, influenciada por la dilatación del metal producto del mismo movimiento rotatorio en el uso, como por fallas, las cuales se detectan por ruidos metálicos anormales, vibraciones o por exceso de temperatura en la pieza detectada con termografía.

Tabla 4-3. Evaluación de Riesgos de Mantenciones de Trefilación y Corte

Nombre empresa	Indura, Planta de electrodos Cerrillos						
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo	Mantención eléctrica y mecánica equipos Planta de electrodos, área Trefilado y Corte.						
Factor de riesgo	Riesgo	P	C	R	Medida de control	Responsable	Plazo
Antes de la intervención							
Recepción de Orden de Trabajo. Conversación con supervisor y operador acerca de la falla. Realizar prueba de funcionamiento del equipo desde el tablero de control.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantención Jefatura de Planta SHEQ	2 meses
	Atrapamiento	2	2	4			
	Golpeado por	2	1	2			
	Contacto con objetos cortantes	2	2	4	CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses

					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantención	2 meses
Informar a la jefatura del proceso donde se realizará la mantención. Solicitar el Permiso de Trabajo Seguro por parte del emisor.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantención Jefatura de Planta SHEQ	2 meses
	Atrapamiento	2	2	4			
	Golpeado por	2	1	2	CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses
	Contacto con objetos cortantes	2	2	4	CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantención	2 meses
Inspección de condiciones del PTS en terreno (Emisor y Receptor), comprobando que no hay nadie en terreno.	Atropello con grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses
El emisor del PTS pondrá un cono de delimitación con la señalización de equipo en mantención.	Atropello con grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses
Dejar copia amarilla en Centro de Control de Registro de Permisos, donde estarán los PTS vigentes.	Atropello con grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses
Trasladar junto al equipo de trabajo las herramientas:	Atropello con grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito	SHEQ	4 meses

- Dispositivo de bloqueo - Candado - Tarjeta - Voltímetro					peatonal en zona productiva.		
Aislación de energías, bloqueo, señalización y verificación de energía cero.							
Aislar la energía (eléctrica) del tablero. Para esto, abrir la puerta del tablero, buscar el interruptor general y bajarlo. Cada equipo tiene su propio tablero (trefiladoras 7p y 4p, Curto 800, 1000, Indura, rebobinadoras). (Figura 4-24)	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	2 meses
					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantenición	2 meses
Colocar el dispositivo de bloqueo del interruptor eléctrico que se acopla al switch y cerrarlo. (Figura 4-25)	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	2 meses
					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantenición	2 meses
Acoplar la tarjeta personal al candado de bloqueo.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	2 meses

					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantenición	2 meses
Colocar candado y tarjeta en el agujero que impide la apertura del dispositivo. En caso de bloqueo en grupo, acoplar los candados del grupo al dispositivo en serie , y este debe introducirse en el agujero del dispositivo. (Figura 4-26)	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	2 meses
					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	2 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantenición	2 meses
Esperar 10 minutos para dejar que se disipe la energía de los condensadores – capacitores, los cuales están incluidos en los variadores de frecuencia.	Contactos eléctricos	2	2	4	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	4 meses
					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	4 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantenición	4 meses
Realizar prueba de medición de tensión (voltaje) en el tablero. Medir en	Contactos eléctricos	2	2	4	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantenición Jefatura de Planta SHEQ	4 meses

las líneas bajo el interruptor, es decir, fase – fase y fase – neutro. De detectarse aun voltaje, volver al paso anterior. (Figura 4-27)					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	4 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantención	4 meses
Hacer prueba de arranque de la maquinaria que se desenergizó para verificar que no tiene alimentación desde el tablero de control de cada equipo de trefilación y corte.	Contactos eléctricos	2	1	2	CA: Uso de Permiso de Trabajo Seguro.	Mantención Jefatura de Planta SHEQ	6 meses
					CA: Capacitación de aislación y bloqueo.	SHEQ	6 meses
					CA: Instructivo de trabajo.	SHEQ Mantención	6 meses
Mantenciones de Trefilación y Corte: Cambios de rodamientos.							
Limpieza de maquinaria para poder trabajar.	Cortes por objetos	2	2	4	EPP: Guantes de cabretilla	SHEQ	4 meses
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Quitar protecciones de equipos.	Golpeado por	1	1	1	EPP: Guantes de cabretilla	SHEQ	12 meses
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Desmontar correas dentadas, soltando	Atrapamiento	2	2	4	CA: Señalética	SHEQ	4 meses

tensores de la correa con llave punta corona. (Figura 4-28)					atrapamiento		
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Quitar las tapas de los ejes y rodamiento a cambiar con extractor de rodamientos.	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Lubricar nuevo rodamiento.	Ingestión accidental de sustancias nocivas	1	2	2	CA: Capacitación SUSPEL	SHEQ	6 meses
Calentar rodamiento en equipo de inducción de temperatura, evitando el montaje por golpes en la pieza. (Figura 4-29)	Contacto térmico	4	2	8	EPP: Guantes térmicos	SHEQ	2 meses
Montar el rodamiento dilatado por el calor utilizando guante térmico.	Contacto térmico	4	2	8	EPP: Guantes térmicos	SHEQ	2 meses
Mantenciones de Trefilación y Corte: Cambios de motores.							
Limpieza de maquinaria para poder trabajar.	Cortes por objetos	2	2	4	EPP: Guantes de cabretilla	SHEQ	4 meses
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Quitar protecciones de equipos.	Golpeado por	1	1	1	EPP: Guantes de	SHEQ	12 meses
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación	SHEQ	4 meses

					aislación y bloqueo		
Soltar tensores de correas.	Atrapamiento	2	2	4	CA: Señalética atrapamiento	SHEQ	4 meses
	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Desmontar motor eléctrico y su cableado de conexión. De ser necesario, lubricar tuercas.	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
	Ingestión accidental de sustancias nocivas	1	2	2	CA: Capacitación SUSPEL	SHEQ	6 meses
Montar nuevo motor. (Figura 4-30)	Contactos eléctricos	1	4	4	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	4 meses
Después de la intervención.							
Al finalizar la intervención, verificar que es seguro realizar la energización, antes de realizar pruebas operativas de donde se realizó la intervención.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	2 meses
	Atrapamiento	2	2	4	CA: Señalética atrapamiento	SHEQ	4 meses
	Golpeado por	2	1	2	EPP:	SHEQ	4 meses
	Contacto con objetos cortantes	2	2	4	Guantes de cabretilla		
Quitar los elementos de bloqueo, y energizar.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	2 meses
	Atrapamiento	2	2	4	CA: Señalética atrapamiento	SHEQ	4 meses

	Golpeado por	2	1	2	EPP:	SHEQ	6 meses
	Contacto con objetos cortantes	2	2	4	Guantes de cabretilla		
Hacer las pruebas correspondientes para verificar la operatividad del equipo o máquina que se realizó la intervención.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Capacitación aislación y bloqueo	SHEQ	2 meses
	Atrapamiento	2	2	4	CA: Señalética atrapamiento	SHEQ	4 meses
	Golpeado por	2	1	2	EPP:	SHEQ	4 meses
	Contacto con objetos cortantes	2	2	4	Guantes de cabretilla		
Entregar las copias del receptor del PTS al emisor, quien será encargado de verificar que las condiciones están óptimas para reiniciar la operación normal, e informar a los operadores, al equipo de mantención, que terminó su mantención. Archivar una copia del PTS.	Atropello por grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses

Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-24. Disyuntores generales del TdF



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-25. Dispositivo de bloqueo



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-26. Bloqueo y señalizado



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-27. Medición de voltaje



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-28. Tensores de trefilación



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-29. Calentador de rodamientos y guantes térmicos



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-30. Motor eléctrico desmontado

4.7. MATRIZ DE RIESGO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

A pesar de ser el equipo con menor número de mantenciones realizadas en las estadísticas mostradas previamente, y que gran parte de estas mantenciones sean realizadas por personal externo, el Jefe de Mantenimiento cuenta con autorización para realizar ciertas intervenciones como personal Q-EL, es decir, eléctricamente calificado, las cuales realiza principalmente en caso de fallas puntuales.

Tabla 4-4. Evaluación de Riesgos de Mantenciones de S/E

Nombre empresa	Indura, Planta de electrodos Cerrillos						
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo	Mantenión eléctrica y mecánica equipos Planta de electrodos, área Subestación eléctrica.						
Factor de riesgo	Riesgo	P	C	R	Medida de control	Responsable	Fecha
Antes de la intervención							
Detección de falla en el sistema eléctrico, o recepción de orden de trabajo para mantención preventiva.	Contactos eléctricos	4	4	16	CA: Capacitación trabajos eléctricamente seguros	SHEQ	1 mes
	Incendios	2	4	8	CI: Sistema anti incendios	Ingeniería	2 meses
Informar a la jefatura de planta acerca de la mantención necesaria. Solicitar el Permiso de Trabajo Seguro por parte del emisor y Certificado de aislación eléctrica en alta tensión (CAE-AT)	Contactos eléctricos	4	4	16	CA: Capacitación trabajos eléctricamente seguros. Uso de Permiso de Trabajo Seguro	SHEQ	1 meses
Aislación de energía.							
Bajar el disyuntor de la subestación que se le realizara mantención. Para esto se debe retirar la palanca de su gaveta y montarla.	Contactos eléctricos	2	4	8	EPP: Guantes doble aislación (Figura 4-35).	SHEQ	2 meses

(Figura 4-31)							
Chequeo y monitoreo de presencia de energía con medidor a distancia conectado a pértiga. (Figura 4-33)	Contactos eléctricos	1	4	4	EPP: Guante de doble aislación (Figura 4-35).	SHEQ	4 meses
Aterrizar aguas abajo el circuito mediante el equipo de pinzas conectado en las fases y en la malla a tierra. (Figura 4-32)	Contactos eléctricos	2	4	8	EPP: Guante de doble aislación (Figura 4-35).	SHEQ	2 meses
Mantenición							
Revisar niveles de aceite del transformador mediante inspección visual. (Se puede tomar una muestra para enviar a análisis de laboratorio)	Ingestión accidental de sustancias nocivas	1	2	2	CA: Capacitación SUSPEL	SHEQ	6 meses
Realizar reapriete de terminales con prensas de apriete.	Contactos eléctricos	1	4	4	EPP: Guante de doble aislación (Figura 4-35).	SHEQ	4 meses
	Golpeado por	1	1	1			
Reemplazo de fusibles si se queman producto de su accionamiento de seguridad. (Figura 4-34)	Contactos eléctricos	1	4	4	EPP: Guante de doble aislación (Figura 4-35).	SHEQ	4 meses
	Golpeado por	1	1	1			
Realizar pruebas	Contactos	2	4	8	CA:	SHEQ	2

de aislación eléctrica con equipos medidores.	eléctricos				Capacitación trabajos eléctricamente seguros		meses
Después de la intervención							
Contactar Jefatura de Planta para reactivar energía.	Atropello por grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses
Quitar equipos utilizados previamente y reactivar energía en disyuntor.	Contactos eléctricos	2	4	8	CA: Capacitación trabajos eléctricamente seguros	SHEQ	2 meses
Entregar PTS y CAE-AT al emisor y archivarlos.	Atropello por grúa horquilla	2	2	4	CA: Capacitación de tránsito peatonal en zona productiva.	SHEQ	4 meses

Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-31. Barras de desconexión de S/E



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-32. Equipo de puesta a tierra Media Tensión



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-33. Pértiga y medidor de voltaje a distancia



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-34. Fusibles de S/E



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Figura 4-35. Guantes dieléctricos

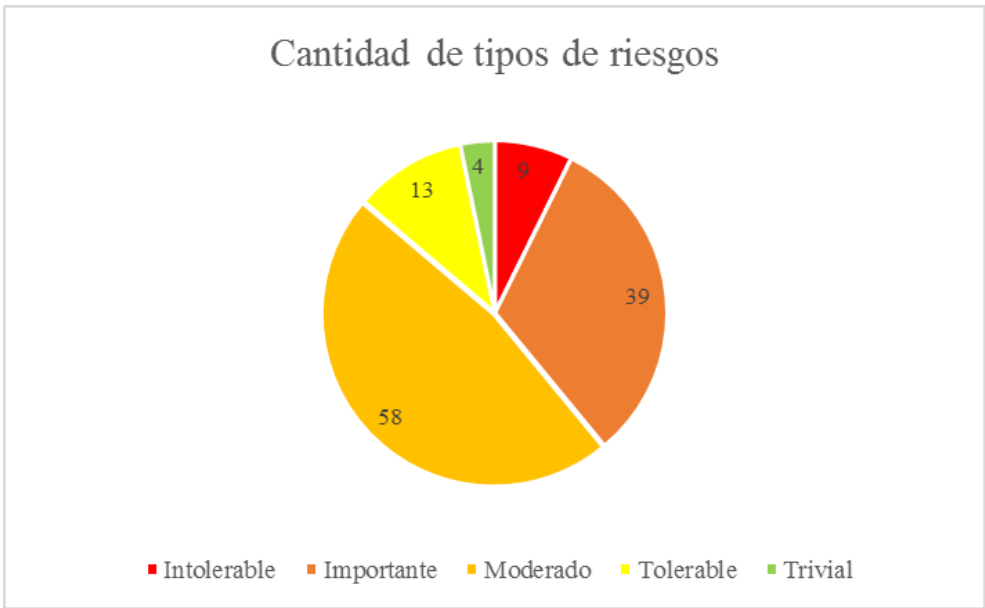
4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MATRICES DE RIESGOS

Dentro de las matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos de las tablas anteriores, se contabilizan las cantidades de tipos de riesgos evaluados:

Tabla 4-5. Conteo de tipos de riesgos en matrices MIPER

Riesgo	Valor	MIPER 1	MIPER 2	MIPER 3	Total
Intolerable	16	7	0	2	9
Importante	8	23	11	5	39
Moderado	4	23	30	5	58
Tolerable	2	4	8	1	13
Trivial	1	0	2	2	4
		57	51	15	123

Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.



Fuente: Elaboración propia en base a proyecto.

Gráfico 4-2. Cantidad de tipos de riesgos

A partir del Gráfico 4-2 se pueden obtener los siguientes porcentajes del total de elementos evaluados en las matrices de riesgos:

- Intolerable: 7%
- Importante: 32%
- Moderado: 47%
- Tolerable: 11%
- Trivial: 3%

Con esto podemos ver que son mayores los riesgos moderados y los importantes. Los intolerables son de bajo porcentaje pero son los que se les debería poner mayor énfasis en el plan de trabajo destinado a los responsables asignados para el plan de trabajo.

4.9. PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO PARA MEDIDAS DE CONTROL

Se presenta la siguiente propuesta de trabajo para la empresa Indura de acuerdo a los resultados de la evaluación, el plazo estimado para cada clasificación de éstos, y el criterio de estimación de tiempos de acuerdo a los recursos para poder realizar cambios, sobre todo en las medidas de control que necesitan más tiempo para realizarse o que deben estar constantemente realizándose. Se ordena según el responsable y prioridad.

Tabla 4-6. Carta Gantt medidas de control

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

CONCLUSIONES

Mediante el presente trabajo de título se lograron definir las tareas y responsabilidades de los trabajadores de mantención sólo en los trabajos o zonas críticas donde operan dado el alcance definido. Se detecta que el personal de mantención tiene roles definidos según su especialidad, sin embargo las tareas que realizan son de manera similar.

Se identificaron los peligros de las tareas que realizan en la zona de trefilación y corte para realizar sus mantenciones más comunes, como las de la subestación eléctrica, siendo un listado detallado que posteriormente se evaluó mediante matrices de riesgo. Por otra parte se identificaron los factores de riesgos que pueden llegar a generar un incidente eléctrico agrupado en factores personales, entorno ambiental, agentes materiales y factores de la organización, a los cuales se les evaluó el riesgo de cada aspecto identificado. Principalmente se enfocó en los riesgos eléctricos de las tareas, sin dejar de lado otros riesgos detectados.

Se proponen medidas de control a cada riesgo evaluado con el objetivo de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los incidentes, siendo designado un plazo dada su valor de riesgo, y un responsable acorde a la medida propuesta. Se propuso una carta Gantt para ser aplicada en la empresa en un plan de mínimo doce meses.

Se concluye que el personal de mantención de la Planta de electrodos Indura, se encuentra expuesto al riesgo eléctrico en cuanto a las condiciones y acciones, ya sean subestándar e inseguras. En cuanto a las condiciones de trabajo, se destaca el inminente riesgo de incendio de los equipos dada su antigüedad como los incidentes que podrían ocasionar la falta o falla de componentes de los tableros eléctricos principalmente, mientras que en las acciones, se detectan falencias en cuanto la realización de trabajos eléctricos de manera segura, como la falta de fiscalización interna en la empresa para la realización de estos.

RECOMENDACIONES

En cuanto al sistema eléctrico de la Planta, se recomienda realizar un estudio detallado de costos versus beneficios que trae realizar cambios a largo plazo del actual sistema eléctrico. De no ser factible, es recomendable realizar medidas correctivas a las fallas detectadas por el equipo realizador del “Informe técnico fotográfico” que levantó condiciones subestándar e inseguras específicamente en tableros eléctricos y subestación transformadora. Este informe fue realizado en conjunto al estudiante en práctica de Ingeniería Civil Eléctrica y fue guiado por un profesional eléctrico con experiencia en levantamiento de información técnica del tema eléctrico. La prioridad, dadas las condiciones ambientales del polvo metálico y la humedad presente, como las constantes mantenciones realizadas en esa zona, está en Trefilación y corte.

Dentro de otras recomendaciones está instalar extintores de Anhídrico Carbónico (CO₂) en cercanías a los tableros eléctricos, o en su defecto, solo en la subestación eléctrica, como adjuntar al Plan de emergencias las formas de actuar ante un incidente eléctrico que genere daño a las personas o a la propiedad. Además contar con un sistema de extracción de polvo de acero en los rodillos de trefilado, para evitar que este llegue a los tableros eléctricos y hacer contacto entre las líneas eléctricas produciendo corto circuitos y sobrecargas. Al personal de mantención se debe concientizar sobre el riesgo laboral al cual se exponen en su trabajo, específicamente al riesgo eléctrico, dado que la desinformación, la confianza generada por los años de trabajo sin sufrir algún incidente, sumado a los métodos de trabajo realizados de forma insegura, exponen innecesariamente al personal de mantención a daños extremos que incluso pueden ser fatales, aun siendo trabajos en baja tensión.

A modo de complemento a este Trabajo de Título, y a pedido de la empresa, se confeccionaron Instructivos de Trabajo para la Aislación y Bloqueo de energías de los principales equipos de Baja tensión de la empresa. Estos son prensas, paneras, mezcladores, planta celulosa, hornos y trefiladoras y cortadoras, siendo este último la base de la evaluación de riesgo utilizada en el presente Trabajo de Título. De igual manera, se gestionó la puesta de señalética de riesgo eléctrico como de placas identificadoras del equipo que alimentaba cada tablero de fuerza que no lo poseía.

Se recomienda finalmente evaluar la implementación de las medidas de control para los riesgos detectados por parte de todos los responsables asignados, personificando al encargado de esto y adaptando los tiempos disponibles para los cambios propuestos a la realidad de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- GUSSOW, Milton. Fundamentos de electricidad. México: McGraw-Hill, 1991. 1-6 p. ISBN 989-422-977-1.
- ALCALDE, Pablo. Curso de electricidad General 1. Madrid: Editorial Paraninfo, 1998. 38-41 p. ISBN 84-283-2465-4.
- PORRAS, Alejandro. Riesgo eléctrico. España: Creaciones Copyright, 2006. 147-157 p. ISBN 84-96300-19-6.
- DECRETO DE LEY 3464: Constitución Política de la República de Chile. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 08 de Agosto de 1980.
- DECRETO CON FUERZA DE LEY N°1: Código del trabajo. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 31 de Junio de 2002.
- DECRETO SUPREMO 594: Aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 29 de Abril de 2000.
- DECRETO SUPREMO 40: Aprueba el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 07 de Marzo de 1969.
- NORMA CHILENA 4: Instalaciones de bajo consumo, Santiago, 2003.
- NORMA DE SEGURIDAD 5: Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes, Santiago, 1971.
- NORMA DE SEGURIDAD 20: Subestaciones transformadoras interiores, Santiago, 1978.
- NORMA DE SEGURIDAD 8: Electricidad Tensiones Normales para Sistemas e Instalaciones, Santiago, 1975.

- “Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo”. del Instituto de Salud Pública de Chile, 2013.
- “Protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo”, del Instituto de Salud Pública de Chile, 2015.

ANEXOS

**ANEXO A: GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE
RIESGOS DE SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO**



DEPARTAMENTO SALUD OCUPACIONAL

**GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN
Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE
SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE
TRABAJO**



La presente versión responde fielmente al contenido de la Resolución Exenta N° 0067 del 17.01.2014 del Instituto de Salud Pública de Chile, que de aprueba el presente documento.

5.- DESARROLLO

5.1.- Metodología.

La herramienta presentada en este documento, se compone de dos etapas, las cuales se describen a continuación:

- a) La primera etapa corresponde a la identificación de los factores de riesgo de seguridad en los ambientes de trabajo, para posteriormente, asociar cada factor detectado con el riesgo correspondiente.
- b) La segunda etapa de la herramienta presenta una propuesta de cálculo para la valoración de los riesgos existentes, basado en el método del "Valor Esperado de la Pérdida (VEP)" como requerimiento mínimo².

Una descripción detallada de las dos etapas señaladas, se presenta en los puntos 5.1.1 y 5.1.2 de la presente guía técnica.

5.1.1.- Etapa 1

5.1.1.1.- Identificación de los Factores de Riesgo.

La primera parte de la presente guía técnica contempla la identificación de los factores de riesgo existentes en un lugar de trabajo, materia de competencia del profesional de prevención de ries-

gos³. Para tal fin, el profesional mencionado deberá elaborar una pauta previa que permita reconocer aquellos factores de riesgo existentes en el lugar o puesto de trabajo analizado⁴, independiente de su nivel de incidencia.

Para la confección de la pauta para la identificación de los factores de riesgo, el profesional deberá tomar en consideración los cuatro grandes bloques en que éstos se pueden agrupar, los cuales se detallan a continuación:

- **Agentes Materiales:** Son aquellos factores que por razón de su naturaleza peligrosa, pueden contribuir a la generación de un accidente (instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, así como también los inherentes a materiales y/o materias primas y productos).
- **Características Personales:** Factores de carácter individual asociados al comportamiento de los trabajadores (conocimientos, aptitudes, actitudes).
- **Entorno Ambiental:** Son aquellos factores atribuibles al ambiente de trabajo que pueden incidir en la generación de accidentes, como por ejemplo orden y limpieza, ruido e iluminación entre otros.
- **Organización:** Factores asociados a la organización del trabajo y que influyen en la gestión preventiva (formación, métodos de trabajo, supervisión, etc.)

Un esquema, tipo espina de pescado, de los cuatro bloques en los cuales se agrupan los factores de riesgo, se presenta a continuación:

² No obstante, y dependiendo de la expertise del profesional de prevención de riesgos, se podrá utilizar otro método de valoración de riesgos más complejo dependiendo del caso específico bajo análisis, estableciéndose los registros correspondientes.

³ No obstante lo señalado, es importante que el profesional considere la opinión de los trabajadores del área o proceso a evaluar y haga partícipe a la línea de supervisión existente. Lo anterior en términos de la responsabilidad del empleador según lo establecido en el artículo 184 del Código del Trabajo.

⁴ La pauta también puede ser confeccionada y aplicada en relación con un proceso, equipo u operación en particular.



Es importante explicitar que para la confección de la pauta respectiva, el profesional deberá disponer de la documentación técnica que corresponda (normas, manuales, etc.) así como también de la reglamentación aplicable a la situación que se pretende verificar, como a su vez, tener la oportunidad de profundizar a través de expertos en la materia aquellos puntos críticos específicos que originen factores de riesgo⁵.

Una vez aplicada la pauta, y en base a los resultados obtenidos de la aplicación de ésta, el profesional deberá completar la primera columna de la Ficha N°1 del Anexo 1 según lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo⁶.

En la columna de la segunda columna de la presente guía técnica⁷, completando de esta forma la segunda, tercera y cuarta columna de la Ficha N°1 del Anexo 1 con el nombre del riesgo correspondiente, su codificación según el Anexo 3 y si es del tipo "evitable" o "no evitable" respectivamente.

No obstante lo mencionado en el párrafo anterior, aquellos riesgos detectados que, según el criterio técnico del profesional, sean del tipo "evitable" se procederá a la inmediata eliminación del factor de riesgo correspondiente, de forma que sólo serán considerados para efectos de valoración de la magnitud (punto 5.2 de la presente guía técnica) aquellos riesgos de tipo "no evitable"⁸.

5.1.1.2.- Determinación del Riesgo según Factores de Riesgo Identificados.

Una vez identificados los factores de riesgo según lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo, el profesional deberá asociar cada factor identificado con un riesgo determinado según listado y codifica-

5.1.2.- Etapa 2

Esta etapa describe la valoración de los riesgos detectados del tipo "no evitable" asociados por lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo en el punto 5.1 de la presente guía técnica, de forma de optimizar la información necesaria para la toma de

5 Es importante señalar que en aquellos casos donde el profesional que efectuará la identificación no pertenece a la empresa, éste deberá efectuar una visita previa de reconocimiento para su familiarización con el lugar o puesto de trabajo a analizar.

6 No obstante el llenado de la Ficha N°1 del Anexo 1, el profesional de prevención de riesgos deberá mantener registro de la(s) pauta(s) utilizadas para fines de respaldo que correspondan.

7 La codificación propuesta en el Anexo 2 de la presente guía técnica corresponde a la propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, INSHT.

8 No obstante lo registrado por la Ficha N°1 del Anexo 1, para el caso de los riesgos "evitables" el profesional de prevención deberá mantener en forma adicional un registro con las medidas adoptadas para la eliminación de cada factor de riesgo correspondiente.

decisiones apropiadas respecto de la adopción de las medidas preventivas por parte de la empresa involucrada.

Para tal fin, el profesional deberá cuantificar cada riesgo detectado aplicando el método del “Valor Esperado de la Pérdida (VEP)” según sigue:

$$\text{VEP} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

El valor VEP obtenido (magnitud del riesgo detectado) se ubicará entre 1 a 16 dependiendo de los valores asignados por el profesional para las variables “probabilidad” y “consecuencia o severidad” descritas en los puntos 5.1.2.1 y 5.1.2.2 de la presente guía técnica respectivamente, estableciéndose los siguientes rangos de clasificación, acompañados de su acción correspondiente⁹:

VEP	RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
1	Trivial	No se requiere acción específica.
2	Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo se deben implementar en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
8	Importante	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo (puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo). Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, se debe remediar el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
16	Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducirlo, incluso con recursos limitados, se debe prohibir el trabajo.

Una vez obtenido el valor VEP por cada riesgo, el profesional de prevención de riesgos deberá completar la información de la Ficha N°2 del Anexo 1 (según lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo a chequear), junto con las medidas preventivas a adoptar en cada caso según directrices entregadas en la columna “acción y temporización” de la tabla anterior.

9 Basado en lo señalado en el documento “Evaluación de Riesgos Laborales” del INSHT, España.

5.1.2.1. Determinación de la Probabilidad de que ocurra el daño.

La determinación de la variable "probabilidad" será asignada por el profesional de prevención de riesgos, según el siguiente criterio:

- **Baja (valor asignado 1):** En este caso, el daño ocurrirá rara vez o en contadas ocasiones (posibilidad de ocurrencia remota).
- **Media (valor asignado 2):** En este caso, el daño ocurrirá en varias ocasiones (posibilidad de ocurrencia mediana (puede pasar), no siendo tan evidente).
- **Alta (valor asignado 4):** En este caso, el daño ocurrirá siempre o casi siempre (posibilidad de ocurrencia inmediata, siendo evidente que pasará).

Para la determinación de la "probabilidad", es recomendable que el profesional de prevención tome en consideración una serie de factores, destacándose los siguientes:

- a) Existencia de condiciones y acciones inseguras.
- b) Revisión de los registros de accidentes del trabajo e informes técnicos existentes.
- c) Frecuencia de exposición al riesgo evaluado (por ejemplo si es continua o puntual durante el día, semana, mes, etc.)
- d) Cumplimiento de requisitos legales y existencia de procedimientos seguros.
- e) Medidas de control implementadas y eficacia aparente de éstas.

Una vez determinada la variable "probabilidad", ésta deberá ser registrada en la columna respectiva de la Ficha N° 2 del Anexo 1 de la presente guía técnica.

5.1.2.2. Determinación de la Consecuencia o Severidad del Daño.

La determinación de la variable "consecuencia" (potencial severidad del daño) será asignada por el profesional en base a consideraciones como parte(s) del cuerpo que se pueda(n) ver afectada(s)

y naturaleza del daño, estableciéndose la siguiente graduación:

- **Ligeramente dañino (valor asignado 1):** Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar a nivel de trabajadores daños superficiales como cortes, magulladuras pequeñas e irritaciones a los ojos (por ejemplo por polvo), como a su vez por molestias e irritaciones que puedan generar dolor de cabeza y disconfort entre otras, todas éstas incapacitantes.
A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material que no impida su funcionamiento normal, junto con una pérdida de producción menor.
- **Dañino (valor asignado 2):** Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes y fracturas menores.
A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material parcial y reparable, junto con una pérdida de producción de consideración (mediana).
- **Extremadamente dañino (valor asignado 4):** Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar eventos extremadamente dañinos a nivel de los trabajadores que generen incapacidades permanentes como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples y lesiones fatales¹⁰.
A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material extenso e irreparable, junto con una pérdida de producción de proporciones.

Una vez determinada la variable "consecuencia o severidad", ésta deberá ser registrada en la columna respectiva de la Ficha N° 2 del Anexo 1 de la presente guía técnica.

¹⁰ Además, aunque no sea tema de la presente guía, esta clasificación también debe ser considerada en caso de cáncer y otras enfermedades oncológicas que asporten severamente la vida.

6.- DEFINICIONES

- a) **Factores de Riesgo:** Presencia de algún elemento, fenómeno o acción humana que puede causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones.
- b) **Riesgo:** Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la gravedad de la lesión o enfermedad del trabajo, que pueda ser causada por el evento o la exposición.
- c) **Riesgo Evitable:** Riesgos que puedan ser eliminados de forma fácil, sin implicación de muchas personas o estamentos, sin un desembolso económico importante, sin parar el proceso o la tarea y cuyas medidas para evitarlos sean sencillas y de rápida instalación.
Nunca se considerará riesgo de tipo evitable aquel que requiera como medida preventiva formación, aprobación de un presupuesto económico o contratación de un servicio con una empresa ajena.
- d) **Riesgo no Evitable:** Todo aquel tipo de riesgo que no cumpla con los requerimientos señalados en el 1º párrafo de la definición de "riesgo evitable".
- e) **Agente de Riesgo:** Causante directo del riesgo, reconocido y claramente individualizado.
- f) **Riesgos de Seguridad:** son aquellos con probabilidad de generar lesiones a los trabajadores (accidentes) durante la realización del trabajo.
- g) **Riesgos Higiénicos:** son aquellos con probabilidad de generar alteraciones en la salud de los trabajadores (enfermedades, intoxicaciones) debido a la exposición a contaminantes durante la realización del trabajo.
- h) **Evaluación de Riesgo:** Proceso global de estimar la magnitud del riesgo y decidir si el riesgo es o no tolerable (OHSAS 18001). Para evaluar los riesgos se utiliza el método del Valor Esperado de Pérdidas (VEP) en el cual se considera la probabilidad y la consecuencia, como criterios fundamentales para la evaluación del riesgo.
- i) **Probabilidad (P):** Expectativa que se desarrolle toda una secuencia de causas y efectos, hasta terminar en un resultado distinto al deseado donde se consideran las experiencias de la propia empresa o de empresas similares.
- j) **Consecuencia o Severidad (C):** Nivel o grado de lesión o daño asociado a la causa que puede provocar un incidente el cual se expresa por una escala de magnitud.

ANEXO 1: FICHAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

Ficha N° 1:
Identificación de Factores de Riesgo

NOMBRE EMPRESA				
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo.				
FACTOR DE RIESGO	RIESGO	CÓDIGO	RIESGO EVITABLE	
			SI	NO
Nombre y firma profesional que realiza la identificación				
Fecha de la identificación (DD/MM/AÑO)				

FICHA N° 2:
Evaluación del Riesgo

NOMBRE EMPRESA							
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo.							
RIESGO NO EVITABLE *	PROBABILIDAD (P)	CONSECUENCIA (C)	VALOR VEP	MEDIDA PREVENTIVA			
				Descripción	Fecha implementación	Responsable	Fecha verificación
Nombre y firma profesional que realiza la Evaluación							
Fecha de la Evaluación (DD/MM/AÑO)							
* = Proveniente de la Ficha N°1 de Identificación de Factores de Riesgo.							

ANEXO 2: "CODIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES"

Seguridad: Condiciones de trabajo ligadas a los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo, que puedan causar una lesión física al trabajador.

Riesgo	Código del Riesgo	Definición
Caída de personas a distinto nivel.	010	Caída a un plano inferior de sustentación. Caídas desde alturas (edificios, ventanas, máquinas, árboles, vehículos, ascensores). Caída en profundidades (puentes, excavaciones, agujeros, etc.)
Caída de personas al mismo nivel.	020	Caída que se produce en el mismo plano de sustentación. Caídas en lugares de tránsito o superficies de trabajo (inadecuadas características superficiales, desniveles, calzado inadecuado). Caída sobre o contra objetos (falta de orden y limpieza)
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	030	Caída de elementos por pérdida de estabilidad de la estructura a la que pertenecen. Caída de objetos por hundimiento, caída desde edificios, muros, ventanas, escaleras, montones de mercancías, desprendimiento de rocas, de tierra, etc.
Caída de objetos en manipulación	040	Caída de objetos y materiales durante la ejecución de trabajos en operaciones de transporte por medios manuales o con ayudas mecánicas. Caída de materiales sobre un trabajador, siempre que el accidentado sea la misma persona a que se le haya caído el objeto que está manejado.
Caída de objetos desprendidos	050	Caída de objetos diversos que no se están manipulando y que se desprenden de su ubicación por razones varias. Caída de herramientas y materiales sobre un trabajador siempre que el accidentado no lo estuviese manejando.
Pisada sobre objetos/ superficies irregulares	060	Es la situación que se produce por tropezar o pisar sobre objetos abandonados o irregularidades del suelo pero que no originan caídas aunque sí lesiones
Choque contra objetos inmóviles	070	Encuentro violento de una persona o de una parte de su cuerpo con uno o varios objetos colocados de forma fija o en situación de reposo
Choque contra objetos móviles	080	Golpe ocasionado por elementos móviles de las máquinas e instalaciones. No se incluyen atrapamientos.
Golpes/cortes por objetos/herramientas	090	Situación que puede producirse ante el contacto de alguna parte del cuerpo de los trabajadores con objetos cortantes, punzantes o abrasivos (no se incluyen los golpes por caída de objetos). Golpes con un objeto o herramienta que es movido por una fuerza diferente a la gravedad.
Proyección de fragmentos o partículas	100	Circunstancia que se puede manifestar en lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramienta o materia prima a conformar. Excluye los producidos por fluidos biológicos.

Atrapamiento por o entre objetos	110	Situación que se produce cuando un trabajador, o parte de su cuerpo, es enganchada o aprisionada por mecanismos de las máquinas o entre objetos, piezas o materiales.
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	120	Es la situación que se produce cuando un operario, o parte de su cuerpo, es aprisionado contra las partes de las máquinas o vehículos que, debido a condiciones inseguras, han perdido su estabilidad.
Sobreesfuerzos	130	
Sobreesfuerzos por manipulación de cargas	131	Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de cargas (carras, cajas, etc.) que pueda producir lesiones
Sobreesfuerzos por movilización de personas con movilidad reducida	132	Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de personas con movilidad reducida pueda producir lesiones
Sobreesfuerzos por otras causas	133	Posturas inadecuadas o movimientos repetitivos o vibraciones mecánicas que puedan producir lesiones músculo-esqueléticas agudas o crónicas. Excluye las lesiones producidas por manipulación de cargas incluida en otros apartados.
Exposición a temperaturas extremas	140	Permanencia en un ambiente con calor o frío excesivo.
Contactos térmicos	150	
Contactos térmicos por calor	151	Acción y efecto de tocar superficies o productos calientes.
Contactos térmicos por frío	152	Acción y efecto de tocar superficies o productos fríos.
Contactos eléctricos	160	
Contactos eléctricos directos	161	
Contactos eléctricos directos baja tensión (<1000 volts)	161.1	Es todo contacto directo de las personas con partes activas en tensión (trabajando con tensiones < 1000 volts)
Contactos eléctricos directos alta tensión (>1000 volts)	161.2	Es todo contacto directo de las personas con partes activas en tensión (trabajando con tensiones > 1000 volts)
Contactos eléctricos indirectos	162	
Contactos eléctricos indirectos baja tensión (<1000 volts)	162.1	Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones < 1000 volts)

Contactos eléctricos indirectos alta tensión (>1000 volts)	162.2	Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones > 1000 volts)
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	170	
Inhalación o ingestión accidental de sustancias nocivas	171	Efectos agudos producidos por exposición ambiental accidental o por ingestión de sustancias o productos como lesiones neurológicas, respiratorias (asma, hiperreactividad bronquial, etc.), etc. Incluye las asfixias y ahogamientos.
Otras formas de exposición accidental	172	Otros tipos de exposición no incluidas en el apartado anterior.
Contato con sustancias cáusticas y/o corrosivas	180	
Contato con sustancias (nocivas) que puedan producir dermatitis	181	Acción y efecto de tocar sustancias o productos que puedan producir dermatitis: por abrasión química o física (uso frecuente de jabones o detergentes) o de tipo alérgico.
Contato con sustancias (nocivas) que puedan producir otro tipo de lesiones externas distintas a la dermatitis	182	Acción y efecto de tocar sustancias o productos que puedan producir lesiones externas en la piel distintas a la dermatitis.
Exposición a Radiaciones	190	Altas dosis, entendiendo dicha exposición como accidente.
Explosiones	200	
Explosiones químicas: Gases y vapores (201.1) y Polvo combustible (201.2)	201	Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones químicas.
Explosiones físicas	202	Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones físicas.
Incendios	210	
Factores de inicio	211	Es el conjunto de condiciones (materiales combustibles, comburente y fuentes de ignición), cuya conjunción en un momento determinado puede dar lugar a un incendio.
Propagación	212	Condiciones que favorecen el aumento y la extensión del incendio

Medios de lucha y señalización	213	Insuficiencia de medios materiales con los que es posible abarcar un incendio hasta su completa extinción o problemas con la llegada de ayuda exterior.
Evacuación	214	Insuficiencia en la salida ordenada de todo el personal del centro y problemas en la concentración en un punto predeterminado considerado como seguro.
Accidentes causados por seres vivos	220	
Accidentes causados por personas	221	San los producidos a las personas por la acción de otras personas como agresiones, patadas y mordiscos.
Accidentes causados por animales	222	San los producidos a las personas por la acción de animales como arañazos, patadas y mordiscos.
Atropellos o golpes con vehículos	230	San los producidos por vehículos en movimiento, empleados en las distintas fases de los procesos realizados por la empresa.
Accidentes de tránsito	240	Los ocurridos dentro del horario laboral, independientemente de que esté relacionado con el trabajo habitual o no.
Otros riesgos	250	San aquellos riesgos de accidente que a juicio del evaluador, no han sido descritos en ninguno de los ítemes anteriores.

NOTA FINAL: Para fines de la presente guía técnica, los riesgos de tipo higiénico, ergonómicos y psico-sociales no serán incluidos en este Anexo debido a que el alcance del presente documento corresponde a "riesgos de seguridad". Sin embargo, para fines particulares, su obtención es posible de la bibliografía señalada.

ANEXO B: INSTRUCTIVO DE TRABAJO SEGURO TREFILACIÓN Y CORTE INDURA



Edición:	Fecha:	Emi:	Rev:	Apr:

1. OBJETIVO

Establecer instrucciones de los pasos que permitan realizar el proceso de aislamiento y bloqueo para los equipos "Trefiladores y Cortadores", con la finalidad de proteger la vida y salud de los trabajadores, como así también cautelar la protección del medio ambiente, la ocurrencia de daños materiales y las pérdidas operacionales, para cumplir con los requisitos de calidad establecidos para este proceso.

2. ALCANCE

Los contenidos de este documento involucran a las actividades de mantenimiento que se realizan en "Trefiladoras 7p y 4p, Bobinadoras, Cortadoras Curto 800 – 1000 - Indura", en planta de electrodos de Indura Chile.

3. REFERENCIA

DA-ELE-MPELCEL-XX	Documento de Apoyo: Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos – Planta de Electrodo
DA-ELE-EPP-XX	Documento de Apoyo: Matriz de Identificación de EPP por Cargos-Planta de Electrodo
MP-ELE-PEMER-XX	Manual de Procedimientos: Plan de Emergencia Planta de Electrodo- Cerrillos

4. DEFINICIONES

Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de causar daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de estos.

Desviación: Evento potencial o real que afecta negativamente al producto o servicio en el proceso establecido.

Acción Preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial o cualquier otra situación potencial indeseable. La Acción Preventiva es tomada para prevenir que algo suceda.

Acción Correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable. La Acción Correctiva es tomada para prevenir que algo vuelva a ocurrir.

Acción Inmediata: Acción tomada en el instante para eliminar o minimizar las consecuencias, lesiones e impactos negativos para el Sistema.

Ejemplo: Reproceso, atención de primeros auxilios, aplicación de procedimientos de emergencias.

Aislamiento: Actividad que busca no permitir el paso de energía (eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, térmica, etc).

Bloqueo: Actividad que busca asegurar, por un medio mecánico, el aislamiento de las energías. Necesita de un dispositivo de bloqueo resistente a la apertura casual o intencional, como de una tarjeta o etiqueta de señalización del bloqueo.

Personal calificado: Persona que tiene las destrezas y conocimientos relacionados con la construcción y operación del equipo e instalaciones eléctricas y ha recibido capacitación de seguridad respecto a los riesgos inherentes.

Permiso de Trabajo: Documento otorgado por Indura, destinado a autorizar trabajos de alto riesgo, como para identificar peligros potenciales.

6. MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

1. Voltímetro
2. Dispositivo de bloqueo
3. Candado de bloqueo
4. Tarjeta de bloqueo

8. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DE USO OBLIGATORIO

Lentes de Seguridad	Protector Auditivo	Gaantes de Cuero Corio	Chaleco reflectante	Zapatos de Seguridad
				

NOTA:

No olvidar que no se debe utilizar elementos metálicos, como joyas, anillos, pulseras y relojes que puedan entrar en contacto con elementos con energía.

Los siguientes Elementos de Protección Personal se encuentran especificados en el documento:

DA-ELE-EPP-XX

IMPORTANTE



- Si al utilizar equipos encuentra el sistema de bloqueo con tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las máquinas ni retirarlas sin previa autorización (Jefe de Planta, Supervisor o Jefe de Turno). Además, debe considerar que todos los ajustes o limpieza de máquinas deben efectuarse con el equipo detenido.
- Esta estrictamente prohibido la intervención de tableros eléctricos, en caso de falla, debe avisar a su Jefe de Turno y no intervenir hasta que personal de mantenimiento lo autorice. El equipo podrá volver a su funcionamiento solo cuando personal de mantenimiento verifique y realice las reparaciones correspondientes, dando la aprobación para retomar el proceso.
- Antes de intervenciones en el equipo (cambio de medida, retiro de alambre y/o a algún ajuste) deberá detener el equipo, colocar su respectiva tarjeta y candado de bloqueo, debe esperar 10 minutos para que la energía residual del equipo sea cero.

7. PROCEDIMIENTO OPERACIONAL

TAREA	FOTOGRAFÍA	PELIGRO Y RIESGO ASOCIADO; DESVIACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA/ CORRECTIVA/ INMEDIATA
7.1. TRABAJO PREVIO A LA INTERVENCIÓN			
7.1.1. El personal de mantención recibirá una Orden de Trabajo, desde el software de mantención, o mediante solicitud de algún operador, supervisor o quien necesite intervención en alguna máquina o equipo en caso de falla.		Desviación: Deficiencia en la revisión preventiva del equipo	Acción preventiva: Programar revisiones preventivas del equipo.
7.1.2. Acudir al lugar de la falla para hacer pruebas que comprueben que ésta es la causante del problema. Esto se hace desde el tablero de control del equipo energizado.		Peligro: Personal no autorizado efectúa revisión, intervenir en el mismo equipo y no desde el tablero de control. Riesgo: Contacto con partes que energizadas/ Atrapamiento/ Golpeado Por/ Contacto con objetos cortantes/ Prendimiento	Acción preventiva: - Solo se permitirá intervenir a personal autorizado y capacitado respecto a riesgos eléctricos y mecánicos. - Se debe probar SIEMPRE desde el tablero y no intervenir sin hacer los siguientes pasos del instructivo.

7.1.3. Solicitar el Permiso de Trabajo Seguro, para identificar los peligros de la tarea que se realizará. Inspeccionar en terreno por parte del emisor y receptor las condiciones de seguridad para llevar a cabo el trabajo. El emisor del PTB pondrá un cono de delimitación con la señalización de equipo en mantenimiento (no energizar).	 	Desviación: Realizar trabajo sin PTB.	Acción preventiva: Debe realizar un JSA de sus labores para que sean de ayuda para identificar peligros y registrarlos en el PTB. La identificación de peligros la deben hacer en conjunto emisor y receptor del permiso.
---	--	---	---

7.1.4. Trasladar desde la zona de mantención a la Planta, las herramientas para realizar el aislamiento, bloqueo y verificación, como las que necesitará para hacer las intervenciones y posteriores pruebas. Debe conocer el número tag de los dispositivos de bloqueo para registrarlos en el PTS.		Riesgos: Caida de objetos (Herramientas) Atropello por grúa horquilla por tránsito en zona productiva.	Acción preventiva: - EPP = Calzado con suela antideslizante. - Tránsito por zona demarcada - Autocuidado
---	---	---	--

TAREA	FOTOGRAFÍA	PELIGRO Y RIESGO ASOCIADO; DESVIACIÓN	ACCION PREVENTIVA/ CORRECTIVA/ INMEDIATA
7.2.- AISLAR ENERGIA DE EQUIPOS DE TRAFILADO Y CORTE			
7.2.1. Desenergizar los equipos: A) Interruptor de Tablero de fuerza: Cuando se realicen Mantenciones Preventivas y Correctivas, cambios de rodamientos, de piezas metálicas desgastadas, cambio de motores eléctricos, de bobinadores, debe realizar lo siguiente:		Desviación: No realizar aislamiento para hacer la mantención. Riesgo: Contacto con partes que energizadas/ Atrapamiento/ Golpeado Por	Acción Preventiva: Realizar, en cada mantención, aislamiento de todas las energías detectadas. Acción Correctiva: Realizar esquema que represente cada interruptor de cada tablero. Identificar en puerta de los tableros los

Abrir el tablero de cada equipo (Ver Punto 10). Bajar el Interruptor general de cada equipo.		equipos que alimenta.
---	--	------------------------------

TAREA	FOTOGRAFÍA	PELIGRO Y RIESGO ASOCIADO; DEVIACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA/ CORRECTIVA/ INMEDIATA
7.8.- BLOQUEO DE INTERRUPTORES			

7.8.1. Colocación del dispositivo de bloqueo en interruptores: • Abrir el dispositivo plástico, poner en el interruptor en la posición apagado, apretar el tornillo		Peligro: Energización del equipo por algún otro trabajador. Riesgo: Contacto con partes que energizadas.	Acción Preventiva: • Debe colocar los dispositivos de bloqueo en los interruptores para luego colocar candado y tarjeta.
--	--	--	--

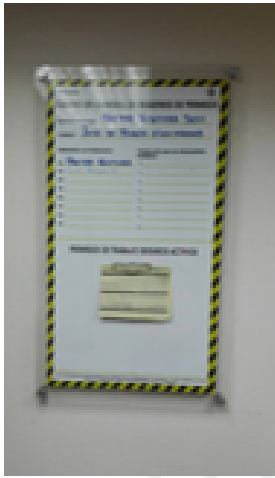
7.3.2. Colocación de dispositivos de bloqueo en interruptores: • Acoplar la tarjeta al candado y colocar ambos en la ranura destinada a esto en el dispositivo plástico de bloqueo (tablero). • Para el interruptor local rojo, se pone tarjeta más candado en su agujero. • En caso de bloqueo en grupo, acoplar los candados del grupo al dispositivo en serie, y este debe introducirse en el agujero correspondiente.	Dispositivo Candado A)  Tarjeta	Desviación: Energización del equipo por algún otro trabajador. Riesgo: Contacto con partes que energizadas.	Acción Preventiva: • Todos los dispositivos de bloqueo y señalización deben utilizarse siempre para evitar una puesta en marcha accidental o desinformada por alguien externo.
---	--	---	--

TAREA	FOTOGRAFÍA	PELIGRO Y RIESGO ASOCIADO; DESVIACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA/ CORRECTIVA/ INMEDIATA
7.4.- VERIFICACIÓN DE AUSENCIA DE TENSIÓN			
7.4.1 Esperar Descarga de Condensadores • Debido a la energía residual que se acumula en estos dispositivos cuya función está destinada a esa labor, se debe esperar 10 minutos antes de realizar la intervención, y antes de seguir con el siguiente paso.		Peligro: Presencia de energía eléctrica residual en condensador Riesgo: Contacto con partes que energizadas	Acción Preventiva: • Respetar los 10 minutos de descarga de la energía residual sin hacer intervenciones.

			
7.4.2. Medición de Voltaje cero: - El operador debe utilizar su instrumento medidor de voltaje para medir en el tablero que no exista voltaje. Esto se hace entre las distintas líneas bajo el interruptor, es decir, fase – fase y fase – neutro. De detectarse aun voltaje, volver al paso anterior. - Debe corroborar que el aparato está funcionando correctamente. Para esto, debe medir en una fuente de tensión conocida.		Peligro: Presencia de energía eléctrica residual en condensador Riesgo: Contacto con partes que energizadas	Acción Preventiva: La medición se debe hacer después de la descarga de energía residual.
7.4.3. Probar arranque de equipos: Para comprobar en la práctica que se ha desactivado el suministro eléctrico, se debe dar arranque a la máquina. Esto se hace presionando los comandos de la botonera.	 Trefiladora  Cortadora	Peligro: Presencia de energía eléctrica residual en condensador Riesgo: Contacto con partes que energizadas	Acción Preventiva: Esta tarea debe realizarse sin personal aun interviniendo el equipo.

TAREA	FOTOGRAFÍA	PELIGRO Y RIESGO ASOCIADO; DESVIACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA/ CORRECTIVA/ INMEDIATA
7.6.- DESPUES DE LA INTERVENCION			
7.6.1. Verificar condiciones de seguridad: • Al finalizar la intervención, se debe verificar que hay una condición segura para realizar la energización, antes de realizar las pruebas operativas. • Verificar que no se encuentren trabajadores cerca o tratando de operar los equipos de trefilado o corte. • Dar aviso a todo el equipo de que se volverá a energizar.	 No seguir interviniendo	Peligro: Accionar mecanismo de alimentación con personas cerca de los equipos. Riesgo: Contacto con partes que energizadas/ Atrapamiento/ Golpeado Por/ Contacto con objetos cortantes/ Prendimiento	Acción Preventiva: • Antes de comenzar el proceso debe verificar la presencia de otros trabajadores en la máquina o equipo que se energizará
7.6.2. Quitar los elementos de bloqueo, y energizar. • Debe retirar los dispositivos de bloqueo con su llave personal. • El último en retirar sus dispositivos será el emisor del permiso. • En caso de que se olvide retirar un dispositivo, se debe contactar al dueño de este para conocer el estado de su trabajo (si está terminado o en proceso), y si es posible retirar dicho		Desviación: Quitar dispositivos de otro trabajador sin su autorización.	Acción Inmediata: • Si detecta este problema, coloque sus dispositivos de bloqueo, o los del operario que los posea más cercano, e informe al Jefe de Mantenimiento.

candado con la llave maestra del jefe de mantención, quitando los demás dispositivos) Si no es posible contactarlo inmediatamente, el Jefe de Mantención, o quien tome su poder, deberá determinar si es recomendable quitar el bloqueo, informando al dueño de los dispositivos olvidados.		
7.6.3. Realizar Pruebas de operatividad: Hacer las pruebas correspondientes para verificar la operatividad del equipo o máquina que se realizó la intervención.		Peligro: Energización del equipo con trabajador aun interviniendo. Riesgo: Contacto con partes que energizadas/ Atrapamiento/ Golpeado Por/ Contacto con objetos cortantes/ Frendimiento Acción Preventiva: • Verificar nuevamente que nadie siga interviniendo pues se asume que se terminó el trabajo de mantención.

7.6.4. Archivado de PTS Entregar las copias del receptor del PTS al emisor, quien será encargado de verificar que las condiciones están óptimas para reiniciar la operación normal, e informar a los operadores, al equipo de mantención, que terminó su mantención. Archivar una copia de los PTS durante 30 días. En caso de algún incidente en un trabajo autorizado con PTS, este debe estar archivado por 5 años.		Devolución: Entrega de equipo sin mantención completa.	Acción Inmediata: Si el operador detecta que el equipo no está operativo, debe volver a pedir la Orden de Trabajo. Se recomienda hacer el paso anterior en conjunto (operador y mantenedor).
--	--	---	---

8. RESPUESTA PARA EMERGENCIAS

En caso de ocurrir una situación de emergencia se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Plan de Emergencias de la Localidad y las Fichas de Actuación. Las instrucciones serán impartidas y comunicadas y oportunamente por los encargados de la emergencia y los trabajadores por su parte, deberán dar pleno cumplimiento a ellas.

Que hacer en caso de accidentes:

Antes que todo, se debe tomar en cuenta que si ocurre un accidente en el que un trabajador se expone a corriente eléctrica, se debe desenergizar la fuente de ella, pues si se presta auxilio sin desconectar la fuente, la corriente pasará a usted. Esto es porque el cuerpo humano actúa de conductor de la electricidad. Debe sacar al accidentado de la fuente mediante un material aislante, ya sea guantes de goma, o con algún elemento de madera seca, pues evitará que la corriente eléctrica no fluya hacia usted y no se expondrá a ser otro accidentado.

En accidente común (lesión que produce incapacidad), se debe enviar al afectado a enfermería. Allí se evaluará si es necesario derivar a servicios médicos de la Mutua.

En un accidente grave, según la circular 2345 de la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO), se consideran de este tipo aquellos en los que:

- Se necesita hacer resucitación
- Se hace un rescate
- Hay caída desde 2 metros de altura
- Se produce amputación o pérdida de alguna parte del cuerpo
- Involucre a dos o más personas accidentadas

Ante un accidente de este tipo, relacionado con los riesgos eléctricos, se debe SUSPENDER la faena, es decir, parar el proceso de producción en la Planta. Debe notificar inmediatamente al Jefe de turno o al Jefe de Planta, quien será el encargado de contactar a los servicios de emergencia necesarios (ambulancias, bomberos), como a la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Salud y a la Inspección del Trabajo.

En caso de accidente fatal, se hará el mismo procedimiento de accidente Grave, incluyendo además la notificación a Carabineros, quienes contactarán a Fiscalía para investigar el accidente. Por lo cual es imprescindible no mover el cuerpo del fallecido antes que ésta autoridad de su autorización.

¿Qué hacer en caso de incendios producidos por arco eléctrico?

Si es un riesgo de incendio, que, bajo las inducciones de seguridad, es posible determinar que es controlable con medios extintores, se procederá al uso de este según la forma de uso enseñada. Debe tener en cuenta que un fuego del tipo C (Fuego sobre equipo energizado), no puede ser apagado con agua, pues ésta es conductora eléctrica y hará que la corriente llegue desde el foco del fuego al cuerpo de quien lo esté combatiendo, por eso es recomendable utilizar extintores de Dióxido de Carbono (CO₂) que no dañarán los componentes electrónicos como otros tipos de extintores o medios de extinción. Aunque los extintores multipropósito PQS son útiles para apagar fuegos de distintos tipos.

Si el fuego llegara a prender las prendas del trabajador, si no encuentra un elemento extintor cercano, debe rodar en el piso para extinguir el fuego al estar quitando oxígeno en la combustión. De tener un medio extintor, proceda a emplearlo.

Al ser un incendio declarado, se debe llamar a Bomberos para que acudan a auxiliar, siguiendo el plan de emergencias y evacuación de la empresa.

9. RESPONSABILIDADES

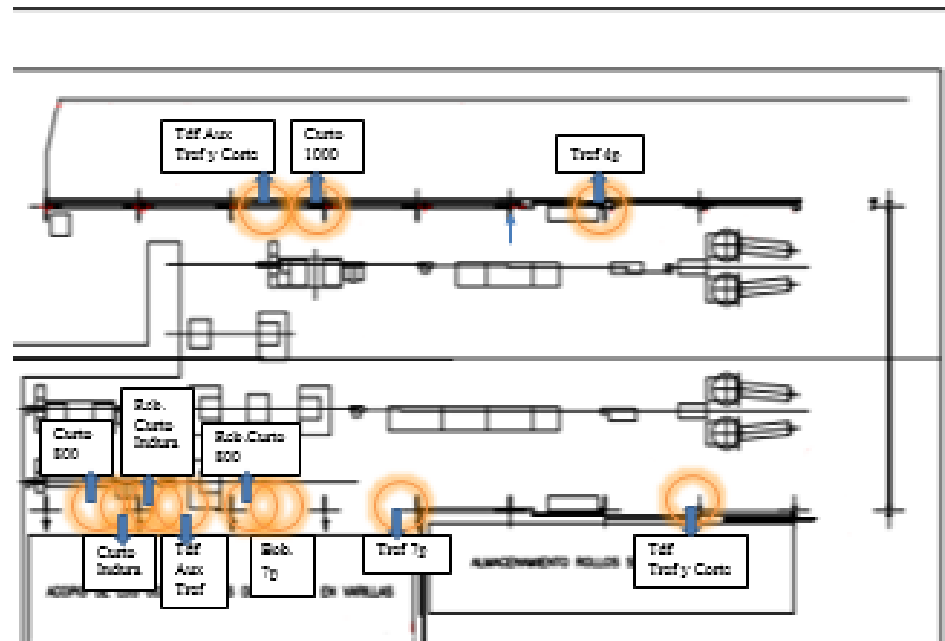
Jefe Directo: Deberá evaluar, calificar y autorizar al personal competente para efectuar los procedimientos establecidos en el presente instructivo de trabajo.

Jefe de Turno: Debe asegurar en forma permanente que los desarrollos de las actividades son realizados conforme a lo establecido.

Personal de Mantenión: Debe cumplir con el instructivo de trabajo, no cometer actos temerarios e informar en caso de detectar algún problema que pueda comprometer su seguridad y salud.

COPIA NO CONTROLADA

10. UBICACIÓN DEL TABLERO DE TREFILADO O CORTE



ANEXO C: INFORME TERMOGRÁFICO INDURA

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
DE POTENCIA E INDUSTRIALES.

INDURA S.A.

INFORME DE ANÁLISIS
TERMOGRÁFICO
INTERIOR PLANTA
ELECTRODO

DATOS DEL ESTUDIO

Período de trabajos en la Planta :
30 de Enero 2017.

OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

- Efectuar una exhaustiva revisión Termográfica de los gabinetes existentes en la Planta Electrodo, verificando el estado de cada uno de ellos, para así categorizar el riesgo latente de éstos y por ende de las instalaciones existentes.
- Disponer de ésta información, para así analizar y gestionar internamente entre las áreas involucradas, todas las necesidades y condiciones de mejoras inmediatas, a corto plazo y mediano plazo.

NORMATIVA TÉCNICA UTILIZADA:

LEYES Y NORMAS CHILENAS:

- **Ley 20.018**, Ley General de Servicios Eléctricos. DFL N°4.
- **D.S. N° 327**, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos (Comisión Nacional de Energía).
- **SEC, N.Ch. 4/2003**, Reglamento Normativo de Construcción, de la **Superintendencia de Electricidad y Combustibles**.
- **NTSyCS 2016** (Ministerio de Energía).

NORMAS INTERNACIONALES:

- **NFPA** (National Fire Protection Association, desde 1896)
 - 70: Condiciones en Instalaciones y Equipos eléctricos.
 - 13: Sistemas Rociadores.
 - 20: Bombas estacionarias.
 - 25: prueba y mantenimiento, control de incendios a base de agua.

NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS

- **Decreto Supremo N° 40/1969: "Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales"**

De la obligación de informar de los riesgos laborales

- **Artículo 21.** Los empleadores tienen obligación de **informar** oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los **riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos**. Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa.

NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS

- Decreto Supremo Nº 594/2000: “Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias ambientales básicas en los lugares de trabajo”

De las Condiciones Generales de Seguridad

- **Artículo 36.** Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, **instalaciones**, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en **condiciones seguras** y en buen funcionamiento para **evitar daño** a las personas.
- **Artículo 39.** Las **instalaciones eléctricas** y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidas, instaladas, **protegidas y mantenidas** de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.

NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS

- Decreto Supremo Nº 594/2000: “Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias ambientales básicas en los lugares de trabajo”

De la Prevención y Protección contra Incendios

- **Artículo 44.** En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la **prevención de incendios** con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e **inspeccionando las instalaciones** a través de un programa preestablecido.

TEMAS ABORDADOS

Análisis termográfico:

- Condición térmica de los gabinetes y equipos.
- Condición de mantenimiento.
- Condición normativa.
- Conclusiones y recomendaciones.



DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.

- REVISIÓN DE CADA GABINETE Y ENTORNO.
- VERIFICACION DE CONDICIONES.
- TOMA DE UNA (1) O MÁS IMÁGENES I.R.,
DEPENDIENDO DE LA ENVERGADURA Y
COMPLEJIDAD DEL MISMO.
- AVISO INMEDIATO AL CLIENTE, DE CONDICIONES
INSEGURAS CON CARÁCTER URGENTE.

DEFINICIONES

CRITICIDAD

BAJA: Requiere seguimiento y observación en la siguiente, mantención programada.

MEDIA: Requiere medidas de mantención o intervención menor de forma inmediata.

ALTA: Requiere intervención, reemplazo o mantención urgente.

PRIORIDAD

PRIORIDAD 1 ALTA : Componente > 16°C Con respecto a su Adyacente. REPARACIÓN INMEDIATA (en las próximas 48hrs).

PRIORIDAD 2 MEDIA: Componente > 4°C y < 15°C Con respecto a su Adyacente.

REPARACIÓN EN PARADA PROGRAMADA, (en los próximos meses).

PRIORIDAD 3 BAJA: Componente < 1°C a 3°C Con respecto a su Adyacente. NO ES NECESARIO REPARAR (se recomienda realizar un seguimiento de Temperatura en el equipo, calendarizando fechas conjuntamente con los datos registrados, evaluando desviaciones).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proporcionar una imagen completa de la situación actual de la Planta Productiva Electrodo.
- Realizar inspecciones con los sistemas funcionando a plena carga o condiciones habituales de consumos.
- Identificar y localizar problemas no perceptibles al ojo humano.
- Medir el espectro de temperaturas.
- Encontrar el problema incipiente (antes de que éste se produzca).
- Ahorrar tiempo y dinero al predecir fallas tempranas o potenciales, con una componente de riego a los bienes materiales y/o personales de la empresa.
- Optimizar recursos.

RESUMEN DE TERMOGRAFÍAS

- INSPECCIÓN DE 23 GABINETES.
- CAPTURA DE 39 IMÁGENES IR.
- IGUAL NUMERO DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS DE LOS GABINETES (COMPLEMENTARIAS).
- INSPECCIÓN DE GABINETES.
- INSPECCIÓN DE CANALIZACIONES.

Subestación eléctrica – Automático General de Planta de Electrodos

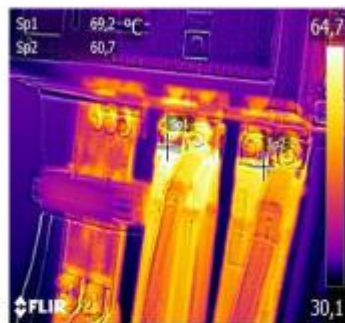


Anotación: Fase 2, presenta 75,6°C a comparación de la Fase 1 Y 3.
Se recomienda medir consumos y realizar mantenimientos.

PRIORIDAD ALTA



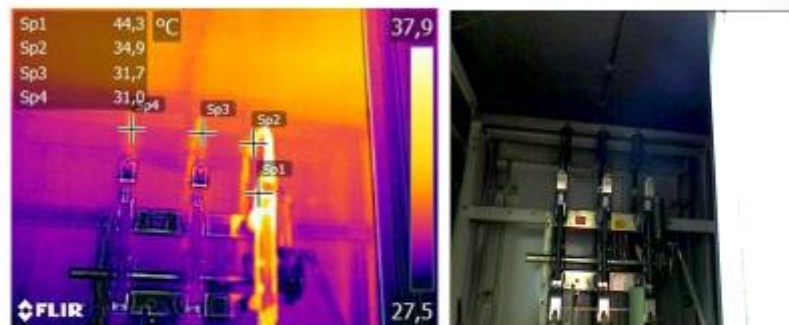
Subestación eléctrica – Automático General de
Planta de Electrodos



Anotación: Fase 2 registró 69,2°C, a comparación de las fases 1 y 3.
PRIORIDAD ALTA



Subestación eléctrica – Seccionador



Anotación: Fase 3, cable media Tensión, registro 45,4°C, a diferencia de la fase N°2 que registro 34°C, realizar mantenimiento.

PRIORIDAD ALTA



Subestación eléctrica – Seccionador

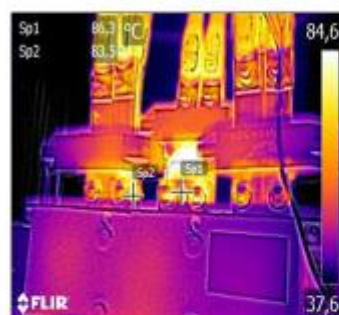


Anotación: Fisibles de MT registraron temperatura media, realizar mantenimiento preventivo, se debe considerar que gabinete esta expuesto a radiación solar.

PRIORIDAD MEDIA



Tablero General Interior



Anotación: Conductores registraron temperaturas superior a 80°C
Realizar mantenimiento y medición de corriente nominal.
PRIORIDAD ALTA



Tablero General- Interruptor HECO IV



Anotación : Fase N°3, registro 89°C. producto de la falta de mantenimiento
Acción 1 : Medir corriente, verificación nominal de barra conductora y apriete de terminales

PRIORIDAD ALTA

Tablero General- Interruptor HECO IV



Anotación : Fase N°3, registro 107°C. producto de la falta de mantenimiento

Acción 1 : Medir corriente, verificación nominal de barra conductora y apriete de terminales

PRIORIDAD ALTA



Tablero General – Interruptor TDA Planta



Anotación: conductores presentaron T° media a la llegada hacia la protección, se recomienda realizar apriete de terminales.
T° fase 3 registro 46°C.

PRIORIDAD MEDIA



Tablero n°1 – Trefilación y Corte



Anotación: Conductores de fase N°2 registraron temperatura Baja pero llegando hacia conexión aumentó temperatura.
Realizar mantención y apriete de terminales.

PRIORIDAD BAJA

Tablero n°1 – Trefilación y Corte



Tablero n°1 – Trefilación y Corte



Anotación: Diferencia de Temperatura de 9,5 °C.
Temperatura máxima de 39 °C.

PRIORIDAD MEDIA



Tablero de Fuerza Rebobinado Curto Indura

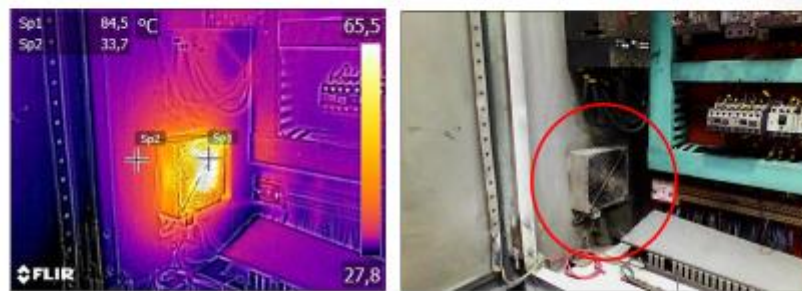


Anotación: contacto registró T° cercana a los 90°, verificar la condición nominal y realizar mantención.

PRIORIDAD ALTA



Tablero de Fuerza Curto 1000

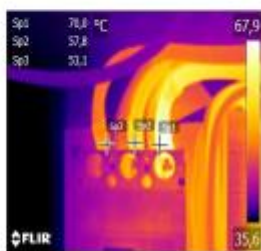


Anotación: T° de ventilador se encuentra muy elevada cercana a los 85°, realizar mantención o cambio.

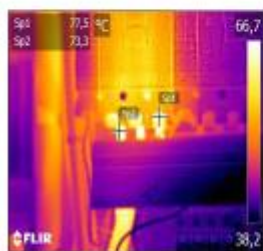
PRIORIDAD ALTA



Tablero HECO II



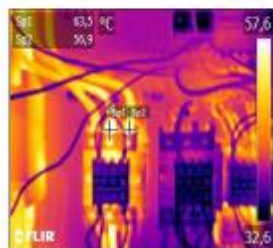
Anotación: Diferencia de Temperatura de 16,9 °C.
Temperatura máxima de 70 °C.
PRIORIDAD ALTA



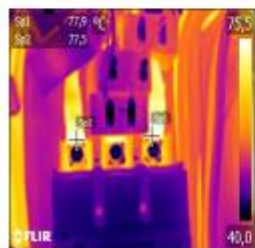
Anotación: Diferencia de Temperatura de 4,2 °C.
Temperatura máxima de 77,5 °C.
PRIORIDAD MEDIA



Tablero HECO IV



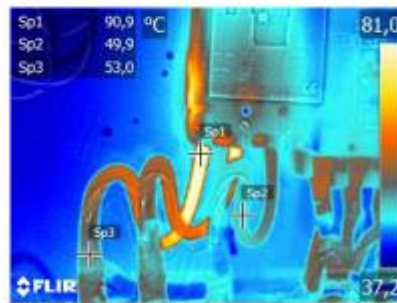
Anotación: Diferencia de Temperatura de 6,6 °C.
Temperatura máxima de 63,5 °C.
PRIORIDAD MEDIA



Anotación: Diferencia de Temperatura de 0,4 °C.
Temperatura máxima de 77,9 °C.
PRIORIDAD BAJA



Tablero HECO III



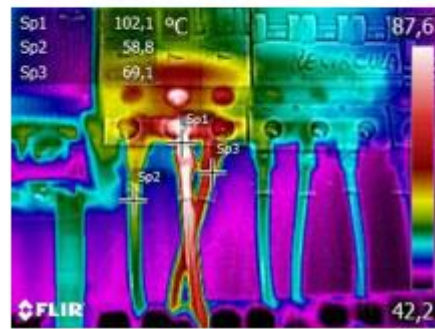
Anotación: Fase N°1, se encuentra con T° elevada 90°C, en punto de conexión, verificar condición nominal de corriente y realizar mantención y mejorar el radio de curvatura.

PRIORIDAD ALTA

Tablero HECO III



Tablero HECO III



Anotación: Fase 2 registro 102°C a comparación de las otras fases, verificar conexión y realizar mantenimiento.

PRIORIDAD ALTA

Tablero HECO III



SECTORES IMPORTANTES DE LA PLANTA

Subestación eléctrica / Tablero General:

Es importante debido a las pérdidas que provocaría una falla de estos sectores, como el daño a las personas involucradas en posibles incidentes.

Recomendación: Realizar Programa de Mantención Correctiva con plazos prioritarios.

SECTORES IMPORTANTES DE LA PLANTA

TDF Rebobinador Curto Indura -

TDF Curto 800 – TdF HECO II/III :

Es importante debido a las pérdidas que provocaría una falla de estos sectores, como el daño a las personas involucradas en posibles incidentes.

Recomendación: Realizar Programa de Mantención Correctiva con urgencia.