

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**METALÚRGICA**



**T E S I S**

**Aplicación de procedimiento escrito de trabajo seguro en reemplazo  
de celda electrolítica en la Refinería de Cajamarquilla – Lima - 2020**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Metalurgista**

**Autor:** Bach. Liz Flor CORDERO HEREDIA

**Asesor:** Mg. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

Cerro de Pasco - Perú – 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**METALÚRGICA**



**T E S I S**

**Aplicación de procedimiento escrito de trabajo seguro en reemplazo  
de celda electrolítica en la Refinería de Cajamarquilla – Lima – 2020**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Dr. Eduardo Jesús MAYORCA BALDOCEDA

Presidente

---

Mg. Dr. Cayo PALACIOS ESPÍRITU

Miembro

---

Mg. Jonás Ananías RAMOS MARTÍNEZ

Miembro.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser la razón de nuestras vidas.

A mis padres e hija por ser el amor de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de investigación es el esfuerzo de mi persona con el apoyo de muchas personas a los cuales les doy mis sinceros reconocimientos de inmensa gratitud, ya que sin ellos no hubiese logrado acabar.

Expreso mis reconocimientos a mis padres y familiares por el apoyo constante en mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Ingeniería de la UNDAC. Por los conocimientos, orientaciones y asesorías para culminar el presente.

A los trabajadores de la Refinería Cajamarquilla por haberme dado la oportunidad de compartir con ellos toda esta experiencia y por el aporte recibida para consolidar mis conocimientos a favor de mi formación profesional.

## RESUMEN

La Refinería de Cajamarquilla es una empresa dedicada al procesamiento metalúrgico de concentrados de zinc y a la comercialización de zinc refinado de alta pureza, aleaciones en diferentes formas y otros subproductos, para ello La Refinería de Cajamarquilla cuenta en la actualidad con las siguientes instalaciones:

- Planta de Recepción y Almacenamiento de Concentrados.
- Planta de Tostación.
- Planta de Ácido Sulfúrico.
- Planta de Lixiviación.
- Planta de Purificación.
- Planta de Electrodeposición.
- Planta de Fusión y Moldeo.
- Planta de Cadmio.
- Planta de Tratamiento de Escoria (dross).
- Planta de Polvo de Zinc.

En los cuales el trabajo de investigación se ha llevado a cabo en la planta de electrodeposición para cambiar una de las celdas electrolíticas.

Para tal efecto se ha tenido que redactar y realizar la aplicación de procedimiento escrito de trabajo seguro en reemplazo de celda electrolítica, este procedimiento se ha realizado antes de empezar a trabajar el cambio, se hizo la aplicación para evitar todo tipo de accidentes, preservando al trabajador como principio de cuidar la vida humana,

**Palabra clave: Pets, celdas electrolíticas.**

## ABSTRACT

The Cajamarquilla Refinery is a company dedicated to the metallurgical processing of zinc concentrates and the commercialization of refined zinc of high purity, alloys in different forms and other by-products, for which the Cajamarquilla Refinery currently has the following facilities:

- Concentrate Reception and Storage Plant.
- Roasting plant.
- Sulfuric Acid plant.
- Leaching plant.
- Purification plant.
- Electrodeposition plant.
- Fusion and Molding plant.
- Cadmium plant.
- Slag Treatment plant (dross).
- Zinc Power plant.

In which the research work has been carried out in the electrodeposition plant to change one of the electrolytic cells.

For this purpose, it has been necessary to draft and carry out the application of a written safe work procedure in replacement of electrolytic cell, this procedure has been carried out before starting to work the change, the application was made to avoid all types of accidents, preserving the worker as a principle of caring for human life.

**Keywords: Pets, electrolytic cells**

## **PRESENTACION**

El trabajo de investigación realizada se presenta en un formato donde se incluye lo siguiente:

Capítulo I. Introducción

Capítulo II. Marco Teórico: Antecedentes de estudio, Bases teóricas – científicas, Definición de términos básicos, formulación de hipótesis, Identificación de variables, Definición operacional de variables e indicadores.

Capítulo III. Metodología y técnicas de Investigación: Tipo de investigación, Métodos de investigación, Diseño de investigación, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, Tratamiento estadístico, Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación, Orientación ética.

Capítulo IV. Resultados y Discusión: Descripción del trabajo de campo, Presentación, análisis e interpretación de resultados, Prueba de hipótesis, Discusión de resultados.

Las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACION

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

Introducción 1

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes de estudio 3
- 2.2. Bases teóricas – científicas 4
  - 2.2.1. Celda electrolítica 4
  - 2.2.2. Iso 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (i) 6
  - 2.2.3. Procedimientos de trabajo seguro 8
- 2.3. Definición de términos conceptuales 14
- 2.4. Enfoque filosófico – epistémico 15

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

- 3.1. Tipo de investigación 16
- 3.2. Nivel de investigación 17
- 3.3. Característica de investigación 17
- 3.4. Método de investigación 17
- 3.5. Diseño de investigación 18
- 3.6. Procedimiento de muestreo 18



3.6.1. Población	18
3.4.2. Muestra	19
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
3.9. Orientación ética	21

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados	23
4.1.1. Consideraciones durante el armado del marco de corto circuito:	23
4.1.2. Consideraciones durante la instalación del marco de corto circuito	25
4.1.3. Consideraciones para el movimiento del marco de corto circuito (mcc)	26
4.1.4. Resanado de concreto	53
4.2. Discusión de resultados.	59
4.2.1. Instructivo de actividades y prohibiciones durante el cambio de celdas – sección 70	59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## CAPÍTULO I

### **Introducción**

El proceso de investigación que se desarrolla a nivel teórico y práctico nos conlleva a buscar mediante la observación los problemas que puedan causar daños o que ya causan para evitar, minimizar, mitigar o controlar pues en nuestro caso se ha tenido que redactar procedimientos escritos luego aplicarlo para el reemplazo de una celda electrolítica en la Refinería de Cajamarquilla que se puede detallar de la siguiente manera:

El proceso de tostación en la Refinería de Cajamarquilla ocurre en un tostador de cama turbulenta tipo Lurgi para oxidar los sulfuros, remover el 99 % del azufre contenido en los concentrados de zinc y se obtiene una calcina que es un producto intermedio en el proceso de refinación de zinc que contiene óxidos, y gases residuales conteniendo anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ).

Referente a la producción de ácido sulfúrico es por el tratamiento a los gases residuales del  $\text{SO}_2$  del proceso de tostación, ocurre en una planta de doble catálisis y absorción.

En cuanto a la lixiviación de la calcina que es producida en los tostadores de zinc se lleva a cabo en una etapa de lixiviación neutra y tres etapas de lixiviación ácida caliente, obteniéndose un residuo sólido que contiene principalmente sílice, plomo y plata.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

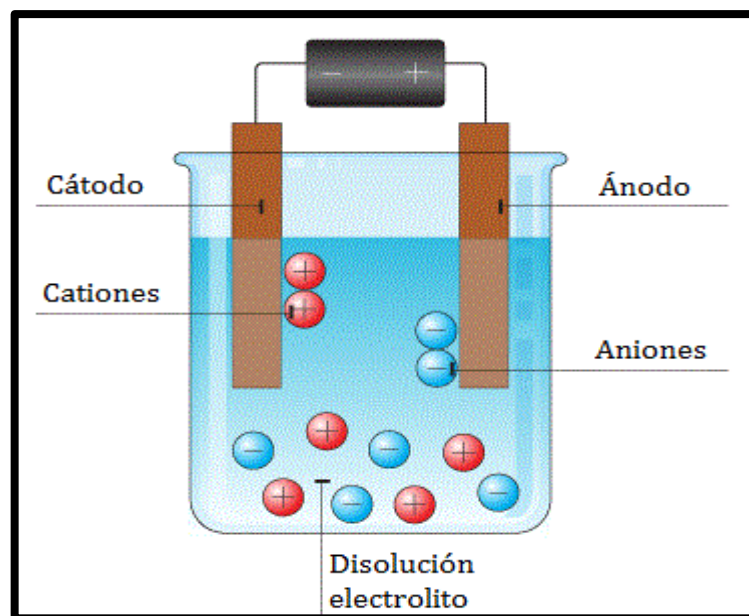
Toledo (López, 2016) López, Lenin Justino, presenta su trabajo de investigación en la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, como una Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas lean, en su trabajo aborda la problemática de una empresa del sector minero, específicamente se trata de una refinería de zinc ubicada en el departamento de Lima, Perú. El campo de acción se centra en la planta de electrólisis, la cual tiene el problema de disminución de productividad (de 8,38 a 8,22 TN Zn/1000\$ en recursos) causadas por el consumo en exceso de energía eléctrica y aumento de mano de obra, generando resultados por debajo de los estándares internos del área y sobrecostos en recursos empleados para llegar a las metas productivas.

## 2.2. Bases teóricas – científicas

### 2.2.1. Celda electrolítica

(Pagliero, 1999) Manifiesta que al aplicar energía eléctrica se tiene una reacción electroquímica esto sucede en una celda electrolítica. Es usado para descomponer compuestos químicos, mediante la electrólisis donde se aumenta la energía química. Es muy parecido a la pila galvánica, la celda electrolítica contiene dos medias celdas.

**Figura 1: Diagrama de una celda electrolítica**



Nota: Gráfica tomada de Pagliero.

“Pagliero (1999). Nos dice que la celda electrolítica está compuesta por tres partes siendo uno de ellos el electrolito y dos electrodos (un cátodo y un ánodo). El electrolito es la solución de agua u otro disolvente en el que se disuelven los iones, sales fundidas. Al accionar un voltaje sobre los electrodos se genera la atracción de los iones con carga opuesta, se transfiere carga conocido como redox se da

reacciones. El voltaje si tiene la polaridad correcta y suficiente magnitud con un potencial eléctrico externo en la celda electrolítica puede descomponer normalmente estable o inerte al compuesto químico. Al proporcionar energía eléctrica se obtiene una reacción química que no se produce en forma instantánea. La energía química es convertida en energía eléctrica en una celda galvánica por reacciones químicas espontáneas en los electrodos. Cada celda galvánica presenta su propia característica de voltaje.

Las celdas electrolíticas y celdas galvánicas utilizan electrodos metálicos diferentes o utilizar el mismo metal como electrodo.

Al transformar la energía en otra mediante la reacción redox esto se obtiene en una celda que son de dos tipos:

Celda electrolítica que contiene a los electrodos y a la fuente de alimentación que genera energía eléctrica.

Para transformar una reacción química espontanea en energía eléctrica se usa la celda voltaica llamado también pila galvánica o pila voltaica.

Para transformar una corriente eléctrica en reacción química se usa una celda electrolítica de oxidación y reducción que no es espontaneo. En este tipo de reacción se descompone la sustancia química que se llama electrólisis. Las semiceldas o semi-reacciones en una pila voltaica consiste en dos semiceldas que está conectada por un conductor metálico eléctricamente, o por un puente salino. Por otro lado, se puede decir que la semiceldas contiene un electrodo y un electrolito.

La reacción química en la celda implica al electrolito, al electrodo o a la sustancia externa que utiliza al hidrógeno gas como reactivo.

En una celda voltaica la especie química pierde electrón que es la oxidación y al ganar electrones se llama reducción desde su electrodo. En un puente salino se usa para proporcionar un contacto iónico entre dos medias celdas con un electrolítico diferente, con ello se evita que las soluciones se mezclen y puedan provocar reacciones colaterales no deseada. El puente salino usado es una tira de papel filtro empapado en solución saturada de nitrato de potasio. Se le nombra a las semi-reacciones a cada una que tiene una parte de la reacción redox:

- En el ánodo hay pérdida de electrones (oxidación).
- En el cátodo hay ganancia de electrones (reducción)

La fuerza electromotriz de una pila predice la utilización de potencialidades del electrodo, la tensión de cada semi celda.

La diferencia de voltaje entre los potenciales de reducción de cada electrodo da una predicción para el potencial medido de la pila.

Los potenciales de pila tienen un rango posible desde 0 hasta 6 voltios. Las pilas que usan electrolitos disueltos en agua generalmente tienen potenciales de celda menores de 2,5 voltios, ya que los oxidantes y reductores muy potentes, que se requerirían para producir un mayor potencial, tienden a reaccionar con el agua.

### **2.2.2. Iso 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (i)**

De acuerdo con las normas ([ISO 45001:2018 – Sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. \(isotools.pe\)](#)) se puede manifestar que: Las empresas están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar unos sólidos resultados de su gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Lo hacen en el contexto de una legislación comunitaria exigente que las Administraciones cuidan de promover y de velar por su cumplimiento, de la creciente presión de los agentes sociales, que, junto a la misma sociedad, reclaman dignidad en el trabajo, y de la necesidad de que la prevención sea considerada más como un valor de eficiencia y de competitividad que como coste de una dudosa rentabilidad. Ha sido en realidad la Ley 31/1995 sobre Prevención de Riesgos Laborales, fruto de la Directiva Comunitaria, 89/391/CEE, con todos sus reglamentos derivados, lo que ha marcado un hito para que la prevención empiece a ser desarrollada en las organizaciones a través de sistemas preventivos debidamente conformados y gestionados. La Ley, no solo exige el desarrollo de sistemas preventivos eficaces en las organizaciones, sino que aporta de acuerdo a principios inspirados en sistemas normalizados de calidad, un conjunto rico de elementos estrechamente ligados que definen claramente lo que las empresas han de hacer para dar una respuesta efectiva a las obligaciones empresariales, aunque deja suficiente espacio de libertad sobre la manera en que tales obligaciones pueden ejercerse, en consonancia con la filosofía de actuación de la UE. Ahora bien, son las Guías Técnicas de aplicación de todos los reglamentos de SST, que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se ha encargado de realizar, en un marco de consenso con los agentes sociales y las Comunidades Autónomas, las que vienen a facilitar en gran medida a las organizaciones, la interpretación de lo exigido reglamentariamente y el conocimiento sobre la forma



de actuar para maximizar el rigor y la eficacia preventiva. Al respecto, y a modo de ejemplo, cabe destacar la Guía Técnica de Integración de la Prevención en el Sistema General de Gestión, derivada del RD 604/2006, Reglamento de los Servicios de Prevención, en donde se aportan criterios y pautas de actuación para conseguir el fin primordial del sistema preventivo, que la PRL se integre debidamente en las funciones y cometidos de todos los miembros de las organizaciones.

### **2.2.3. Procedimientos de trabajo seguro**

Al revisar la bibliografía encontramos a (Dolores, 2019), p. 25, quien manifiesta que se:

**¿Deben contemplarse en los Sistemas de Gestión de la PRL Procedimientos de Trabajo Seguro? ¿Son necesarios? ¿Y eficaces?**

Dolores Rico nos dice que podemos encontrar una base legal en la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/95 y en su Reglamento de Desarrollo, RD 39/97. Establece que esta Ley puede integrarse a PRL en su sistema de gestión de la empresa en forma general en todos los niveles mediante el plan de prevención que debe de incluir la práctica y procedimientos para realizar una acción preventiva en la empresa (artículo 16.1). Referente al procedimiento de trabajo seguro (PTS), a ello se conoce como Instrucciones de Seguridad, describiendo en forma clara y concreta como realizar algunas operaciones de trabajo o tarea que pueda causar daño. ¿Cómo realizar procedimientos de trabajo seguro o instrucciones de seguridad?

Se consideran necesario los instrumentos de gestión de la PRL cuando:

- La tarea es susceptible que pueda causar riesgo con alta relevancia es decir riesgo grave o muy grave (p.e. trabajos en líneas de alta tensión).
- La tarea es considerada crítica cuando una acción u omisión causa un accidente.
- No rutinarias es una operación ejecutada debido a circunstancias que no se sigue todos los pasos establecidos para el trabajo, ya sea por falta de costumbre u olvido (p.e. trabajos de mantenimiento de poca frecuencia).

Se debe redactar instrucciones de trabajo para tareas que sean susceptibles a ocasionar riesgos, si éstos son de importancia y está asociada a la actividad de la persona. En los instrumentos de instrucción va los aspectos de seguridad que se debe tener en cuenta por la persona encargada de la tarea a ejecutar, a fin de que se conozca cómo hacer correctamente los diferentes trabajos y sean ellos conscientes de la atención especial que se debe tener en operaciones clave para la seguridad de la persona, de su colega y de las instalaciones. La instrucción del trabajo es esencial en lo que denominamos tarea crítica, que es aquella en la que por acción u omisión puede suceder un accidente que es necesario evitar. Referente a la ocasionalidad del trabajo por su posible dificultad se debe recordar aspectos preventivos que son importantes y que puede conducir con facilidad al error y como consecuencia un accidente. Es necesario que la empresa pueda definir en su proceso productivo el proceso considerado clave y la actividad asociada a la misma que debiera ser

Considerada crítica.

Destinatario de los PETS.

El principal destinatario de los PETS es el trabajador que realiza la tarea y trabajo objeto del procedimiento, el que debe cumplir estrictamente. Se debe de disponer

este procedimiento al responsable de la unidad operativa afectada. Para que sea correctamente aplicada por sus trabajadores que debe ser de fácil entender, sin escritura superflua que lo único que genera es confusión, o ausencia de motivación en su aplicación. Mientras tenga más visualización tenga mejor entendimiento tendrá por el trabajador. (Insertar fotografía, pictograma, diagrama).

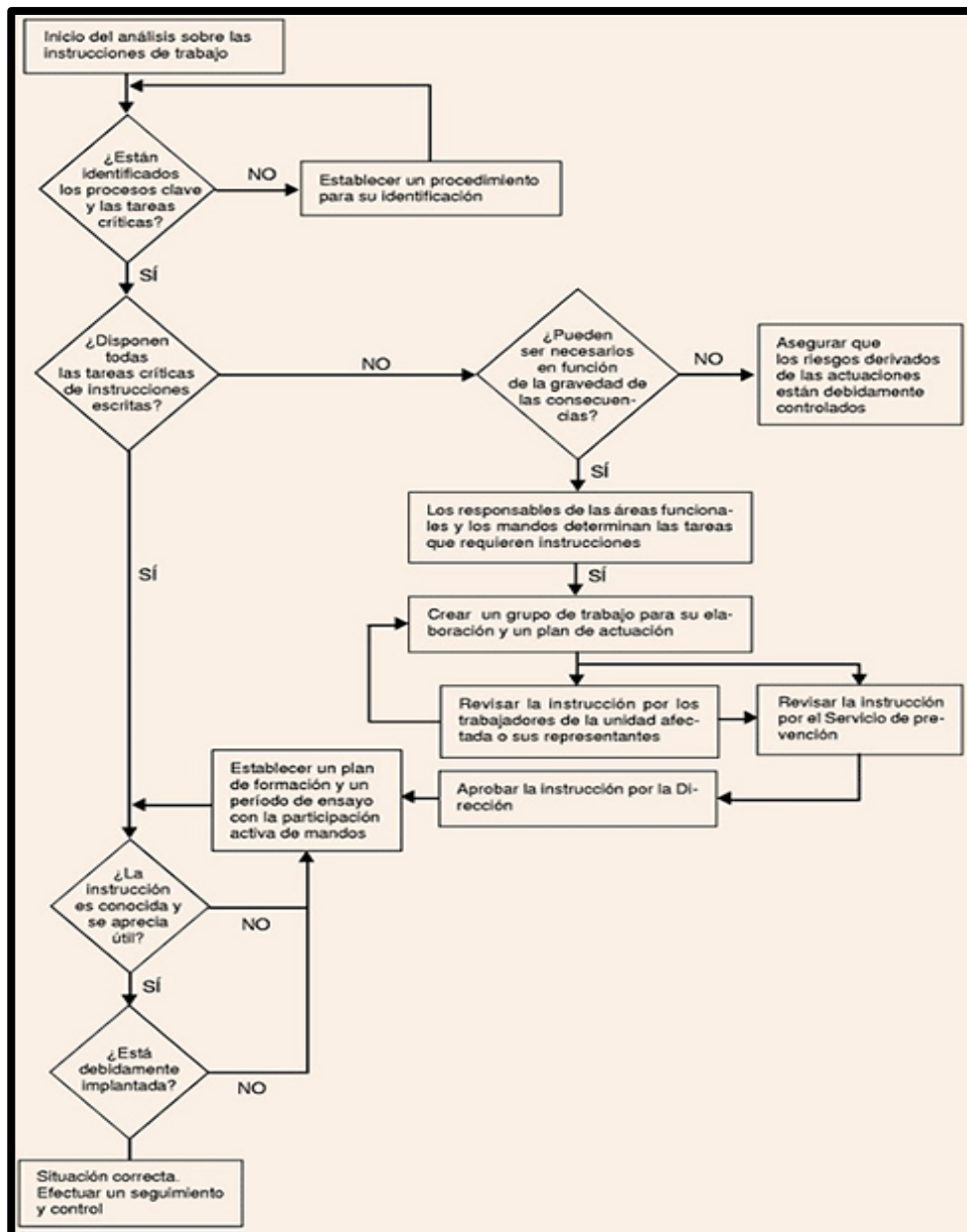
Distribución del procedimiento de trabajo seguro dando una ubicación.

Los PETS se utilizan para informar, formar y adiestrar a los trabajadores y deben ser cumplidas por éstos, además deben ser colocadas en las inmediaciones del proceso productivo, equipo de trabajo, o en las tareas que requiere seguir el procedimiento para que sean objeto de consulta en caso de ser necesario. Por ello es fundamental informar también a los trabajadores de la ubicación de dichos procedimientos.

¿Cómo elaborar un Procedimiento de Trabajo Seguro?

En la NTP 560 del INSHT sobre “Sistemas de gestión preventiva: procedimientos de elaboración de las instrucciones de trabajo” se dan unas pautas a considerar y se incluye este diagrama:

**Tabla 1: Diagrama de esquema de actuación para la elaboración de instrucciones de trabajo**



**Nota: Dolores Rico Garcia**

Según Dolores Rico G., manifiesta que para el desarrollo del PTS es elaborar un listado de las actividades peligrosas en el área de trabajo que puede ser afectado, para ello se pregunta al trabajador o a su representante por la experiencia que tiene, se hace la misma consulta al responsable del proceso, jefe de área, jefe de equipo, para la seguridad se hace la consulta con la modalidad organizativa en PRL de la empresa, siendo el importante su participación los servicios de prevención.

Es necesario conocer en la gestión de prevención la evaluación de riesgos, que está identificado y valorado los riesgos para la seguridad y salud del trabajador en los puestos de trabajo y en todas las actividades a desarrollarse. Adquiriendo información muy valiosa para ser determinado las tareas que requiera en verdad un PTS o instrucción de seguridad.

Es necesario que esta actividad se realice con criterio y se establece solo aquella actividad que requiere de esta herramienta. Sin exceder ya que es contraproducente al tener un efecto contrario a lo deseado. Para estructurar el contenido de la instrucción de trabajo es necesario mantener el esquema que como norma general se desarrolla el procedimiento del sistema de gestión de prevención y que coincida con otros sistemas de gestión como calidad y medio ambiente.

**Tabla 2: El PTS o Instrucción de seguridad debería contener**

<b>PRINCIPALES ASPECTOS A CONTEMPLAR EN UN PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO</b>	
<b>Objetivos</b>	Se detallarán los objetivos que se persiguen con la elaboración del Procedimiento o Instrucción.
<b>Alcance</b>	Debe definirse claramente el alcance, a quienes afectará, a qué puestos de trabajo, a qué procesos, actividades o tareas, incluyendo si es aplicable a contratistas o subcontratistas.
<b>Responsabilidades</b>	Se definirán las responsabilidades en la aplicación, gestión y seguimiento del Procedimiento o Instrucción y para ello debemos tener en cuenta a todas las partes, esto es, trabajadores, mandos, Servicio de Prevención...
<b>Requisitos</b>	Conviene detallar si las tareas/trabajos objeto del procedimiento se requieren determinados niveles de formación, adiestramiento o en su caso están limitadas a determinado personal.
<b>Desarrollo</b>	Esta es la parte más relevante del Procedimiento o Instrucción. En ella deberán detallarse los siguientes aspectos: Equipos de trabajo, herramientas, procesos utilizados, productos químicos, etc. Una buena forma de estructurar el desarrollo del Procedimiento puede ser identificando el detalle de las tareas a realizar, los riesgos y medidas preventivas a aplicar así como las medidas de protección personal a emplear antes de efectuar el trabajo/tarea, durante la realización del trabajo/tarea y después de la finalización del trabajo/tarea. No olvidar que para el desarrollo del Procedimiento o Instrucción deberán consultarse la Evaluación de Riesgos, manuales de Instrucciones de maquinaria y/o equipos de trabajo, Fichas de seguridad de productos químicos, etc.

**Nota: Rico Garcia Dolores.**

Cuando se refiere Dolores Rico G a su elaboración, se debe tener en cuenta su revisión, actualización de los PTS en función de variables como: cambio de condición de trabajo, equipo utilizado, nueva técnica, procedimiento empleado, en accidentes o incidente que se haya producido. Es de importancia que el trabajador se debe aplicar el PTS o instrucción de seguridad, donde se dispone de la última versión y/o actualización por lo que se debe tener un riguroso control de la documentación y distribución.

Se debe tener en cuenta que en el sistema de gestión de la prevención sea legal o como OHSAS 18001 (punto 4.4.6 sobre control operacional) se debe incluir el tipo de procedimiento o instrucción si se quiere controlar los riesgos asociados y determinados a tareas/actividades de forma escrupulosa. Este aspecto es considerado en una auditoría del sistema de gestión de prevención, sea esta legal (voluntaria u obligatoria), mediante la auditoría de certificación de sistemas. (p.e. OHSAS 18001).

No se puede olvidar que elaborar cualquier tipo de procedimiento de gestión debe integrar aspectos de seguridad y salud (art. 16 – Ley PRL y art. 1 – RD 39/97). No se puede dejar pasar el artículo en mención la oportunidad de conocer los casos prácticos de PTS. Dolores Rico indica que le gusta esta auditoria por su claridad en la elaboración, por ser visible y estar bien estructurado, aun no cumpla con los ítems mencionados.

En el “Manual de procedimientos de trabajo seguros para diferentes procesos del sector de construcción” que fue publicado por la Fundación laboral de la construcción donde encontramos PTS para montar, uso y mantenimiento de los

equipos de trabajo (andamio tubular, línea de anclaje) como para las obras de excavación y encofrado.

Otra manual de instrucciones de trabajo seguro en máquinas es del sector Madera. De Confemadera, Fecoma CCOO y MCA UGT (Fed. Industria). En este manual se incluye un material preventivo sencillo basado en instrucciones de trabajo seguro para la maquinaria utilizada en el sector de la madera.

### 2.3. Definición de términos conceptuales

**Metalurgia** Es una rama de la ciencia que se dedica a estudiar la separación de metales a partir de sus menas, y a su vez el desarrollo de aleaciones de este. El concepto de una aleación es la disolución sólida de dos o varios metales para un fin determinado, con propiedades específicas.

**Celda Electrolítica:** Un tipo de célula química en la que el flujo de eléctrico de energía de una fuente externa provoca una reacción redox que se produzca.

**Refinación:** Es la purificación de un metal que contiene impurezas para obtener una mezcla con propiedades conocidas. Las refineras son complejos metalúrgicos en donde se realiza la refinación de los metales.

**Electroquímica** Es una de las ramas de la química que se dedica al estudio de la transformación entre energía eléctrica y energía química proveniente de reacciones. Todo proceso electroquímico se basa en las reacciones Redox (Reducción – Oxidación) en donde se libera energía eléctrica a partir de una reacción espontánea química, o se induce una reacción química que no es espontánea a través de la adición de energía eléctrica

**Procedimiento Escrito Trabajo Seguro:** Es un documento de gestión que te indicara como realizar la actividad paso a paso, de inicio a fin. Responde a la pregunta cómo.

#### **2.4. Enfoque filosófico – epistémico**

El siguiente trabajo estará diseñado bajo el enfoque cualitativo, puesto que este es el mejor que se adapta a las características y necesidades de nuestra investigación.

El objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología de investigación que permita comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven ( Taylor y Bogdan, 1984)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

(Monje Álvarez, 2011, p. 55) plantea a la fenomenología que distingue dos escuelas de pensamiento que implican distintas metodologías: la **eidética o descriptiva** y la **hermenéutica o interpretada**. La fenomenología eidética tiene por objetivo describir el significado de una experiencia a partir de la visión de quienes han tenido dicha experiencia. Por lo tanto, para nuestra investigación vamos a hacer uso de la **eidética** que nos permite hacer la descripción de la aplicación del procedimiento escrito de trabajo seguro para reemplazar la celda electrolítica.

### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación descriptiva procura brindar una buena percepción del funcionamiento de un fenómeno y de las maneras en que se comportan las variables, factores o elementos que lo componen. Por lo tanto, haremos uso del nivel de investigación DESCRIPTIVO porque se busca describir la aplicación del procedimiento escrito de trabajo seguro para reemplazar la celda electrolítica

### **3.3. Característica de investigación**

La característica de la investigación es inductiva donde que el investigador interactúa con los participantes y con los datos, busca respuestas a preguntas que se centran en la experiencia social, cómo se crea y cómo da significado a la vida humana se centra en el “por qué” en lugar del “que” y básicamente se enfoca en recopilar datos que no son numéricos. Se basa en métodos de recopilación de datos más enfocados en la comunicación que en los procedimientos lógicos o estadístico

### **3.4. Método de investigación**

El **método sintético** (Canaán Ricardo, 2010) manifiesta que el método busca la reconstrucción de los componentes dispersos de un acontecimiento para ser estudiado con profundidad crea un resumen de cada detalle. El proceso de este método se desarrolla partiendo de lo abstracto a lo concreto, para reunir cada segmento que compone una unidad y poder comprenderla mediante el razonamiento y la síntesis se profundiza en los elementos resaltantes del análisis

de una forma metódica y concisa para conseguir una comprensión cabal de cada parte y particularidad de lo estudiado.

### **3.5. Diseño de investigación**

En el diseño de investigación vamos a plantear la **investigación-acción** (Sampieri, 2015), p. 55) para comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente, asimismo se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para proyectos, procesos y reformas estructurales. Las tres fases esenciales de los diseños de investigación-acción son: observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos), pensar (analizar e interpretar) y actuar (resolver problemáticas e implementar mejoras) las cuales se dan de manera cíclica una y otra vez.

### **3.6. Procedimiento de muestreo**

#### **3.6.1. Población**

Es el total de individuos, objetos de estudio que poseen característica común que es observado en un determinado lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo la investigación se tiene en cuenta características esenciales seleccionadas de la población para ser estudiadas, para nuestra investigación es la totalidad de celdas electrolíticas que se emplea para la refinación del zinc en la refinería de Cajamarquilla. Por lo tanto, es la aplicación del procedimiento de trabajo seguro en reemplazo de la celda electrolítica.

### **3.4.2. Muestra**

La muestra es la parte de la población a la que tenemos acceso y sobre el que se debe observar, siendo representativo de los miembros seleccionados. En nuestro trabajo de investigación la muestra es la celda electrolítica que va a ser reemplazada ya que por el tiempo de uso ha sufrido desgaste y es necesario reemplazar por otra celda nueva en la refinería de Cajamarquilla. Es decir, es la aplicación del procedimiento escrito de trabajo seguro en reemplazo de la celda electrolítica.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El proceso de recolección de datos para el trabajo de investigación se lleva a cabo mediante la utilización de métodos e instrumentos, los cuales se seleccionan de acuerdo con el interés del investigador algunos son directos como la observación, el método seleccionado depende de los objetivos y el diseño del estudio, así como de la disponibilidad de personal, tiempo y recursos financieros. Un factor importante que se debe tener en cuenta es el método de la recolección de datos que el investigador tiene como intención para producir información tendiente a medir con cierto grado de exactitud de los fenómenos. Los estudios tienen por finalidad la explicación, predicción y control técnico que se apoya del método empírico o estadístico.

El trabajo de investigación está referido al procedimiento escrito de trabajo seguro para reemplazar una celda electrolítica, entonces debemos de relacionar con los resultados de operación de la celda electrolítica siendo así podemos decir que:

La celda tiene una de tensión de ( $V_{cell}$ , **V**) que se ha medido mediante el multímetro *Fluke de* modelo 179, y para la temperatura que se controló con un termómetro digital, la corriente eléctrica que nos da como intensidad de corriente (**I**, **A**) todo ello se observó directamente desde el *display* del rectificador.

Es necesario evaluar el rendimiento de la celda donde se calcula la eficiencia de corriente ( $\eta_{corr}$ , %) así como también el consumo específico de energía (**CE**, **kWh/kg**). Por otro lado, la eficiencia de corriente se determina comparando la masa del metal depositado por electro obtención ( $m_{dep}$ ) y la masa esperada que se deposita ( $m_{esp}$ ) según la ecuación de Faraday. Es decir:

$$\eta_{corr} = \frac{m_{dep}}{m_{esp}}$$

El consumo específico de energía CE se calcula según la siguiente ecuación:

$$CE = \frac{V_{cell} * I * t}{1000 * m_{dep}}$$

Donde:

$V_{cell}$  = Tensión de celda

La tensión de celda se calcula como un promedio de las lecturas de tensión que se realiza en los conectores catódico y anódico del rectificador en un tiempo (**t**, **h**) de operación de la celda a una intensidad de corriente **I**.

### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Existen varias técnicas y estrategias para analizar los datos y darle sentido. Dato que en todos los estudios contienen buenos datos descriptivos, proporcionan una descripción de los hechos que se van demostrando en el proceso de investigación o análisis teóricos que nos ayudan a interpretar marcos teóricos

Después de poner en operación la celda se lleva a cabo la prueba de operación, se ha usado el peso inicial del cátodo, obteniéndose una masa de metal depositado en el cátodo de 27,45 kg., según la ecuación de Faraday (4), la  $m_{esp}$  corresponde a ,85 kg, la  $\eta_{corr}$  resulta ser de 89,00%; por otro lado, el  $V_{cell}$  promedio fue de 6,82 V, con lo que el **CE** fue igual a 6,48 kWh/kg.

Es común en una prueba de operación de una celda, se produce un depósito de metal en los discos alimentadores de corriente. La masa depositada fue de 2,84 kg, con lo que la  $\eta_{corr}$  y el **CE** cambia a 98,15% y 5,87 kWh/kg, el depósito de metal que es de interés es el logrado en el cátodo particulado, que ese metal es el producto comercializable en el caso de que la celda llegara a operar industrialmente.

### 3.9. Orientación ética

La toma de decisiones éticas en la investigación exige un proceso de deliberación. Ningún documento de orientación puede eliminar la necesidad de identificar las cuestiones pertinentes y luego emprender un proceso para describir, analizar y equilibrar las tensiones éticas inherentes a cada situación. No obstante, esta orientación tiene por objeto ayudar a garantizar la máxima calidad en la

adopción de decisiones éticas en la investigación de la aplicación procedimiento escrito de trabajo seguro para reemplazar una celda electrolítica en la refinera Cajamarquilla, a pesar de las incertidumbres imperantes y la presión para generar respuestas en el corto plazo a problemas complejos de largo plazo.

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

##### **4.1.1. Consideraciones durante el armado del marco de corto circuito:**

###### **4.1.1.1 Instalación del marco de corto circuito sobre las celdas**

Se hizo esta actividad contando con la siguiente documentación previa:

- PETAR vigente y validado por todo el personal involucrado en la actividad.
- APR para la actividad y área de trabajo, ha sido validado por el supervisor operativo o residente.
- Check List de equipos se usó tales como eslingas, grilletes, grúa puente entre otros.



- Todas las actividades han sido ejecutadas por colaboradores, salvo las mencionadas que correspondan a personal de NEXA.

**Descripción de Actividad:**

✓ Después de armado el equipo en configuración central por los colaboradores verifican la medida entre centros de las dos barras equipotenciales apernadas al Marco debe ser de 5100 mm (eje a eje) y que se encuentre en cuadratura.

✓ Realizada la verificación dimensional se revisa el sentido de ubicación de los ánodos y cátodos para su correcta ubicación. Si esto no se cumple, se debe girar el equipo inmediatamente.

✓ Si el equipo se gira, se coordina con el Operador de la grúa puente para el levante y giro del equipo mediante la grúa puente utilizando como mínimo dos vientos para el correcto equilibrio durante el giro. Una vez realizado el giro descansar el equipo en 04 tacos de madera en el pasillo cabezal cercano a la fila del sector donde se realiza la instalación.

✓ Se procede a limpiar manualmente la barra equipotencial del MCC de tal forma que la superficie de contacto quede pulida lo que garantizará además de la nivelación un buen contacto con los electrodos.

✓ Antes de instalar el Marco de Cortocircuito se debe verificar: que el equipo se encuentra haciendo buen contacto eléctrico entre el sistema de barras del Marco y la barra equipotencial apernada al mismo.

## 4.1.2. Consideraciones durante la instalación del marco de corto circuito

### 4.1.2.1 Verificación, paralelismo y nivelación de bandejas porta barras

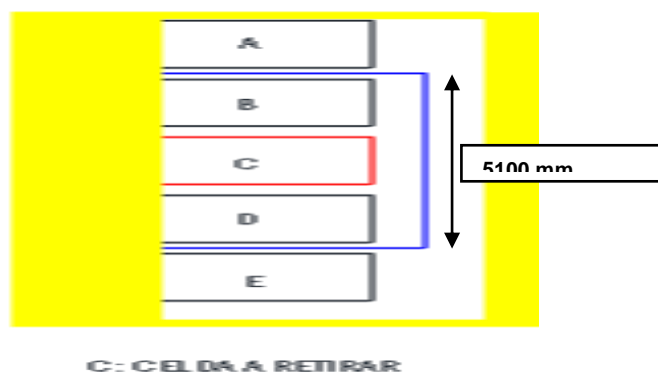
Se realiza las mediciones en los centros de alojamientos para barra equipotencial de bandejas entre celdas A-B y D-E. (Ver Figura 1)

El paralelismo se realiza con Fluxómetro; para el caso de nivelación se realizará con nivel de mano.

Se deja marcada con un punzón metálico en las celdas las posiciones requeridas para su posterior corrección.

Para el correcto funcionamiento del marco de corto circuito se debe verificar las medidas de eje a eje (5100 mm) de las barras aisladoras donde se apoyarán las barras inter celdas del marco de corto circuito.

**Figura 1: Diagrama de flujo de celdas electrolíticas**



**Fuente: Elaboración propia**

Para ello el personal debe de hacer uso de los guantes de seguridad, y debe de inspeccionarse las herramientas a utilizar antes de su respectivo uso.

#### **4.1.3. Consideraciones para el movimiento del marco de corto circuito (mcc)**

##### **4.1.3.1 Bloqueo eléctrico de fila (circuito)**

Para el inicio de trabajos de la instalación del marco de corto circuito se bloquea eléctricamente la fila a intervenir, todo el personal que realiza trabajos en la fila debe realizar el procedimiento de bloqueo, caso contrario no podrán ejecutar ninguna actividad. Solicitan el corte de energía del circuito que corresponda el reemplazo de celdas (Circuito 1 corresponden las filas 1, 2, 3 y 4; Circuito 2 corresponden las filas 5, 6, 7 y 8). El oficial de bloqueo juntamente con el electricista realiza el bloqueo en la Sala de Control (no está autorizado para ingresar a la Sala de Control), una vez realizado el bloqueo nos entrega una caja grupal con la llave guardada donde todos los colaboradores deberán instalar su candado y tarjeta respectivamente. La comprobación de corte de energía se visualiza en el panel de control donde se registra 0 – 0,5 Kilo Amperios y apagado en el circuito. Verificando estas condiciones y en coordinación con el jefe de Guardia se iniciará las actividades.

##### **4.1.3.2 Retiro de electrodos de celdas internas al mcc (actividad a realizar por Nexa)**

Se procede a retirar los electrodos de las celdas B, C y D a cargo del personal de NEXA.

#### **4.1.3.3 Correr o retirar electrodos de celdas externas al mcc (actividad a realizar por Nexa)**

Correr o retirar electrodos fuera de barra equipotencial de celdas A y celdas E para dejar libre la barra equipotencial A-B y D-E para su posterior retiro.

#### **4.1.3.4 Corrección de paralelismo y nivelación de bandeja porta barras equipotenciales de acuerdo con el marco (actividad a realizar por Nexa)**

Corrección del paralelismo y nivelación de bandejas porta barra equipotencial del marco. Dichas correcciones aseguran el correcto contacto de la barra equipotencial del marco y los electrodos. Una vez retirado los electrodos de las celdas, se medirá la distancia entre los centros de las barras equipotenciales de las celdas de posicionamiento para asegurarnos que se cumple la distancia de diseño entre centro de pines del equipo en configuración central (5100mm). Antes de colocar el MCC, se deberá marcar la posición de la barra equipotencial para colocar en la misma posición el MCC con sus barras equipotenciales.

#### **4.1.3.5 Retiro de frp (aplicable a lado libre y lado columna) vigas de madera (aplicable a lado libre y lado columna).**

Para ingresar al mezanine se debe realizar el Check List de liberación del área el cual garantizará las condiciones de los accesos, este

documento estará validado por el jefe de guardia NEXA, Gestor de Proyectos y Operaciones. Los colaboradores provistos de llaves mixtas retirarán las grapas metálicas para liberar las parrillas de FRP. Para el retiro de parrillas de FRP (grating) 02 colaboradores se ubicarán en la plataforma de andamios del mezanine y 02 colaboradores en la parte superior, lo que facilitara el desplazamiento de FRP en el nivel superior.

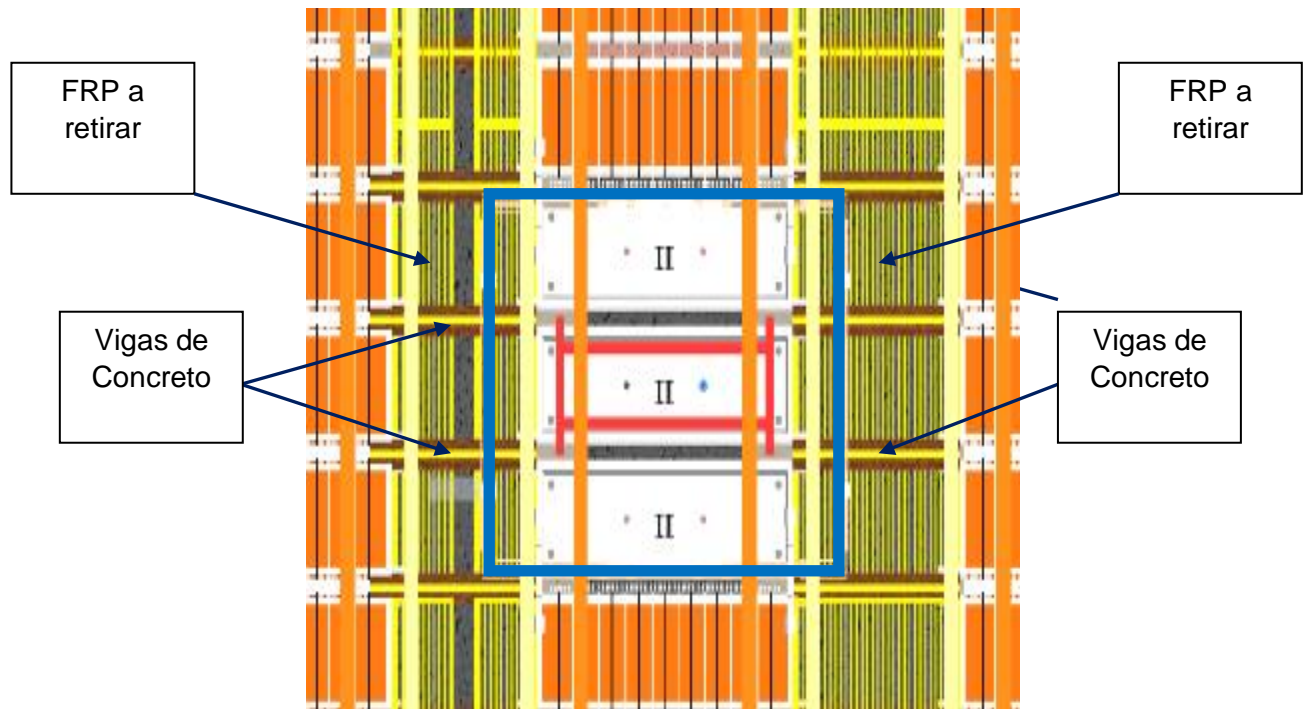
Las parrillas serán retiradas manualmente por los colaboradores compartiendo el peso en los extremos.

Las parrillas retiradas serán ubicadas en la parte designada como almacén temporal de acopio de maderas y parrillas de FRP (Segundo nivel de la sección 70, zona de estacionamiento de la zona de transferen

**Figura 2: Instalación de puentes para el retiro de la parrilla**



**Figura 3: Diagrama del retiro de parrillas y celda**



**Fuente: Elaboración propia**

El personal deberá de estar capacitado y autorizado en trabajos en altura y armado de andamio, deberán de contarse también con barandas de madera para la señalización al retirar los pisos FRP

#### **4.1.3.6 Instalación de trolley (aplicable a lado libre y lado columna)**

En las vigas auxiliares de la fila intervenida (sistema de electrificación y sistema de refrigeración - agua) se instalarán 02 trolley (3t c/u) con teclas manuales (2t c/u) y 02 eslinga de 3 t.

✓ Las mangueras de refrigeración se retirarán eventualmente para permitir la instalación y desplazamiento de los trolley.

✓ Se instalará un trole en cada trolley para sujetar las estructuras de madera.

**Figura 4: Vista panorámica del ingreso de la grúa viajera**



**Fuente: Elaboración propia**

Para la instalación de los trolley en las vigas auxiliares se procederá a ingresarlo desde la plataforma de andamios móviles armada previamente, para el uso del andamio se debe considerar tener las tarjetas verde y roja además con las firmas de autorización de la empresa, tendrá en operaciones el procedimiento de armado de andamios, así como el plano según la morfología del andamio que a su vez fueron validados por RRCC de NEXA.

**Figura 5: Instalación del Trolley**



**Fuente: Elaboración propia**

Se instalará un tecele en cada trolley para sujetar las estructuras de madera. El personal deberá de verificar el nivel del piso para armado de andamio, durante el armado del andamio deberá de estar con la tarjeta roja. Una vez concluida el armado y verificando el andamiero que la estructura está lista para poder trabajar se colocará la tarjeta verde. Cabe mencionar que una vez que esté la tarjeta verde no se realizarán modificaciones al andamio

#### **4.1.3.7 Instalación de vigas de madera para soporte de mcc (aplicable a lado libre)**

- Los equipos quedarán instalados tal como se muestra en el esquema.

**Figura 6: Vista de la instalación de vigas**



**Fuente: Elaboración propia**

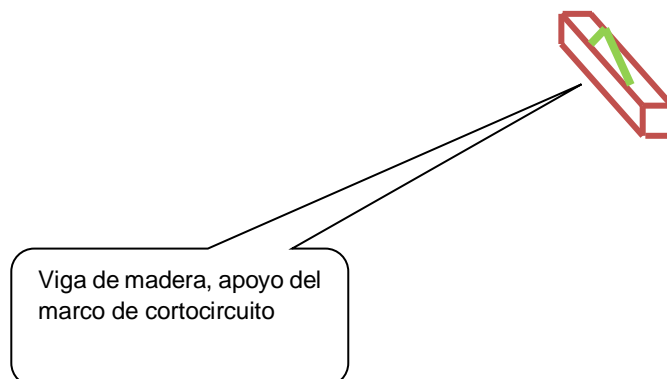


- Sobre la plataforma ubicada en el mezanine, 02 colaboradores apoyarán durante la maniobra para la ubicación de las vigas de madera y plataforma de madera.
- Para el traslado de la viga y plataforma de madera se utilizará el trolley más cercano a la fila, tal como se indica en la figura. En todo momento la carga a izar estará controlada con vientos (sogas de ½” diámetro) (**Aplicable a izaje de Carga**).

**Figura 7: Instalación del trolley para el izaje**



**Figura 8: Vista de la viga de madera**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.1.3.8 Instalación de viga de madera para soporte de mcc (aplicable lado columna)

- Los equipos quedarán instalados tal como se muestra en el esquema, el trolley a usar para el traslado de la viga de apoyo para el marco de corto circuito será el más cercano a la fila.

**Figura 9: Colocación de eslingas de sujeción a la viga**



**Fuente: Elaboración propia**

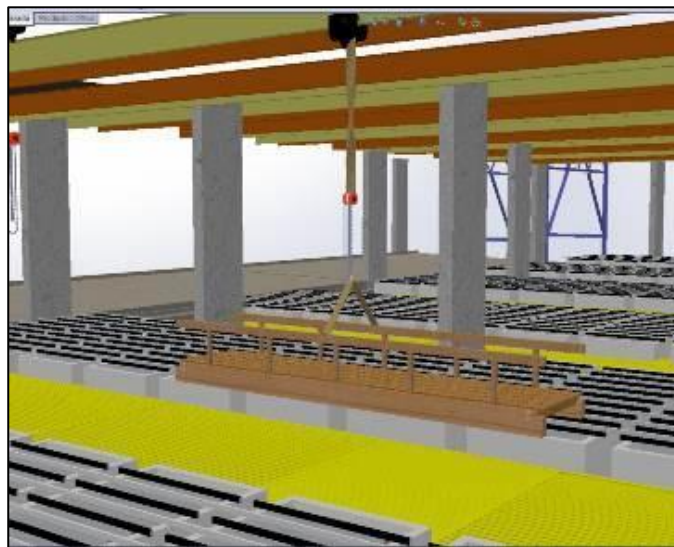
#### 4.1.3.9 Instalación de plataformas de madera (lado libre y lado columna)

Sobre las vigas instaladas se procederán a instalar tablas que deben ser inspeccionadas previamente (no deben contener fisuras o cortes).

Estas tablas deberán ser fijadas con clavos de 3” y 4” según sea el requerimiento, siempre garantizando la firmeza de las mismas.

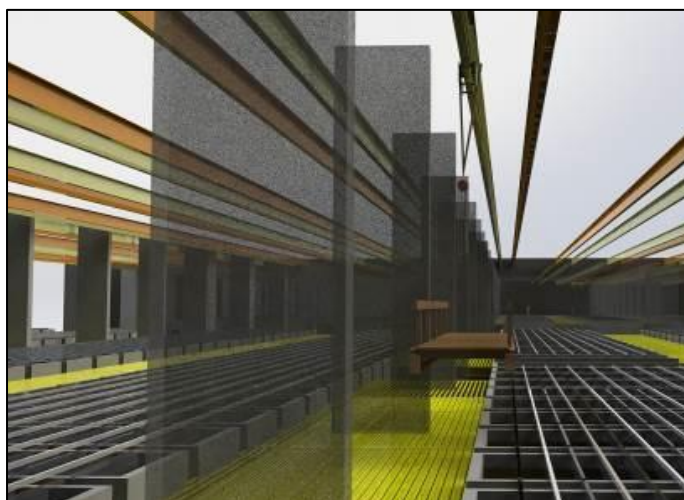
Sobre las maderas se instalarán las parrillas de FRP que se retiraron inicialmente asegurándolas con alambres de amarre, esta sujeción es temporal mientras dure el reemplazo de la celda (03 días) ya que una vez reemplazada la celda se volverá a instalar las grapas.

**Figura 10: Instalación de plataformas de madera lado libre**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 11: Instalación de plataformas lado columna**



**Fuente: Elaboración propia**

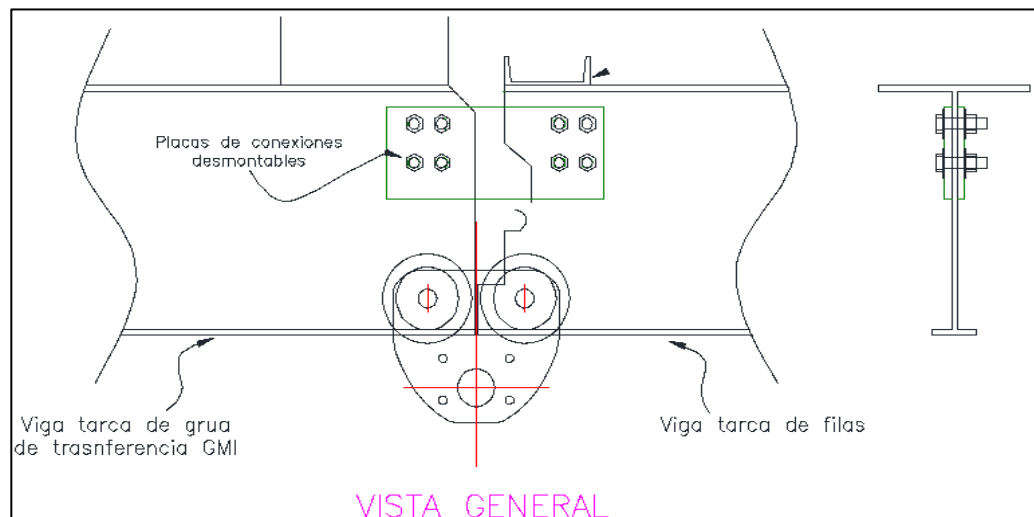
Para dichas instalaciones se deberá de inspeccionar los dispositivos de elementos de Izaje, así mismo deberá de estar anclado el personal a un dispositivo anticaídas.

Al momento de asegurar los pisos de FRP no se deberán de dejar alambres expuestos a riesgos de punzamiento, se harán uso de vientos para estabilizar la carga.

#### 4.1.3.10 Instalación de placas de conexión entre vigas tarca

Se procederá a colocar las placas de conexión entre las vigas tarca de grúa de transferencia y vigas tarca de fila con el objetivo de nivelar la pista de rodadura.

**Figura 12: Diseño de la instalación de placas**



**Fuente: Elaboración propia**

Para ello el personal deberá de hacer uso de herramientas manuales estandarizadas e inspeccionadas con sus respectivas drizas, el andamio debe

de contar con su respectivo rodapié para evitar caídas de herramientas manuales.

#### **4.1.3.11 Traslado e instalación del mcc sobre celdas**

En cada movimiento de grúa viajera y grúa de transferencia previo al movimiento del marco de corto circuito se considera tener la presencia del jefe de guardia de la sección 70 para garantizar el buen desarrollo de los trabajos, lo cual será validado con un Check list del antes y después de los trabajos que corresponden. La validación de este Check list estará a cargo de los ingenieros responsables por parte de NEXA, la empresa y el jefe de guardia NEXA.

Haciendo uso de la grúa de transferencia y grúa colgante de 15T se procederá a izar el marco de cortocircuito.

El área de trabajo estará en todo momento señalizada con conos y barras retractiles además deberá mantenerse libre de obstáculos para el correcto desplazamiento. La grúa puente será operada por un colaborador calificado y certificado.

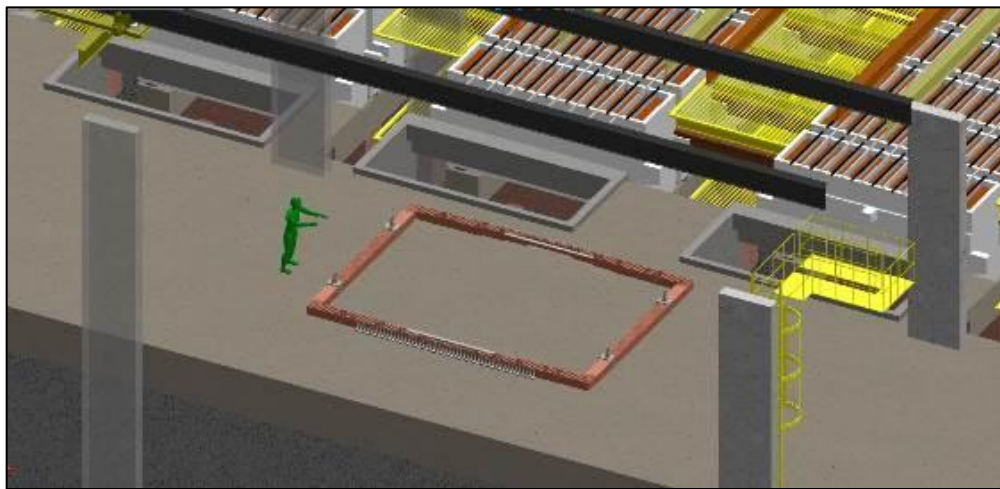
La maniobra estará a cargo del Rigger (Colaborador calificado y certificado). Se contará con 04 colaboradores que realizarán vientos de estabilización con sogas de ½”.

Para evitar trabamiento de los carros porta cables, 01 colaborador jalará con un gancho los carros porta cables garantizando el correcto desplazamiento de los carros porta cables.

Luego se procede a trasladar con velocidad lenta el equipo mediante puente grúa para su posicionamiento sobre celdas.

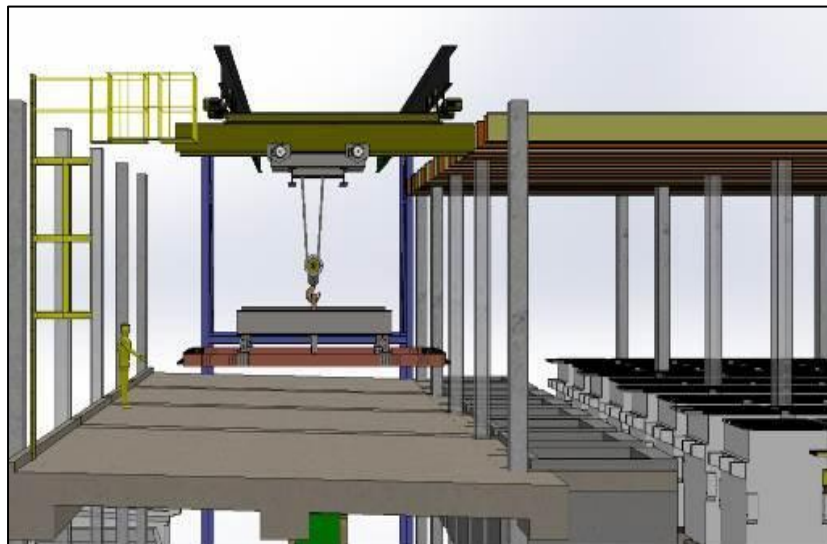
No se utilizará los apoyos del Marco de cortocircuito en celdas antiguas para evitar dañarlas; en su lugar se colocarán 04 gatas hidráulicas (8t c/u) en el soporte de madera. (Vigas de 10" x 10")

**Figura 13: Ubicación Inicial**



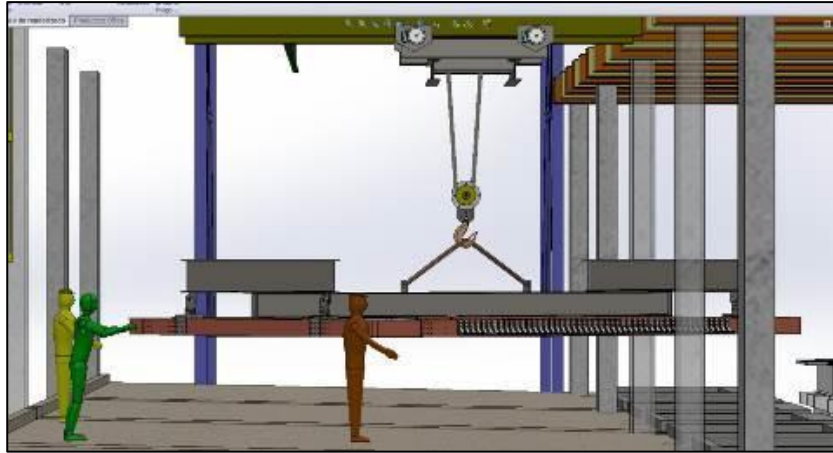
Fuente: Elaboración pr

**Figura 14: Traslado de MCC a Celda**



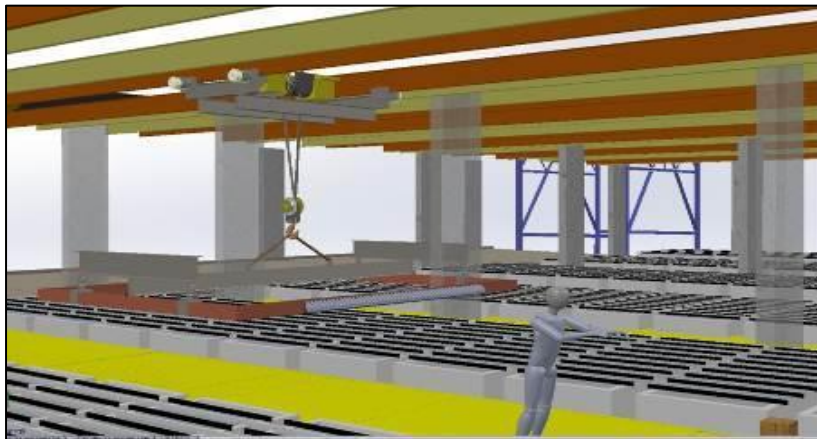
Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Ingreso de MCC Filas



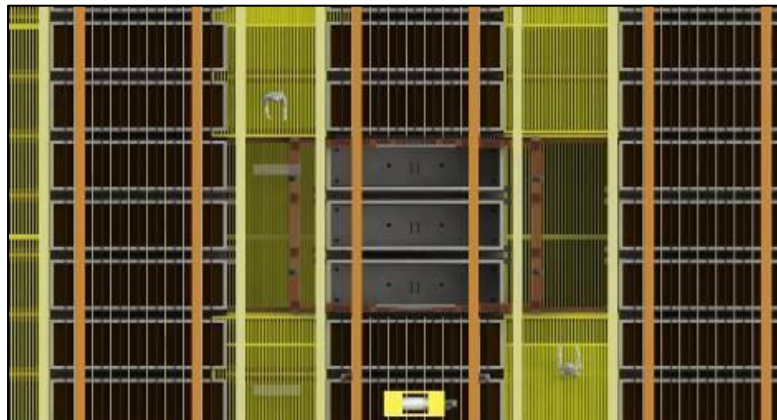
Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Traslado en celdas



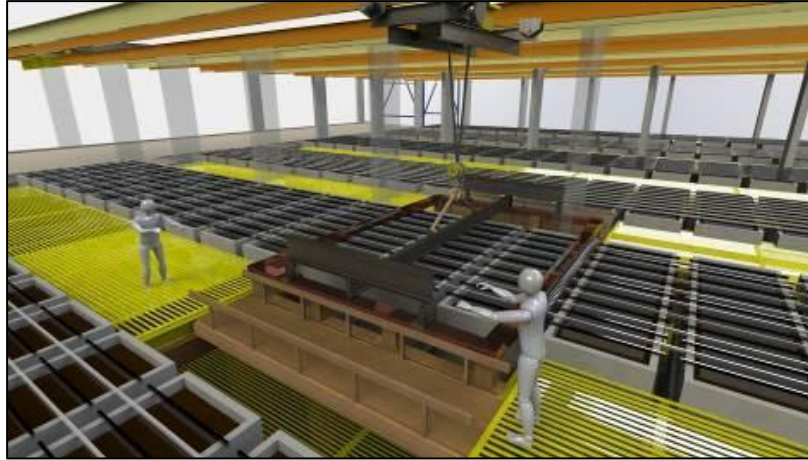
Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Ubicación Final de MCC



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 18: Traslado de la celda**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.12 Verificación de correcta instalación de mcc**

Una vez posicionado la grúa puente, se revisará en forma visual que el Marco de corto circuito se encuentre correctamente instalado y que las barras equipotenciales adosadas al Marco se encuentran a nivel de las otras barras equipotenciales. En caso la nivelación sea deficiente, se corregirá utilizando el sistema de regulación por medio de gatas hidráulicas.

Adicionalmente para asegurar la correcta nivelación del MCC, se utilizarán dos tacos de madera con lanas de nivelación por lado de ser necesario.

Otra manera práctica de garantizar el posicionamiento del marco de corto circuito es cuando los operadores de NEXA realizan los contactos de ánodos y cátodos en la barra z teniendo la coincidencia o no coincidencia.

Si existe demasiada variación se deberá volver a izar el marco de corto circuito con la grúa puente y desplazar la distancia que sea necesaria para su



ubicación final. Una vez concluida deberá de estar señalizada con barrera rígida través de las barandas de madera.

#### **4.1.3.13 Instalación de electrodos de celdas a y e (actividad realizada por Nexa)**

Una vez que se ha revisado que el equipo se encuentra correctamente los Operadores de NEXA proceden a instalar los ánodos y cátodos de las celdas adyacentes para completar el circuito y poder estar en condición de levantar corriente. A-B y D-E.

#### **4.1.3.14 Energización (actividad realizada por Nexa)**

Se solicita a sala de control de operaciones subir corriente en una rampa de 5 KA, 20KA, 40KA, 60KA hasta 75KA cada media hora, tiempo que se logra estabilizar el transito térmico. Para cada uno de estos intervalos de corriente, se registra la temperatura en varias secciones de las barras equipotencial con termómetro infrarrojo. Se deja registro de las mediciones realizadas.

- ✓ Una vez terminada la prueba con la rampa de corriente y verificado que la temperatura está dentro de un rango aceptable, el equipo se encuentra habilitado para realizar el recambio de celdas.
- ✓ Como una medida de seguridad se recomienda instalar una manguera en cada barra equipotencial de manera de irrigar agua cuando la temperatura esté alta y disminuir el riesgo de aumento. Tomar registros de temperatura cada cierto intervalo de tiempo (1 o 2 horas)

- ✓ Una vez realizado recambio de celdas, para el retiro de marco cortocircuitado se debe realizar proceso de corte de corriente nuevamente, esto es bajar corriente retirar el equipo y proceder a restaurar los electrodos cátodos y ánodos sobre celdas intervenidas.
- ✓ Repetir este procedimiento para las celdas contiguas o llevar el equipo al cabezal hasta la intervención en otro sector de celdas a definir.

#### **4.1.3. 15 Limpieza interna de celda a cambiar (actividad realizada por Nexa)**

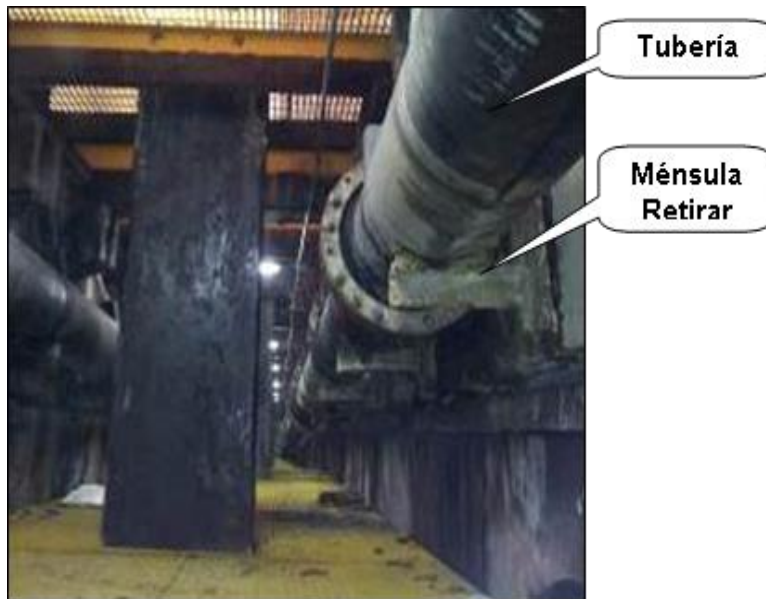
Esta actividad tiene como objetivo la limpieza interna de la celda. Se procederá a lavar la celda con agua en el interior después del proceso de succión del electrolito, NEXA deberá entregar la celda limpia sin lodo ni líquido para el proceso de desmontaje.

#### **4.1.3.16 Retiro de soportaría de tuberías y sistemas eléctricos de luminarias**

##### **Soporte de tubería de electrolito**

Se retirará la ménsula que soporta la tubería de electrolito, la misma se encuentra anclada mediante pernos a la celda. Se procederá a colocar un soporte de madera en el nivel inferior con un sistema de soporte regulable (gata hidráulica de 8T) para evitar sobrecargar a los apoyos contiguos de la tubería; posteriormente se retirarán los pernos anclados a la ménsula de la celda.

**Figura 19: colocación de la tubería con soporte**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 20: Soporte fijo para la tubería**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.1.3.17 Sistemas eléctricos de luminarias

Se procederá a reubicar los cables eléctricos de luminarias en el nivel inferior, los mismos se encuentran anclados a vigas de concreto que unen las celdas. Esta actividad se realizará bloqueando la energía eléctrica de las luminarias hasta la reubicación mencionada.

**Figura 21: Sistema de cableado eléctricos**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.1.3.18 Armado de andamios en el sumidero (parte inferior de la celda a cambiar)

Para facilitar la inspección y resane de los apoyos de celdas, se procederá a armar andamios desde sumidero hasta la zona de mezanine. Será arriostrado con sogas amarradas en los demás soportes de celdas y columnas adyacentes. Los apoyos de andamios serán protegidos contra el electrolito utilizando bases de concreto polimérico. Para el ingreso a la zona de sumidero será Necesario una autorización de la Gerencia o jefe de área Nexa CJM vía e-mail y deben firmar en el ATS y PETAR que la solución o material tenga pH

neutro y esté frío. Se deberán de usar los EEP adecuados ropa antiácida, traje tyvek, cinta hermética, botas musleras, careta facial, respirador para gases ácidos, guantes de pvc o nitrilo, casco con barbiquejo. Se deberán de identificar derrames o fugas, inspección de estructuras, andamios, iluminación, inspección de herramientas, etc. En el ATS debe de indicar el estado del sumidero y considerar controles para reducir riesgo.

**Figura 22: Zona del sumidero**



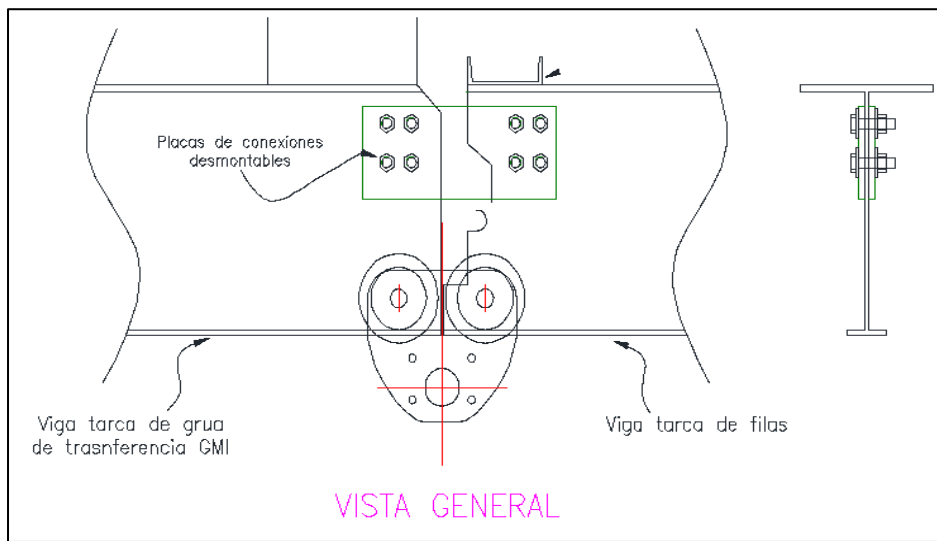
**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.19 Ingreso de puente colgante a filas.**

El puente colgante se trasladará desde la estructura de extensión hasta el inicio de fila a intervenir juntamente con el aparejo de izaje.

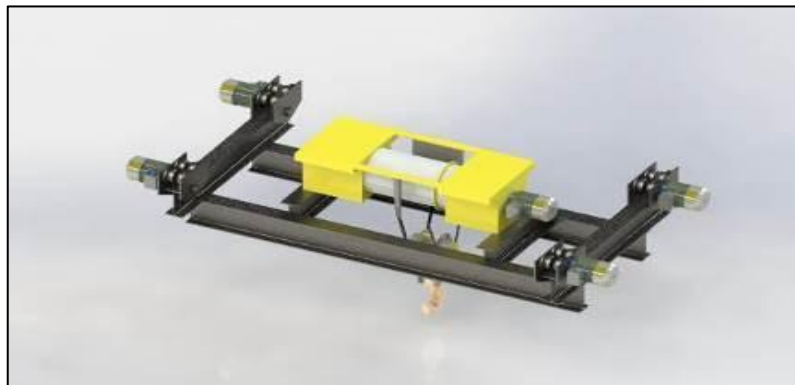
Se procederá a colocar las placas de conexión entre vigas tarca de grúa de transferencia y vigas tarca de fila con el objetivo de nivelar la pista de rodadura. Para la instalación de estas placas se utilizarán andamios articulados y certificados.

**Figura 23: Diseño de placas**



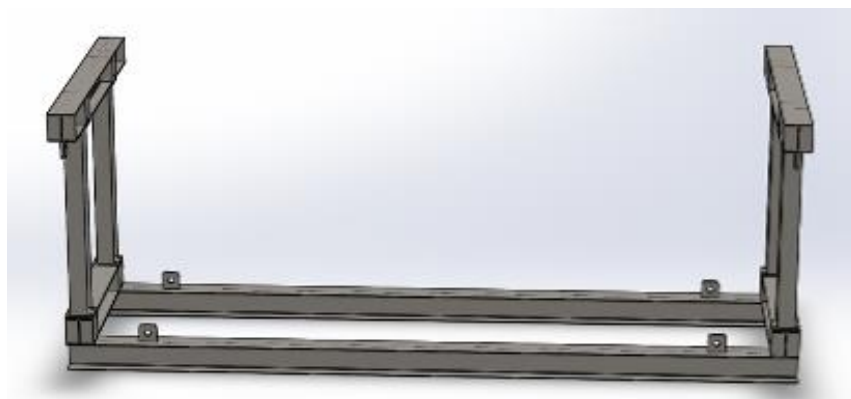
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 24: Puente Colgante Instalados en vigas Tarca (Filas de celdas)**



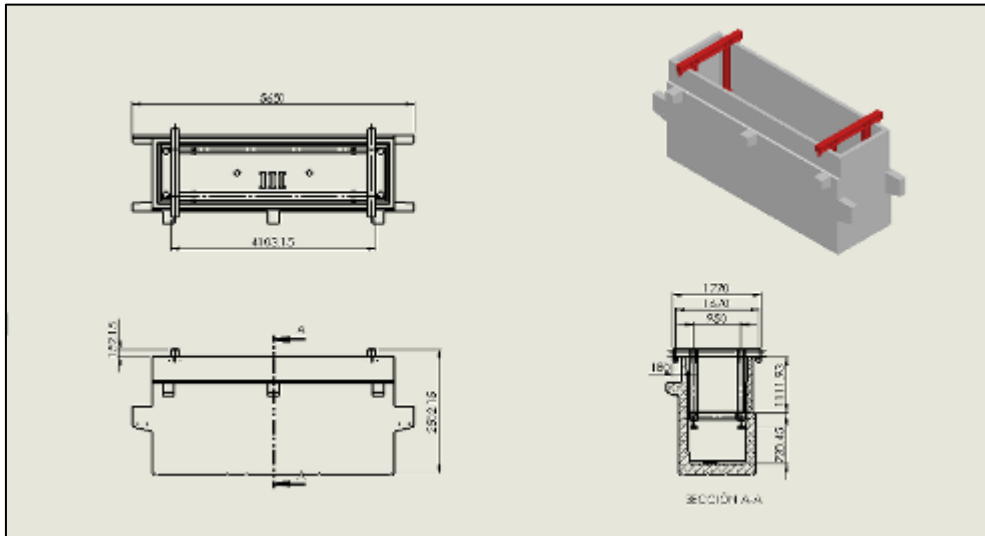
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 25: Aparejo para celdas**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 26: Diseño de colocación de la celda electrolítica**

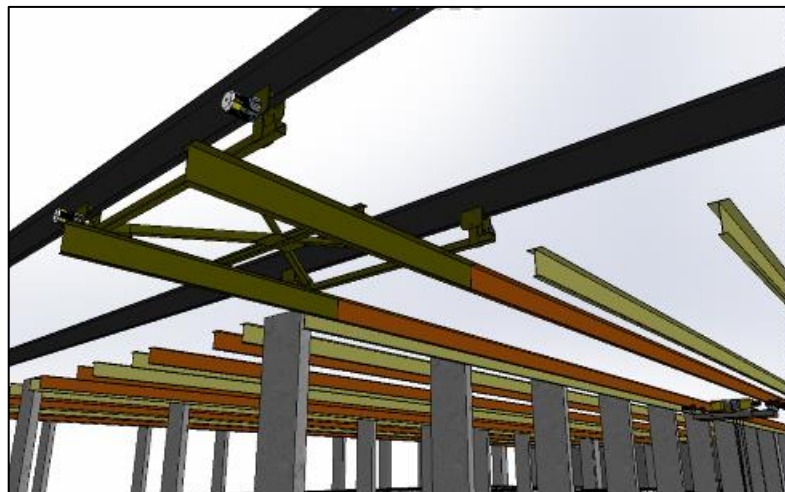


**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.20 Grúa de transferencia**

La estructura de transferencia tiene como finalidad trasladar el puente colgante desde las filas, hasta la parte exterior de SECCION 70.

**Figura 27: Soporte de la grúa de transporte**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.21 Perforación de puntos de apoyo**

La perforación de los apoyos se realizará desde el interior de la celda. Se procederá cortar la sección de 40 cm x 40 cm del para lainer en la zona donde se ubican los puntos de apoyo. De la misma forma se contará la madera que se ubica entre en paralainer y la base de la celda.

Utilizando dos rotomartillo se procederá perforar la zona donde se ubica el anclase del apoyo a la celda.

Se debe verificar que los cuatro puntos de apoyo estén liberados para la posterior maniobra de retiro de celda.

Para ello se harán uso de herramientas manuales y de poder, para ello deberán de verificarse antes de su uso así mismo el sistema de cableado. El personal deberá de hacer uso de los trajes tyvek, careta facial y respirador. Para evitar contacto con las esquirlas

#### **4.1.3.22 Estrobadado de celda antigua**

Con apoyo de los andamios en el nivel inferior (piso), se procederá a preparar la maniobra para retiro de celda. Se utilizarán eslingas sintéticas en dos puntos de sujeción, las mismas que serán protegidas para evitar deterioros. Asegurar el ajuste del estrobamiento a la celda empleando tensores para eslingas estándar

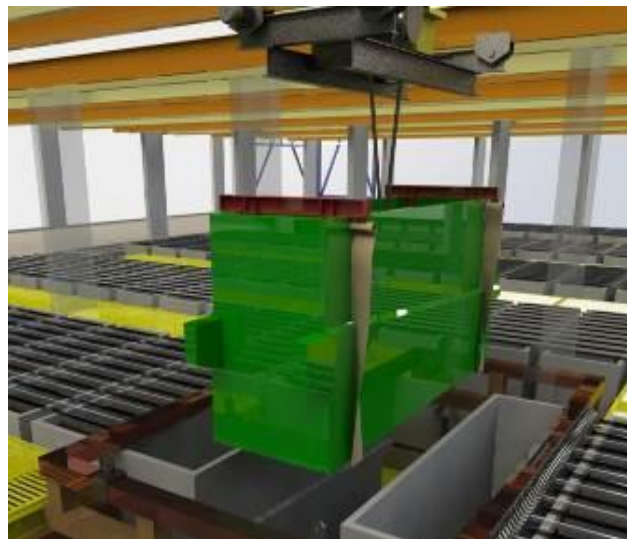


El gancho del puente colgante se anclará al aparejo mediante grilletes de 1” y retener a celda en posición para el posterior retiro después de liberar el apoyo.

Luego se cortará el plomo del apoyo, posteriormente con ayuda del rotomartillo se procederá a romper el concreto del bloque. Los pernos de anclaje se cortarán utilizando arco de sierra.

Adicionalmente se ha considerado instalar soportes de madera para asegurar la estabilidad de la celda durante la demolición del bloque de apoyo.

**Figura 28: Estrobado de Celda**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.23 Sujeción de celda con puente colgante**

El operador de la grúa puente y el rigger (colaboradores, capacitados y certificados) realizarán la maniobra de izaje con el polipasto instalado en el puente colgante, se debe tener en cuenta que el izaje de la celda debe ser totalmente vertical. Como medida adicional se colocarán

vientos para estabilizar la carga. Mantener distancia de la línea de fuego, no exponerse debajo de la carga, señalizar el área de trabajo para evitar ingreso de personal no autorizado y apoyo de vientos.

**Figura 29: Traslado de la celda electrolítica por la grúa puente**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.24 Traslado de celda hasta la zona de transferencia**

Se realizará utilizando el puente colgante a través de las vigas carrileras, el desplazamiento debe ser controlado, evitando movimientos bruscos.

Se debe considerar la altura correcta de izaje, para evitar que durante el desplazamiento la base de la celda colisione con los ánodos-cátodos o con las barandas al inicio de la fila

En el inicio de la fila se debe utilizar la grúa de transferencia para lograr ubicar la celda en la zona de transferencia.

Las placas de conexión deben mantenerse hasta el retiro de la celda a la zona de transferencia. La capacidad del puente colgante es de 15 t.

**Figura 30: Descenso de la grúa para el retiro de la celda electrolítica**

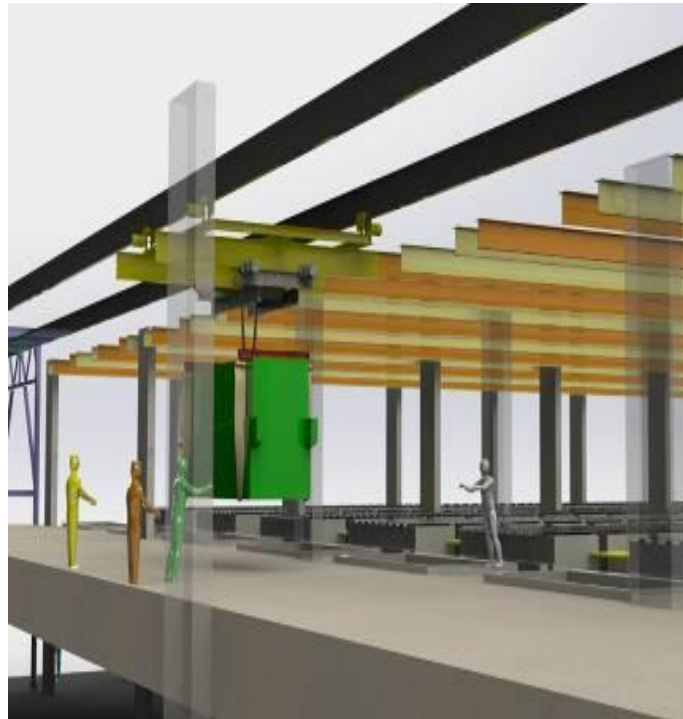


**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.25 Traslado de la celda desde la zona de transferencia hasta el primer nivel**

Se realizará utilizando la estructura de transferencia a través de las vigas tarca de la zona de transferencia, el desplazamiento debe ser controlado, evitando así movimientos bruscos previa verificación de posición adecuada para el traslado hasta la zona de transferencia. Se debe considerar la altura correcta de izaje, evitando durante el desplazamiento colisiones de la base de la celda el muro de concreto (Limite de sección 70). La celda se desplazará además por la estructura de extensión, la misma que permitirá descender la celda hasta el primer nivel externo a la sección 70, el área de trabajo deberá estar debidamente señalizado

**Figura 31: Izaje para el retiro de la celda electrolítica**



#### **4.1.3.26 Retiro de celda en el primer nivel**

La celda será colocada en el primer nivel, para luego ser trasladada por NEXA RESOURCES CJM para su posterior demolición. En caso de realizar una descarga temporal en el primer nivel deberá de estar sobre soportes de madera los cuales se colocarán sin exponerse a la carga suspendida y hará uso del gancho metálico para acomodar los tacos de madera debajo de la carga suspendida

**Figura 32: Retiro de la celda descartada**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.3.27 Posición final de celda en el piso**

La posición final de la celda es de acuerdo con la imagen con el objetivo de apilar evitando interferencias y permitir el libre tránsito en el área. Posteriormente la celda será trasladada y demolida para su disposición final a cargo de NEXA CJM.

**Figura 33: Posición de la celda descartada en el piso**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.1.4. Resanado de concreto**

##### **4.1.4.1 Limpieza de apoyos de celdas**

Una vez retirada la celda y con andamios instalados en el primer nivel inferior (sumidero), se procederá a la limpieza del concreto en apoyos, de tal forma que nos permita visualizar de forma general los daños en el soporte de la celda.

Se debe retirar el plomo existente cuidadosamente para su reposición en los apoyos de las nuevas celdas. Se hará uso de herramientas eléctricas los cuales deben de desconectarse al dejar su uso temporal.

**Figura 34: Limpieza de Apoyos de Celdas**



**Fuente: Elaboración propia**

##### **4.1.4.2 Inspección de apoyos de celdas**

Se procederá a retirar el plomo aislante de la zona, después de esto se realizará limpieza superficial quitando así la contaminación que existiera.

#### **4.1.4.3 Resanado de apoyos de celdas (vigas longitudinales)**

Se picará las zonas que se encuentren dañadas hasta encontrar concreto sano, una vez realizado esto, se procederá a la limpieza mecánica haciendo uso de esmeril angular.

Después de realizada la limpieza, para el resanado de los soportes bases de celdas en su superficie se aplicará:

1. Resina Palatal A 430 preparada como imprimante sellándose las porosidades de la superficie
2. Una vez secado el imprimante se aplicará el mortero preparado con cuarzos de malla 1/16" y 1/32 y la resina polimérica antiácida Palatal A 430
3. Para su mejor protección se aplicará dos capas de fibra de vidrio con resinas antiácida Palatal A 430

Durante todo el proceso de resanado, e instalación de los bloques de apoyo, se tendrá en cuenta el nivel final en el que se encontrará la celda de acuerdo con el registro del levantamiento topográfico.

El secado de esta aplicación es de acuerdo con la temperatura ambiente de la zona, si tenemos temperaturas de entre 15°C hasta 22°C el secado se obtendrá el tacto en 01 hora min y su secado completo al 100% será de 06 horas.

El personal estará capacitado en manejo de sustancias químicas, los respectivos recipientes deberán de estar rotulados, la herramienta utilizada para la mezcla de sustancias químicas deberá de estar en buenas condiciones el cual se verificará previo chek list de pre-uso. El personal hará uso del full face y traje tyvek para desarrollar esta actividad

#### **4.1.4.4 Resanado de vigas interceldas**

Durante el desmontaje de la celda antigua, se retiran las vigas interceldas para su evaluación y reparación. Estas vigas serán trasladadas al área designada por NEXA CJM (Patio de Residuos) para su reparación.

Después de realizada la limpieza, para el resanado de los soportes bases de celdas en su superficie se aplicará:

1. Picado manual y limpieza mecánica de las vigas haciendo uso puntas, cobas y esmeril angular, se realizará la limpieza de las vigas hasta encontrar concreto sano libre de contaminantes.
2. Después de realizada la limpieza, para el resanado de estas vigas se aplicará en su superficie la Resina Palatal A 430 preparada como imprimante sellándose las porosidades de la superficie.
3. Una vez secado el imprimante se aplicará el mortero preparado con cuarzos de malla 1/16" y 1/32 y la resina polimérica antiácida Palatal A 430.
4. Para su mejor protección se aplicará dos capas de fibra de resina antiácida Palatal A 430

Durante todo el proceso de resanado se tendrá en cuenta las dimensiones finales de las vigas interceldas para la correcta instalación considerando las secciones diferentes de celdas nuevas y celdas antiguas.

El secado de esta aplicación es de acuerdo con la temperatura ambiente de la zona, si tenemos temperaturas de entre 15°C hasta 22°C el secado se obtendrá al tacto en 01 hora y su secado completo al 100% será de 6 horas.



Para el control del polvo generado en dicha actividad se deberán de realizar pausas. De tal manera que se limpiará las partículas generadas y se volverá a reiniciar con las actividades. Es decir, se realizará el trabajo con tiempos de parada para realizar 7S

#### **4.1.4.5 Instalación de bloques antisísmicos**

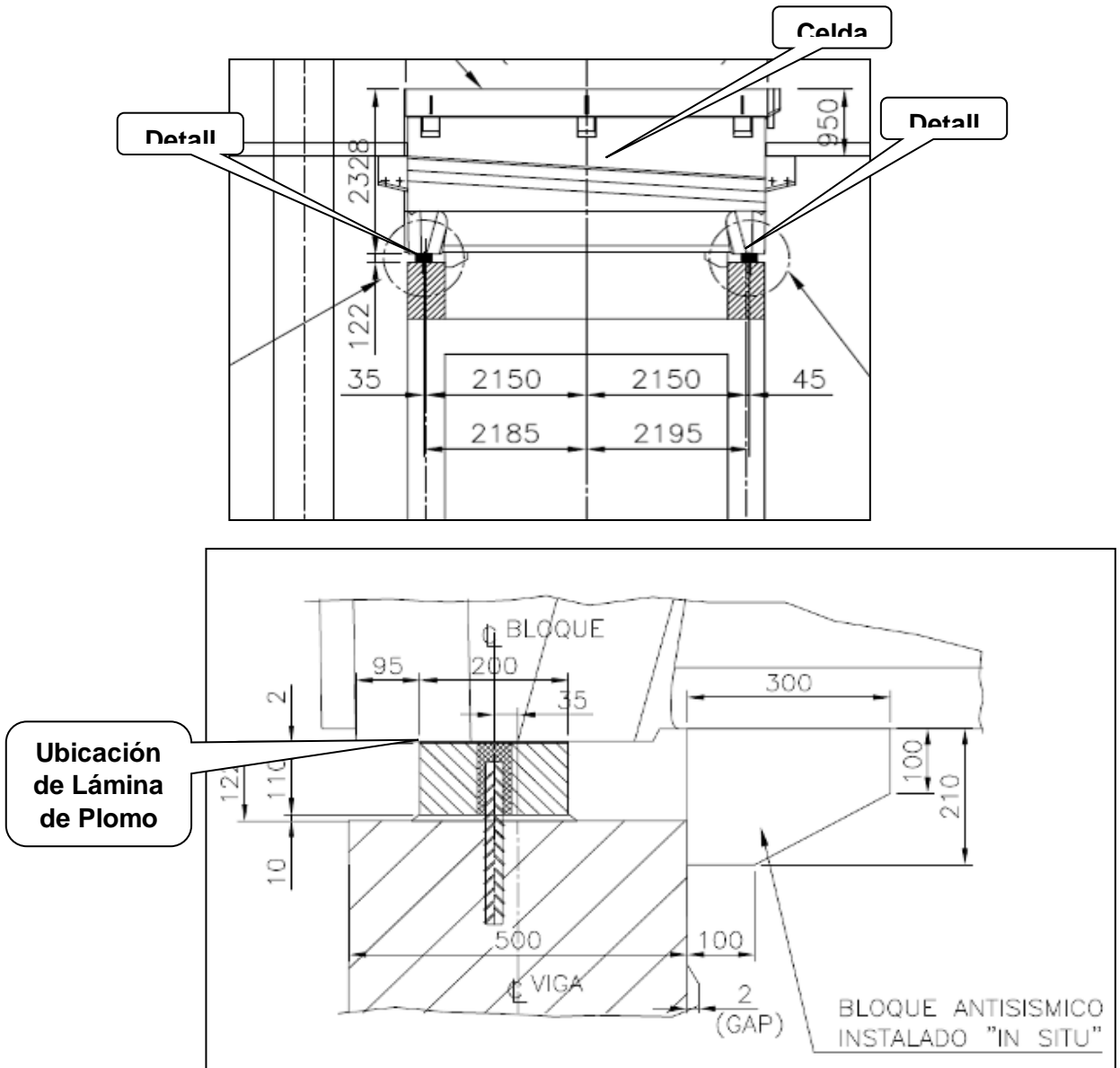
Los trabajos se realizarán sobre la plataforma de andamios armados desde el sumidero que coinciden con la altura del mezanine.

Teniendo la aplicación polimérica se realizará la nivelación topográfica para realizar el pegado de los bloques de apoyo antisísmicos de concreto polimérico (Soportes de la celda). Se procederá a realizar la perforación de 160 mm de profundidad para colocar espigas de fijación de los bloques que soporte de las celdas.

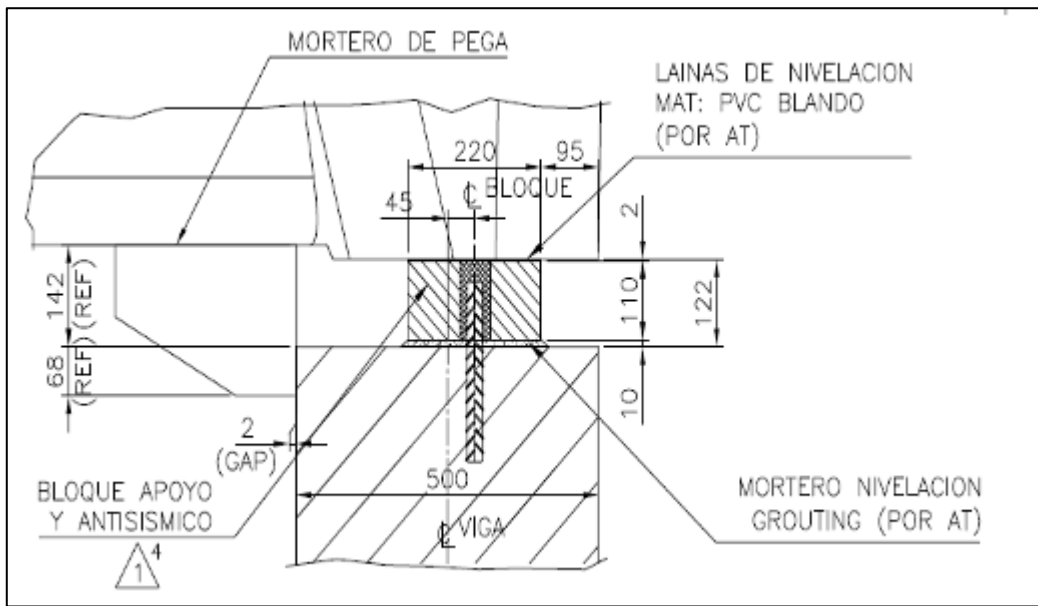
Luego ya fijado los bloques de concreto polimérico y seco toda la aplicación se procederá con el montaje de las celdas nuevas. Para la colocación de la celda, se tomará en cuenta previa verificación topográfica de los niveles del plano (P-700-MBA-4950-01)

Se deberá de contar con las respectivas autorizaciones de la gerencia, uso de musleras, uso de traje antiácido y traje tyvek, autorizaciones para trabajos en altura

Figura 35: Diseño del bloque antisísmico

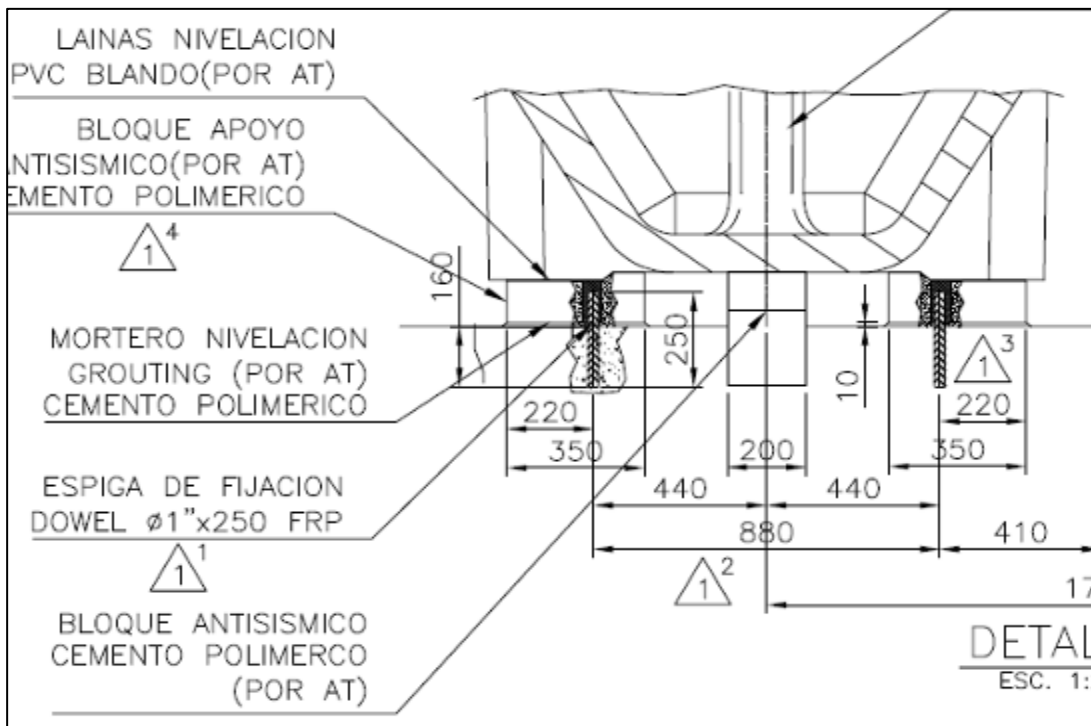


**Figura 37: Detalle Verificación de los complementos de la celda electrolítica**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 38: Detalle Verificación de los bloques antisísmico de la celda electrolítica**



**Fuente: Elaboración propia**

## **4.2. Discusión de resultados.**

### **4.2.1. Instructivo de actividades y prohibiciones durante el cambio de celdas – sección 70**

A todas las actividades propias del cambio de celdas y a todos los trabajadores ejecutor del proyecto cambio de celdas – sección 70.

#### **4.2.1.1. Actividades principales durante el cambio de celdas**

##### **A. Movimiento del marco de cortocircuito**

###### *Trabajos preliminares*

- Traslado de equipos y accesorios de izaje desde el primer nivel hacia el segundo nivel y ubicación referencial.
- Ingreso en la fila a intervenir 02 grúas porta electrodos para el retiro de placas de ánodo y cátodo. (Trabajo ejecutado por NEXA)
- Instalación de equipos y accesorios de izaje en la fila a intervenir.
- Traslado de vigas de concreto reparadas desde el primer nivel hacia el segundo nivel.
- Traslado de aparejo de izaje desde el primer nivel hacia la fila a intervenir.
- Ubicación del aparejo sobre el marco de cortocircuito y aseguramiento.

###### *Movimiento del marco de cortocircuito*

- Bloqueo eléctrico
- Retiro del marco de cortocircuito desde la fila hacia la zona de transferencia.

- Retiro de parrillas de FRP de lados adyacentes a la fila en intervención.
- Retiro de vigas de madera (apoyo del marco de cortocircuito)
- Retiro de plataformas de madera.
- Instalación de vigas de concreto reparadas.
- Retiro de vigas de concreto antiguas.
- Instalación de plataformas de madera.
- Instalación de vigas de madera.
- Instalación de parrillas de FRP.
- Aseguramiento de plataformas de madera y parrillas de FRP.
- Retiro de Electrodo por parte de personal NEXA (Ánodos y Cátodos).
- Alineamiento de barras interceldas y barra aisladora por parte de NEXA.
- Instalación del marco de cortocircuito.
- Retiro del parejo de izaje de la fila hacia la zona de transferencia.
- Ubicación de contactos ánodos y cátodos sobre el marco de cortocircuito por parte de NEXA.
- Instalación de tapas de madera en las celdas adyacentes a la que se va retirar.
- Traslado del aparejo del marco de cortocircuito hacia el primer nivel.
- Traslado de vigas de concreto antiguas hacia el primer nivel.

### **Prohibiciones**

A. Se prohíbe lo siguiente:

- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el check list de los equipos y accesorios de izaje los cuales deben ser validados por el supervisor.

- Se prohíbe realizar trabajos en el andamio si éste no cuenta con el check list validado por NEXA (tarjeta verde) y el personal debe contar con la evaluación médica para trabajo en altura.
- Se prohíbe realizar trabajos sin contar con el check list de los equipos y accesorios de izaje los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra presente físicamente el supervisor de operaciones y el supervisor de seguridad.
- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra delimitado y/o señalizado el área de trabajo.
- Se prohíbe que los venteros lleven la cuerda suelta o ligera, debiendo siempre mantener estable la carga.
- Se prohíbe iniciar los trabajos de movimiento del marco de cortocircuito si no ha realizado el procedimiento de bloqueo.
- Se prohíbe exponer parcial o totalmente la integridad de cualquier trabajador bajo una carga suspendida y la línea de acción de esta.
- Se prohíbe pasar de la plataforma de FRP a la plataforma del andamio sin contar con una escalera.
- Se prohíbe a todo el personal realizar trabajos fuera de la plataforma del andamio instalado en el mezanine (pasar por encima de las vigas de concreto).
- Se prohíbe realizar actividades de riesgo de caída sin el uso del arnés de seguridad y verificar el punto de anclaje.
- Se prohíbe trabajos en la zona de mezanine y sumidero ante la presencia de reboce, fugas y/o salpicadura de electrolito en líneas de alimentación.

- Se prohíbe el ingreso y/o acercamiento a todo el personal, a zona de Bus Bar en área de mezanine.

## **B. Desmontaje de celda antigua**

- Verificar que la celda a retirar se encuentre limpia y seca (humedad mínima)
- Corte de paraliner en las bases.
- Perforación de bases para liberación de celda antigua.
- Instalación del aparejo de izaje en la celda antigua.
- Izaje y traslado de celda antigua hasta el primer nivel.
- Corte y retiro de placas de plomo de las bases de apoyo.
- Demolición de bases de concreto y corte de placa de acero.

### **Prohibiciones**

Se prohíbe lo siguiente:

- Se prohíbe realizar los trabajos de retiro de celda si esta se encuentra con solución electrolítica.
- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el check list de los equipos y accesorios de izaje los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe realizar trabajos en el andamio si éste no cuenta con el check list validado por NEXA (tarjeta verde) y el personal debe contar con la evaluación médica para trabajo en altura.
- Se prohíbe realizar trabajos en caliente si no se cuenta con el permiso validado por NEXA.

- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el check list de las herramientas manuales y eléctricas los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra presente físicamente el supervisor de operaciones y el supervisor de seguridad.
- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra delimitado y/o señalizado el área de trabajo.
- Se prohíbe que los venteros lleven la cuerda suelta o ligera, debiendo siempre mantener estable la carga.
- Se prohíbe exponer parcial o totalmente la integridad de cualquier trabajador bajo una carga suspendida y la línea de acción de esta.
- Se prohíbe realizar actividades de riesgo de caída sin el uso del arnés de seguridad y verificar el punto de anclaje.
- Se prohíbe trabajos en la zona de mezanine y sumidero ante la presencia de reboce, fugas y/o salpicadura de electrolito en líneas de alimentación.
- Se prohíbe el ingreso y/o acercamiento a todo el personal, a zona de Bus Bar en área de mezanine.

### **C. Resanado polimérico**

- Limpieza mecánica de las vigas de concreto.
- Imprimación de resina y fibra sobre las vigas de concreto.
- Perforación en vigas de concreto para espiga de anclaje de las 04 bases de apoyo.



- Instalación de mortero para las 04 bases de apoyo.
- Pintado con resina a toda la viga de concreto.
- Instalación de las 04 bases de apoyo.
- Nivelación de bases de apoyo.
- Secado de resina

### **Prohibiciones**

Se prohíbe lo siguiente:

- Se prohíbe realizar trabajos en el andamio si éste no cuenta con el Check list validado por NEXA (tarjeta verde) y el personal debe contar con la evaluación médica para trabajo en altura.
- Se prohíbe realizar trabajos en caliente si no se cuenta con el permiso validado por NEXA.
- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el Check list de las herramientas manuales y eléctricas los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe exponer parcial o totalmente la integridad de cualquier trabajador bajo una carga suspendida y la línea de acción de esta.
- Se prohíbe realizar actividades de riesgo de caída sin el uso del arnés de seguridad y verificar el punto de anclaje.
- Se prohíbe trabajos en la zona de mezanine y sumidero ante la presencia de reboce, fugas y/o salpicadura de electrolito en líneas de alimentación.
- Se prohíbe el ingreso y/o acercamiento a todo el personal, a zona de Bus Bar en área de mezanine.

#### **D. Instalación de celda nueva**

- Comprobación de niveles finales en las bases de apoyo.
- Instalación de aparejo en la celda nueva – Primer nivel
- Izaje y traslado de celda nueva desde el primer nivel hacia el segundo nivel – zona de transferencia.
- Izaje y traslado de la celda nueva desde la zona de transferencia hacia la fila (ubicación de la celda)
- Nivelación de celda nueva en suposición final.
- Alineamiento de la celda nueva en suposición final.
- Conformidad de alineamiento y nivelación por NEXA.
- Instalación de bloques antisísmicos.

#### **Prohibiciones**

Se prohíbe lo siguiente:

- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el Check list de los equipos y accesorios de izaje los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe realizar trabajos en el andamio si éste no cuenta con el Check list validado por NEXA (tarjeta verde) y el personal debe contar con la evaluación médica para trabajo en altura.
- Se prohíbe realizar trabajos en caliente si no se cuenta con el permiso validado por NEXA.
- Se prohíbe realizar las labores sin contar con el Check list de las herramientas manuales y eléctricas los cuales deben ser validados por el supervisor.
- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra presente físicamente el supervisor de operaciones y el supervisor de seguridad.

- Se prohíbe izar y trasladar cargas si no se encuentra delimitado y/o señalizado el área de trabajo.
- Se prohíbe que los venteros lleven la cuerda suelta o ligera, debiendo siempre mantener estable la carga.
- Se prohíbe exponer parcial o totalmente la integridad de cualquier trabajador bajo una carga suspendida y la línea de acción de esta.
- Se prohíbe realizar actividades de riesgo de caída sin el uso del arnés de seguridad y verificar el punto de anclaje.
- Se prohíbe trabajos en la zona de mezanine y sumidero ante la presencia de reboce, fugas y/o salpicadura de electrolito en líneas de alimentación.
- Se prohíbe el ingreso y/o acercamiento a todo el personal, a zona de Bus Bar en área de mezanine.

## CONCLUSIONES

1. El trabajo de investigación se inició con la redacción del procedimiento escrito de trabajo seguro con la finalidad de evitar accidentes involuntarios al momento de realizar el cambio de celda electrolítica.
2. Se hizo un análisis del lugar donde se debe de llevar a cabo el reemplazo de la celda electrolítica, conforme a la estructura e instalaciones eléctricas.
3. Se ha tomado en cuenta que el uso de los EPPs, maniobra de equipos, uso de herramientas para poder llevar a cabo el reemplazo de la celda electrolítica. En la discusión de resultados se refleja las actividades principales.
4. El reemplazo de la celda electrolítica se llevó a cabo sin ningún problema que lamentar ya que se ha realizado la inducción a los trabajadores nombrados y contratados y se hizo el seguimiento para que se cumpla el procedimiento.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se debe de tomar en cuenta que en la Refinería de Cajamarquilla tiene varias celdas electrolíticas que puedan ser reemplazadas más adelante, esperemos que estos procedimientos se vuelvan a emplear y la aplicación tendría que ser muy rigurosa.
2. En necesario que las empresas de refinería y otras deben de redactar sus procedimientos escritos de trabajo para evitar los accidentes humanos y de parte de los equipos y maquinarias.
3. Se debe de hacer inducción todos los días antes de iniciar los trabajos para dar a conocer, que cumplir con los procedimientos es para su bien y la de su familia y después del trabajo para agradecer por el cumplimiento y que el trabajador es la persona más importante en el reemplazo de la celda electrolítica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. (isotools.pe, I. 4.–S. (2018). ISO 45001:2018 – Sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. (isotools.pe
2. Canaán Ricardo, 2. p. (2010). MEXICO: P 65 Electrodialytic tratment of aqueous solutions containing aminoacid. US Patent 5.049.250
3. Dolores, R. G. (2019). Procedimiento de trabajo seguro . 25: P .
4. López, T. (2016). PROPUESTA DE MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN ELECTROLISIS - METALURGIA. LIMA: LIMA.
5. Pagliero, D. (1999). Twidwell L. G. (1989). Electrometallurgy Unit processes in Extractive Metallurgy National Science Foundation 6. Pagliero (1989). Electroquímica para metalurgia. Universidad de Concepción. Curso Panamericano de Metalurgia.
6. Sampieri, H. (2015). DISEÑOS DE INVESTIFACION . P: 55.
7. Taylor y Bogdan, 1. (1984). ENFOQUE FILOSOFICO EPISTEMICO . LIMA: LIMA.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chlanda F. (1991). Electrodialytic treatment of aqueous solutions containing aminoacid. US Patent 5.049.250.
2. Bockris J. y Reddy A. (1979). Electroquímica Moderna. Vol. 1 y Vol. 2. Editorial Reverte, España.
3. Chaussard J. (1990). Electrosynthesis from lab. to pilot, to production. The Electrosynthesis Company. P.O. BOX 430, East Amherst, New York, 14051.
4. Ochoa José (1996). Electrosíntesis y Electrodiálisis, Fundamentos y aplicaciones tecnológicas. Ed. Mc Graw-Hill, Madrid, 340 pp.
5. Twidwell L. G. (1989). Electrometallurgy Unit processes in Extractive Metallurgy National Science Foundation 6. Pagliero (1989). Electroquímica para metalurgia. Universidad de Concepción. Curso Panamericano de Metalurgia.

# **ANEXOS**



## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

- **FORMATOS QUE SE UTILIZARON EN EL DESARROLLO DEL PETS. (PROCEDIMIENTO ESCRITO TRABAJO SEGURO)**

### FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PETS

LOGO EMPRESA	NOMBRE DEL PETS		UNIDAD MINERA
	Área:	Versión:	
	Código:	Página:	

1. PERSONAL
  - 1.1
  - 1.2
2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
  - 2.1
  - 2.2
3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES.
  - 3.1
  - 3.2
4. PROCEDIMIENTO
  - 4.1
  - 4.2
5. RESTRICCIONES
  - 5.1
  - 5.2

PREPARADO POR	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
SUPERVISOR DEL ÁREA	GERENTE DEL ÁREA	GERENTE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENTE DE OPERACIONES
FECHA DE ELABORACIÓN:			FECHA DE APROBACIÓN:



OPT OBSERVACION PLANEADA DE LA TAAREA

# OPT

**FORMATO PARA OBSERVACIÓN PLANEADA DE LA TAREA.**

1. INFORMACIÓN GENERAL				
	Área:		Fecha:	
Trabajador Observado:			DNI:	
			Turno:	
Procedimiento Operacional Observado:			Código:	
			Revisión:	
Observador:			DNI:	
			Turno:	
2. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PETS				
Verifique el cumplimiento siguiendo los pasos descritos en el PETS (incluyendo condiciones de HSEQ y condiciones Previas). Describa en detalle los pasos que se deberán modificar.				
Ítem	Dice	Debe decir		
3. VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL PETS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	N C	Observación
3.1	El PETS está actualizado? (Verificar si existe incoherencia entre la forma como se ejecuta en campo y el descrito en el PETS)			
3.2	El PETS conduce a los resultados esperados? (Verificar que los resultados indicados en los registros de control (DD´s) y en los instrumentos y/o equipos de medición coinciden con los estipulados en el PETS)			
3.3	El PETS está alineado a la PP (Padrón de procesos)? (Verificar que los limites de especificación de las variables indicadas en la PETS coincidan con el indicado en la PP)			
3.4	El PO es fácil de entender? (El lenguaje es claro y sencillo para el trabajador)			

3.5	El PETS está conservado y es legible (Solo aplica si se mantiene PETS en físico)?			
3.6	El PETS está ubicado en un lugar de fácil acceso para la consulta (Solo aplica si se mantiene PETS en físico)?			
3.7	El Trabajador es capaz de acceder al PETS? (Verificar si el trabajador sabe que debe de solicitar una copia de su PETS en caso ésta se deteriore y a quien lo debe de solicitar).			
3.8	El PETS establece claramente las responsabilidades? (Establecimiento de qué debe hacerse, por quién o por que función de Stork Nexa)			
3.9	El ETS establece claramente cada paso de la actividad? (Establecimiento del cuándo, dónde y cómo para cada tarea)			

#### 4. VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO DEL PETS

ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	N C	Observación
4.1	El trabajador realiza la actividad conforme a lo descrito en el PETS?			
4.2	El trabajador conoce los parámetros del proceso, los desvíos y las acciones a realizar en caso se presenten?			
4.3	El trabajador es consciente de los impactos ocasionados en el proceso siguiente?			
4.4	El trabajador registra correctamente los resultados de las variables que controla en los registros físicos y/o electrónicos?			
4.5	El trabajador registra en los registros los desvíos y las acciones realizadas?			

#### 5. VERIFICACIÓN DE LA ADECUACIÓN DE RECURSOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	N C	Observación
5.1	Todas las herramientas, equipos, materiales e insumos necesarios están disponibles?			
5.2	Todos los equipos de comunicación (Teléfono, celular, e-mail y/u otros) necesarios están disponibles?			
5.3	Todos los EPP's necesarios para la ejecución de la tarea están disponibles y conservados?			

#### 6. OTROS CONOCIMIENTOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	N C	Observación
6.1	¿El trabajador conoce y aplica la Política de Gestión Integrada? (Observar la conducta del trabajador durante la ejecución de la tarea). Ejemplo: Uso de EPP, prevención de accidentes ocupacionales y ambientales.			

#### 7. ACCIONES A SER TOMADAS

Ítem	Qué	Responsable	Cuándo

### 8. CALIFICACIÓN DEL OBSERVADO

<b>NOTA FINAL</b>

<b>Escalas de Notas</b>	<b>1pto</b>	No cumple el PO (Realiza las actividades de forma diferente al PO, no conoce los límites de especificación y no trabaja con seguridad).
	<b>2pts</b>	Cumple el PO de forma parcial (Obvia algunas actividades descritas en el PO, conoce parcialmente los límites de especificación y no cumple en su totalidad las disposiciones de seguridad).
	<b>3pts</b>	Cumple el PO (Realiza las actividades del PO con destreza, conoce los límites de especificación en su totalidad y trabaja con seguridad)
	<b>4pts</b>	Cumple el PO siendo además capaz de enseñar a otros y sugerir mejoras (Realiza las actividades de la PO con destreza, conoce los límites de especificación en su totalidad y trabaja con seguridad)

### 9. FIRMAS

	OBSERVADOR	TRABAJADOR OBSERVADO
<b>FIRMA:</b>		
<b>NOMBRE:</b>		

### 10. ANEXOS

