

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e
instrumentos en la planta de óxidos de la unidad
minera Marcobre - Nasca**

Jose Luis Arrieta Garcia

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Carlos Quispe Anccasi
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 5 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de Óxidos de la Unidad Minera Marcobre - Nasca

Autor:

JOSE LUIS ARRIETA GARCIA – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 10
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Continental, por ser mi casa de estudios, que me ha brindado la formación académica y profesional. A los ingenieros de la Facultad de Ingeniería, por proporcionarme los conocimientos necesarios en toda mi formación académica.

DEDICATORIA

A mi familia, quienes con todo el apoyo brindado me dieron la fortaleza para terminar la carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vi |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| LISTA DE TABLAS | xi |
| RESUMEN | xiii |
| INTRODUCCIÓN | xiv |
| CAPÍTULO I..... | 16 |
| ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA | 16 |
| 1.1. Datos generales..... | 16 |
| 1.2. Actividades principales | 16 |
| 1.3. Reseña histórica | 17 |
| 1.4. Organigrama | 18 |
| 1.5. Visión y misión | 19 |
| 1.5.1. Visión..... | 19 |
| 1.5.2. Misión..... | 19 |
| 1.6. Bases legales y documentos administrativos..... | 19 |
| 1.7. Descripción del área donde se realizan las actividades profesionales..... | 20 |
| 1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller | 20 |
| CAPÍTULO II..... | 22 |
| ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES..... | 22 |
| 2.1. Diagnóstico situacional | 22 |
| 2.2. Identificación de oportunidades o necesidades en el área de actividades | 24 |
| 2.3. Objetivos de la actividad profesional | 25 |
| 2.3.1. Objetivo general | 25 |
| 2.3.2. Objetivos específicos..... | 25 |
| 2.4. Justificación de la actividad profesional | 25 |
| 2.5. Resultados esperados..... | 26 |
| CAPÍTULO III..... | 27 |
| MARCO TEÓRICO | 27 |
| 3.1. Bases teóricas de las metodologías..... | 27 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.1.1. | Mantenimiento..... | 27 |
| 3.1.1.1. | Funciones del mantenimiento..... | 27 |
| 3.1.1.2. | Tipos de mantenimiento..... | 28 |
| 3.1.2. | Mantenimiento en plantas mineras..... | 32 |
| 3.1.3. | Planificación..... | 32 |
| 3.1.3.1. | Concepto..... | 32 |
| 3.1.3.2. | Procedimientos..... | 33 |
| 3.1.3.3. | Programas..... | 33 |
| 3.1.3.4. | Presupuestos..... | 34 |
| 3.1.4. | Ejecución..... | 34 |
| 3.1.5. | Control..... | 35 |
| 3.1.5.1. | Indicadores de carga de trabajo..... | 36 |
| 3.1.5.2. | Indicadores de planeación..... | 37 |
| 3.1.5.3. | Indicadores de productividad..... | 37 |
| 3.1.5.4. | Indicadores de costos..... | 38 |
| CAPÍTULO IV..... | | 39 |
| DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES..... | | 39 |
| 4.1. | Descripción de actividades profesionales..... | 39 |
| 4.1.1. | Planificación de actividades..... | 39 |
| 4.1.2. | Desarrollo, ejecución del mantenimiento..... | 39 |
| 4.1.3. | Enfoque de las actividades profesionales..... | 40 |
| 4.1.4. | Alcance de las actividades profesionales..... | 40 |
| 4.1.5. | Entregables de las actividades profesionales..... | 40 |
| 4.2. | Aspectos técnicos de la actividad profesional..... | 41 |
| 4.2.1. | Metodologías..... | 41 |
| 4.2.2. | Técnicas..... | 41 |
| 4.2.2.1. | Técnica de planificación..... | 41 |
| 4.2.2.2. | Técnica de observación..... | 41 |
| 4.2.2.3. | Técnica de capacitación..... | 42 |
| 4.2.3. | Instrumentos..... | 42 |
| 4.3. | Desarrollo de las actividades profesionales..... | 43 |
| 4.3.1. | Planificación del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos..... | 45 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.3.1.1. | Cronograma de actividades..... | 45 |
| 4.3.1.2. | Recursos | 46 |
| 4.3.1.3. | Estrategia de desarrollo de mantenimiento | 53 |
| 4.3.1.4. | Diagrama Gantt de actividades | 54 |
| 4.3.1.5. | ManPower | 54 |
| 4.3.2. | Desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos | 57 |
| 4.3.2.1. | Chancado primario | 61 |
| 4.3.2.2. | Chancado secundario..... | 63 |
| 4.3.2.3. | Chancado terciario..... | 65 |
| 4.3.2.4. | Carga de bateas | 66 |
| 4.3.2.5. | Lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición | 68 |
| 4.3.2.6. | Ripios..... | 70 |
| CAPÍTULO V | | 73 |
| RESULTADOS..... | | 73 |
| 5.1. | Resultados finales de las actividades realizadas | 73 |
| 5.1.1. | Resultados del mantenimiento en chancado primario | 75 |
| 5.1.2. | Resultados del mantenimiento en chancado secundario | 76 |
| 5.1.3. | Resultados del mantenimiento en chancado terciario | 76 |
| 5.1.4. | Resultados del mantenimiento en carga de bateas..... | 77 |
| 5.1.5. | Resultados del mantenimiento en lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición..... | 77 |
| 5.1.6. | Resultados del mantenimiento en ripios | 78 |
| 5.2. | Logros alcanzados | 78 |
| 5.3. | Dificultades encontradas | 80 |
| 5.4. | Planteamiento de mejoras..... | 80 |
| 5.5. | Aporte del bachiller en la empresa | 81 |
| 5.5.1. | En el aspecto cognoscitivo..... | 81 |
| 5.5.2. | En el aspecto procedimental | 81 |
| 5.5.3. | En el aspecto actitudinal | 82 |
| CONCLUSIONES..... | | 83 |
| RECOMENDACIONES..... | | 84 |
| REFERENCIAS | | 85 |

ANEXOS 86

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Organigrama de la empresa Mainin dentro de la unidad minera Marcobre | 18 |
| Figura 2. Descripción geográfica – unidad minera Marcobre | 23 |
| Figura 3. Planta de óxidos en la unidad minera Marcobre | 24 |
| Figura 4. Exposición del plan de mantenimiento..... | 41 |
| Figura 5. Toma de datos de parámetros de equipos | 42 |
| Figura 6. Capacitación a personal administrativo y operativo..... | 42 |
| Figura 7. Flujograma del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos de la planta de óxidos | 44 |
| Figura 8. Histograma de personal requerido para el desarrollo del mantenimiento preventivo | 49 |
| Figura 9. Flujo grama de la planta de óxidos | 60 |
| Figura 10. Flujograma de chancado primario..... | 61 |
| Figura 11. Mantenimiento de motor eléctrico de chancadora 3111-CR-301 | 63 |
| Figura 12. Flujograma de chancado secundario | 64 |
| Figura 13. Mantenimiento de motor eléctrico e instrumento de ruptura de faja en 3131-FE-304, mantenimiento de sensor de nivel de 3131-BN-304 | 65 |
| Figura 14. Flujograma de chancado terciario | 65 |
| Figura 15. Inspección, reparación de empalmes en cables planos..... | 66 |
| Figura 16. Flujograma de carga de bateas | 67 |
| Figura 17. Mantenimiento de instrumentos en tambor de pretratamiento 3211-SB-301 | 68 |
| Figura 18. Flujograma de las áreas de lixiviación, clarificador, extracción de solventes y electrodeposición | 69 |
| Figura 19. Mantenimiento de válvula y sensores en clarificador | 70 |
| Figura 20. Flujograma del área de ripios..... | 71 |
| Figura 21. Mantenimiento de instrumentos en faja 332-CV-321 | 72 |
| Figura 22. Curva «S» del programa de mantenimiento preventivo | 80 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Cronograma de planificación y desarrollo de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos | 46 |
| Tabla 2. Cantidad de personal requerida por especialidades | 47 |
| Tabla 3. Cantidad de personal por especialidades y días de permanencia durante el desarrollo del mantenimiento preventivo | 48 |
| Tabla 4. Cronograma de movilización de personal..... | 49 |
| Tabla 5. Cronograma de desmovilización | 50 |
| Tabla 6. Lista de equipos necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos | 50 |
| Tabla 7. Lista de herramientas necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos | 51 |
| Tabla 8. Lista de consumibles necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos | 52 |
| Tabla 9. Movilidad asignada para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos. | 53 |
| Tabla 10. Estrategia de desarrollo del mantenimiento preventivo en la planta de óxidos..... | 54 |
| Tabla 11. Diagrama de Gantt de actividades | 54 |
| Tabla 12. ManPower para el área de chancado primario | 55 |
| Tabla 13. ManPower para el área de chancado secundario | 56 |
| Tabla 14. ManPower para el área de chancado terciario..... | 56 |
| Tabla 15. ManPower para el área de carga de bateas..... | 56 |
| Tabla 16. ManPower para las áreas de lixiviación, clarificación, electrodeposición..... | 57 |
| Tabla 17. ManPower para el área de ripios | 57 |
| Tabla 18. Lista de procedimientos necesarios para desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo | 58 |
| Tabla 19. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado primario | 62 |
| Tabla 20. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado secundario.... | 64 |
| Tabla 21. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado terciario..... | 66 |
| Tabla 22. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de carga de bateas | 67 |
| Tabla 23. Equipos programados para mantenimiento dentro de las áreas de lixiviación, clarificador, extracción de solventes y electrodeposición | 70 |
| Tabla 24. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de ripios | 71 |
| Tabla 25. Resultados del mantenimiento en chancado primario, ISP 1.00 | 75 |

| | |
|--|----|
| Tabla 26. Resultados del mantenimiento en chancado secundario, ISP 1.00..... | 76 |
| Tabla 27. Resultados del mantenimiento en chancado terciario, ISP 1.00..... | 76 |
| Tabla 28. Resultados del mantenimiento en carga de bateas, ISP 0.99..... | 77 |
| Tabla 29. Resultados del mantenimiento en lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición, ISP 1.00 | 77 |
| Tabla 30. Resultados del mantenimiento en ripios, ISP 0.95 | 78 |
| Tabla 31. Resumen de cumplimiento de actividades por áreas pertenecientes a planta de óxidos. | 79 |

RESUMEN

La actividad minera es una de los principales motores de la economía nacional y cuya operatividad debe garantizarse de forma permanente, por tanto, las instalaciones y equipos deben encontrarse en condiciones adecuadas; el mantenimiento de las instalaciones y equipos requieren de personal altamente capacitado, además se debe contar con una excelente planificación de las actividades para desarrollarse de manera eficiente. El informe evidencia los planes, estrategias y procedimientos para el desarrollo del mantenimiento preventivo a equipos eléctricos e instrumentos dentro de planta de óxidos de la unidad minera Marcobre. El mantenimiento se desarrolló en nueve áreas (chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios), con el objetivo de garantizar la disponibilidad operativa a partir de los resultados obtenidos. Para el desarrollo del mantenimiento, se inició elaborando la planificación del servicio, identificando los recursos, maquinarias, herramientas, equipos, entre otros; se elaboró una estrategia de mantenimiento donde se hace un estricto seguimiento con el fin de tener controlado todos los puntos por desarrollar. La etapa de la planificación contempla el inicio, desarrollo y cierre del servicio, una vez realizada la planificación se desarrollan las actividades de mantenimiento preventivo, esta etapa se realiza conforme con lo planificado, las actividades se desarrollan de acuerdo a lo indicado en el Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS), toda actividad cuenta con un PETS específico donde explica a detalle el proceso de desarrollo seguro de la actividad; cumpliendo con lo planificado y lo indicado en los PETS todas las actividades se desarrollaron con calidad y seguridad. Con la planificación y método de desarrollo de actividades se alcanzó un 99 % de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, de esta forma se asegura una alta disponibilidad de los equipos eléctricos e instrumentos dentro de la planta de óxidos.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional da a conocer los resultados que se han alcanzado en las actividades de mantenimiento y planificación en el desarrollo y ejecución del mantenimiento preventivo a equipos eléctricos e instrumentos, actividades realizadas para la empresa privada Mantenimiento e Ingeniería Industrial S. R. L. dentro de la unidad minera Marcobre, lugar donde se desarrolló y aplicó los conocimientos obtenidos durante el tiempo que realicé mis estudios en la carrera profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental, Huancayo.

Pude precisar que el propósito del mantenimiento preventivo es encontrar y reparar pequeños problemas antes de que puedan provocar paradas inesperadas de equipos. El mantenimiento preventivo se puede definir como una lista completa de actividades, que son elaboradas por personal usuario, operadores encargados de realizar el mantenimiento para que, de esa forma, se pueda asegurar la operatividad de la planta, máquinas, equipos, etc.

Esto asegura que las máquinas, equipos, entre otros operen en condiciones de seguridad adecuadas, ya que se conoce su estado y niveles de uso, reduciendo el tiempo de inactividad, el inventario y por ende los costos.

Es de vital importancia y como primer objetivo se debe conocer los resultados obtenidos del mantenimiento a equipos e instrumentos dentro de la planta de óxidos, estos resultados permitirán detectar posibles fallas antes de que ocurran o puedan aumentar el grado de dificultad al momento de reparar ciertos equipos, reducir la frecuencia de mantenimientos correctivos, aumentar la vida útil de los equipos e instrumentos, reducir costos con reparaciones en las diferentes área como son: chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios.

En el capítulo I se encuentran los datos generales de la empresa, actividades principales, reseña histórica, organigrama, visión y misión.

En el capítulo II se encuentran los aspectos generales de las actividades profesionales, mención del diagnóstico situacional, descripción del área de influencia, reconocimiento de las oportunidades, principales objetivos y resultados esperados.

En el capítulo III se encuentra el marco teórico y comprende la metodología de ejecución de la actividad profesional.

En el capítulo IV se describe la actividad profesional, mostrando las estrategias, plan y procedimiento de ejecución y desarrollo de las actividades profesionales.

En el capítulo V se encuentran los resultados, logros y experiencias ganadas a partir del desarrollo de las actividades profesionales donde se brinda aportes significativos para la empresa.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Datos generales

Razón social: Mantenimiento e Ingeniería Industrial S. R. L.

Nombre comercial: Mainin S. R. L.

Número de RUC: 20529648147

Dirección legal: cal. Mateo Alonzo N.º 155, fundo La Calera de la Merced, San Borja, Lima.

E-mail: mainin@mainin.com.pe

Sitio web: <http://mainin.com.pe>

1.2. Actividades principales

Mantenimiento e Ingeniería Industrial S. R. L. (Mainin) cuenta con contratos en las unidades mineras como Chinalco, Marcobre, Antapacay, La Zanja, Coimolache y la planta procesadora industrial Río Seco. Las actividades principales son las de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos eléctricos e instrumentos, las actividades de mantenimiento de motores eléctricos de baja y media tensión, variadores de frecuencia de baja y media tensión, tableros de control, tableros de distribución, centro de control de motores (CCM), arrancadores *Soft Starter*, instrumentos de presión, temperatura, caudal nivel, pH, densidad, instrumentos de posición, *pull cord*, electroválvulas, contraste y calibración de instrumentos, son algunos que se pueden mencionar; Mainin también desarrolla actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos mecánicos en planta concentradora y planta de óxidos, procesos que son conocidos como flotación y lixiviación respectivamente, el mantenimiento de equipos mecánicos pertenece a las

áreas de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, molienda, flotación, espesadores, filtros, zarandas, bateas y electrodeposición. Mainin también da mantenibilidad a equipos electromecánicos mayores y auxiliares dentro del área de *Truck Shop* perteneciente al área de mantenimiento de mina.

1.3. Reseña histórica

La empresa privada Mantenimiento e Ingeniería Industrial S. R. L. (Mainin), brinda soluciones y servicios innovadores desde el 7 de enero del 2012, la empresa fue fundada en la ciudad de Cajamarca, atendiendo en primera instancia a mineras locales, el éxito obtenido le permitió expandir rápidamente sus servicios hacia otras ciudades del Perú, llegando a consolidarse en la ciudad de Lima donde, en la actualidad, es la sede principal. Mainin cuenta con el mejor equipo humano calificado y certificado, proveedores exclusivos de gran distinción que aseguran todos los recursos para realizar trabajos de calidad, cualidad que permitió ser partícipe de los proyectos de minería más importantes del Perú tales como Chinalco, Marcobre, Antapacay, La Zanja, Coimolache y la planta procesadora industrial Río Seco. La empresa trabaja con los más altos estándares de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social con la finalidad de asegurar el bienestar de sus colaboradores y el entorno donde tiene presencia.

1.4. Organigrama

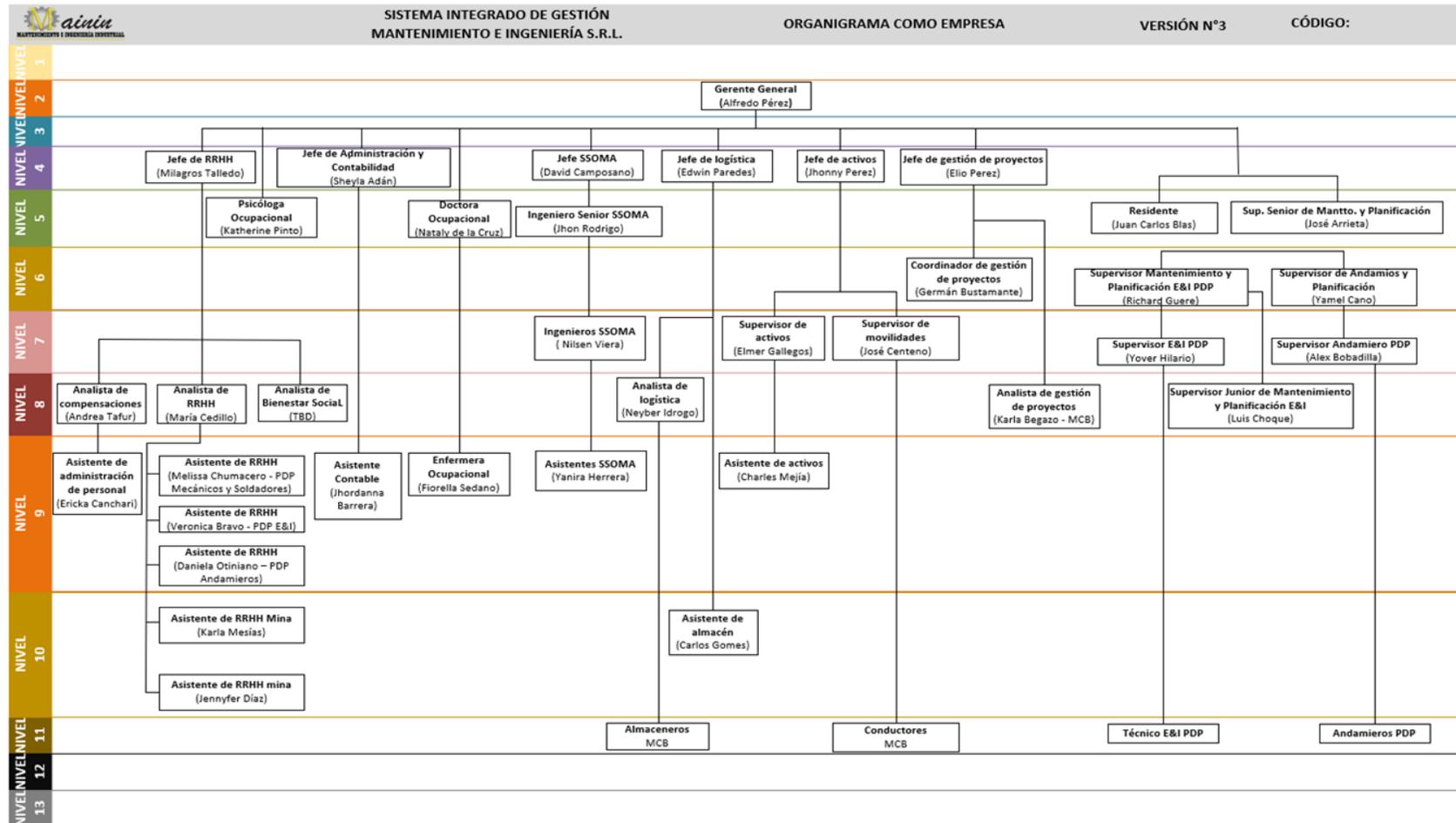


Figura 1. Organigrama de la empresa Mainin dentro de la unidad minera Marcobre

1.5. Visión y misión

1.5.1. Visión

Para el 2025, ser la principal empresa peruana en gestión de mantenimiento integral de plantas de gran minería. Diferenciados por nuestro impulso para ofrecer resultados exitosos con calidad y seguridad.

1.5.2. Misión

Somos aliados estratégicos de nuestros clientes para crear un impacto positivo y duradero en sus operaciones, mediante la prestación de servicios de mantenimiento integral de plantas mineras, comisionamiento y construcción de proyectos electromecánicos/civiles. Diferenciados por la calidad de nuestra gente y caracterizados por exceder las expectativas de nuestros clientes.

1.6. Bases legales y documentos administrativos

Dentro de las bases legales reguladoras, normativas, registros y documentos administrativos la empresa cuenta con las siguientes:

- Ley 29783 Seguridad y Salud en el Trabajo
- Reglamento de la ley 29783 DS 005 2012 TR
- DS 024–2016–EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y sus modificatorias. DS 023 2017 MEM Capítulo X Art. 364
- Reglamento Interno de seguridad y Salud Ocupacional Mainin
- RM 111 2013 MEM Reglamento de seguridad y salud en el trabajo con electricidad
- NFPA 70E Seguridad eléctrica
- IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers
- FO-GG-01, Política de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- FO-GG-02, Política de negativa a realizar un trabajo inseguro
- FO-GG-03, Política de alcohol y drogas
- FO-GG-04, Política disciplinaria
- FO-GG-05, Política de responsabilidad social
- FO-GG-06, Política de fatiga y somnolencia
- FO-GG-07, Política de cumplimiento
- POL-SSO-003, Política de Examen Médico Ocupacional para *vendors* y expatriados
- POL-SSO-004, Política de Higiene y Salud Ocupacional
- POL-SSO-005, Política de Gestión de Cambio
- POL-SSO-006, Política de Tolerancia Cero en Seguridad

- POL-SSO-007, Política de Responsabilidades en Seguridad y Salud Ocupacional
- POL-SSO-008, Política de Gestión de la Metodología 5S «Gestión de Cambio»
- POL-SSO-009, Política de Control de Riesgos Críticos
- POL-SSO-011, Política de Gestión de Respuestas a Emergencia
- Política de Desarrollo Sostenible

1.7. Descripción del área donde se realizan las actividades profesionales

La unidad minera donde desarrollo mis actividades es Marcobre S. A. C. que tiene como propietario a Cumbres Andinas S. A. C., la cual tiene como accionistas a Minsur S. A. y Alxar Internacional Spa, la operación minera Marcobre alcanza una producción promedio de 149 000 t de concentrado de cobre y 58 000 t de cátodos de cobre, por tal razón busca que las actividades operativas se realicen con mayor eficiencia. Al contar con tal necesidad se subcontrata las actividades de mantenimiento eléctrico e instrumentación a la empresa Mantenimiento e Ingeniería Industrial S. R. L. (Mainin) empresa de la cual formo parte desarrollando actividades de supervisión de mantenimiento y planificación, las dos áreas se describen a continuación:

- **Mantenimiento:** Aquella área donde se desarrollan las actividades de mantenimiento preventivo en las disciplinas de electricidad, instrumentación, mecánica y andamios, estas actividades se desarrollan según programación u orden de trabajo.
- **Planificación:** Aquella área donde se establece la estrategia del desarrollo de las actividades de los servicios de mantenimiento preventivo, buscando cumplir los plazos programados, mantener los costos, realizar trabajos de calidad y con seguridad.

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller

Dentro de la empresa tengo el cargo de Supervisor Senior de Mantenimiento y Planificación, realizando actividades diversas de supervisión de mantenimiento y planificación para contratos permanentes, servicios específicos y paradas de planta, de las responsabilidades se mencionan las principales:

1. Supervisar el mantenimiento y planificación de servicios eléctricos, instrumentación, mecánico, soldadura y andamios en toda la operación minera Marcobre, con la finalidad de asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos electromecánicos, instrumentos de medición y sistemas automatizados, conservación de la infraestructura en general.

2. Proponer cambios de estrategia o mejoramiento a las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, planificando la adquisición, reparación y mantenimiento de activos, generando mecanismos de control del área.
3. Fiscalizar la calidad en el desarrollo de las actividades programadas de mantenimiento preventivo y correctivo, orientando y asesorando a los colaboradores que se encuentran bajo su cargo desde la perspectiva profesional y también conductual a favor de un mejor desempeño laboral.
4. Participar en la generación de los planes de mantenimiento preventivo y correctivo, en coordinación con las demás áreas, participando en reuniones laborales, orientadas a realizar una planificación de las actividades de mantenimiento solicitadas por los clientes, teniendo en cuenta la complejidad de las labores por realizar, la disponibilidad de los recursos y los costos económicos.
5. Controlar que las actividades planificadas sean desarrolladas en la frecuencia y tiempos adecuados según cronograma, se monitorea proactivamente que el plan de mantención se encuentre alineado con los objetivos estratégicos de operaciones de mina y planta.
6. Revisar los reportes e informes, diarios, semanal y mensual de las actividades de mantenimiento eléctrico, instrumentación, mecánico y andamios, proponer el uso de repuestos alternativos que pudieran resultar en ahorros de costo o tiempo de reemplazo.
7. Dirigir el cumplimiento de los procedimientos de trabajo y de seguridad previos y durante las tareas de mantenimiento preventivo, correctivo programado, ejecutadas por el personal de mantenimiento eléctrico, instrumentación, mecánico y andamios, promoviendo el desarrollo de conductas seguras, prácticas laborales seguras y ambiente laboral seguro.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Diagnóstico situacional

El Perú es uno de los principales productores de minerales a nivel Latinoamérica, la minería en el Perú tiene un aporte considerable en la balanza comercial como en el PBI, los proyectos tienen grandes proyecciones en su producción con miras al futuro, esto por contar con reservas minerales con gran atractivo. La actividad minera a tajo abierto, es la forma de extracción de grandes mineras en nuestro país y que en su mayoría son exportados a Suiza y China. Actualmente, la extracción de mineral a tajo abierto tiene una gran complejidad tecnológica, la mantenibilidad de las plantas productoras de la materia prima significa destinar un porcentaje considerable al presupuesto anual. Para mantener la continuidad productiva se enfatiza en cumplir los plazos, costos, calidad y seguridad al momento de la intervención para realizar el mantenimiento, ya sea preventivo, predictivo o correctivo.

La unidad minera Marcobre es una mina a tajo abierto que cuenta con dos plantas procesadoras, la planta de sulfuros que tiene un proceso de obtención de mineral por flotación y la planta de óxidos que tiene como proceso el de lixiviación, esta última, se destaca por ser la más rápida del mundo en lixiviar el cobre, cuenta con las bateas más grandes de la historia. El proceso de operación en la planta de óxidos comienza con el chancado, pretratamiento, lixiviación de bateas, extracción de solventes (SX), electrodeposición (EW) y descarga de bateas.

La minera Marcobre se encuentra ubicada en el distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica, en el Perú. Se ubica aproximadamente a 489 km al

sureste de Lima, vía Panamericana Sur, a 35 km al suroeste de la capital de la provincia de Nazca y a 25 km al noreste del pueblo de San Juan de Marcona, a una altitud de 835 m s. n. m.

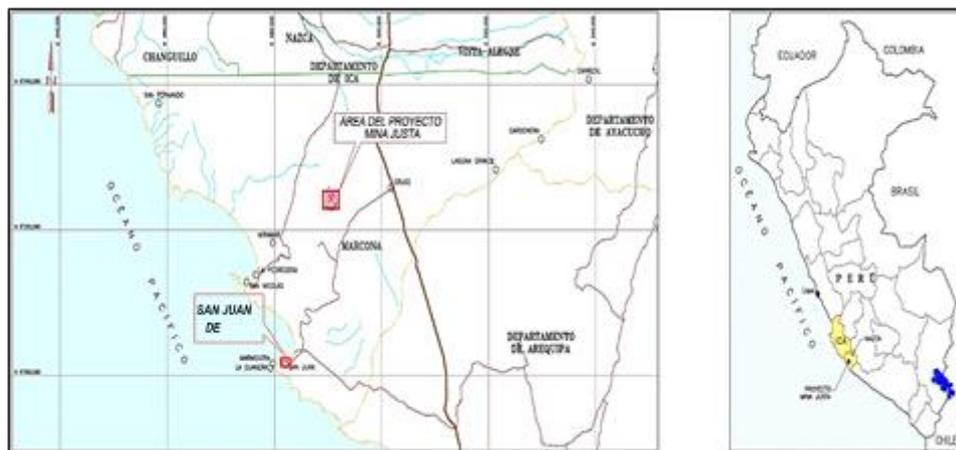


Figura 2. Descripción geográfica – unidad minera Marcobre

La planta de óxidos y las instalaciones de servicio relacionadas procesan el mineral ROM el cual es transportado a la chancadora primaria y produce cátodos de cobre para exportación. El proceso incluye chancado del mineral ROM en tres etapas, pretratamiento con ácido, lixiviación en bateas, la extracción por solvente (SX - Solvent Extraction) y la electrodeposición (EW - *Electrowinning*) a fin de producir cátodos de cobre. El residuo de la lixiviación (ripios), es descargado desde las bateas y transportado a una estación de cargado de camiones para el transporte al área de disposición de ripios. La planta se encuentra diseñada para tratar un promedio de 12 millones de toneladas métricas secas al año (TM/a) con una capacidad de cátodos de cobre de 58 290 toneladas al año; siendo esta la restricción primordial en las áreas de lixiviación, de SX y de EW. La ley de cabeza se calculó en el balance en 0.672 % CuT, basado en la recuperación de lixiviación de diseño de 72.5 % de CuT luego de 144 horas (6 días) de lixiviación (1).



Figura 3. Planta de óxidos en la unidad minera Marcobre

Durante el mantenimiento de los equipos eléctricos (motores, botoneras, tableros eléctricos, unidades de lubricación, unidades hidráulicas, etc.) se encontraron partes no limpias en el motor, ventilador, borneras y conexiones, esto a causa de la presencia de una cantidad considerable de polvo y humedad en el ambiente. Así también, se pudo manifestar una falta de limpieza y deterioro de conexiones en todos los instrumentos asociados a planta de óxidos. Los equipos e instrumentos que presentan mayor deterioro son aquellos que pertenecen o están asociados al área de carga de bateas, esto es a causa de la incorporación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el proceso de lixiviación. Para minimizar el deterioro de los equipos e instrumentos, se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo programado cada bimestre, los mantenimientos programados tienden a ser de 96 horas efectivas. No solo se realiza el mantenimiento cada dos meses, sino también cada vez que las grúas de retiro de ripios entran a mantenimiento, en estas ocasiones se realiza mantenimiento preventivo a disponibilidad y condición del equipo.

2.2. Identificación de oportunidades o necesidades en el área de actividades

Se reflejó que a partir de las situaciones de limpieza, programación y de un mantenimiento de los equipos e instrumentos, en específico de los motores, botoneras, tableros eléctricos, unidades de lubricación, unidades hidráulicas, ventiladores e instrumentos en general, se llegó a identificar la relevancia e importancia que se tiene en poder tomar medidas preventivas y de corrección, dentro de las cuales se vincula con las actividades que se debe desarrollar a favor del mantenimiento de todos los equipos eléctricos e instrumentos, ya que son parte fundamental para el proceso de la planta de óxidos, considerando de suma importancia

el funcionamiento y el cuidado de la planta para la obtención del producto final que son los cátodos de cobre.

Al supervisor se le da importancia debido por la predisponibilidad demostrada, capacidad para liderar, brindar soluciones a las deficiencias en la actividad de mantenimiento preventivo, coordinar y utilizar eficazmente los recursos humanos, materiales, herramientas y equipos en las actividades de mantenimiento dentro de la planta de óxidos.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

- Desarrollar actividades de ingeniería, supervisar, gestionar y controlar los trabajos de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la unidad minera Marcobre.

2.3.2. Objetivos específicos

- Planificar la estrategia para el desarrollo del mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos.
- Dirigir el desarrollo de las actividades programadas correspondientes al mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos en el área de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios.
- Interpretar los resultados del mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos en el área de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios.
- Identificar oportunidades de mejora en operaciones y en los activos, cuidando la seguridad, identificando peligros y aplicando controles para disminuir los riesgos.

2.4. Justificación de la actividad profesional

Debido a la necesidad de garantizar la disponibilidad operacional en la planta de óxidos, hoy es más que necesario realizar la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo. En este sentido, surge el modelo de mantenimiento que es de alta disponibilidad la cual busca llegar a niveles de disponibilidad mayores a 90 %. La planificación desarrolla la mejor estrategia para alcanzar eficientemente los objetivos trazados. La supervisión del mantenimiento asegura el correcto procedimiento de ejecución de actividades, empleando adecuadamente los recursos asignados.

El ingeniero electricista identifica las estrategias favorables para el fortalecimiento de la planificación y actividad de supervisión del mantenimiento de los equipos eléctricos e instrumentos, de la misma forma identifica aspectos desfavorables en la planificación y supervisión para su corrección. Los resultados obtenidos permitirán proponer mejoras en la planificación y en el procedimiento de ejecución del mantenimiento. De la misma manera, estos resultados permitirán mejorar procedimientos para la ejecución de actividades consideradas dentro de la ruta crítica.

Con la ejecución del mantenimiento preventivo, se garantiza la operación adecuada y constante de la planta de óxidos, por lo que aumenta los índices de confiabilidad, por ende, el presente trabajo, por los aspectos mencionados, se justifica en el campo económico; asimismo, el informe sirve como modelo para el desarrollo de estrategias que optimicen los tiempos y recursos. El mantenimiento preventivo representa ahorros operacionales significativos, disminuye considerablemente fallos operacionales que podrían significar gastos elevados al realizar o entrar a una etapa de mantenimiento correctivo, evitando estos fallos, la unidad minera se ve favorecida reasignando el presupuesto a futuros proyectos o mejoras para la operación.

2.5. Resultados esperados

- Cumplir con el 100 % de actividades según programa de mantenimiento preventivo, dando prioridad a actividades que están dentro de la ruta crítica o que tienen una mayor prioridad, de esta forma, garantizar el arranque de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios.
- Identificar el estado de los arrollamientos, aletas de ventilación, caja de conexiones en los motores eléctricos con las pruebas de resistencia de aislamiento, limpieza e inspección del equipo, confirmar que resultados obtenidos estén dentro de los valores límites admisibles.
- Identificar posibles futuras fallas en los instrumentos asociados a las fajas transportadoras, chancadora cónica, chancadora giratoria, tambor de pretratamiento, zarandas, entre otros, fallas que pueden ser producidas por sulfatación y desajuste de borneras.
- Obtener datos a partir de los resultados de mantenimiento preventivo desarrollado y continuar mejorando la planificación y ejecución de futuros servicios.
- Entregar al área de operaciones los equipos e instrumentos dentro del plazo determinado según estrategia desarrollada para el mantenimiento preventivo de equipos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de las metodologías

3.1.1. Mantenimiento

El concepto de mantenimiento se puede definir de muy diversas formas, dependiendo del enfoque que se adopte en cada caso. Hoy en día, ni siquiera basta con buscar una definición únicamente en términos económicos. El punto de partida del mantenimiento es, por supuesto, mantener la maquinaria y el equipo en buen estado de funcionamiento, pero el desarrollo de este principio básico tiene consecuencias que van mucho más allá del propósito original (2).

Las mejoras en el estado de los equipos inciden directamente en la seguridad de la instalación y, por tanto, reducen los riesgos laborales. Por otro lado, el óptimo funcionamiento de la maquinaria reduce el nivel de vibraciones y ruidos y contribuye así a mejorar las condiciones del entorno de trabajo. Además, alargar la vida de cualquier dispositivo y cualquiera de sus componentes también puede considerarse una pequeña contribución al desarrollo industrial sostenible, que repercute positivamente en la mejora del medio ambiente gracias al uso óptimo de los recursos a nivel mundial, reducción del consumo energético y reducción de residuos industriales (2).

3.1.1.1. Funciones del mantenimiento

Brevemente, la función central del mantenimiento se puede resumir como la realización de todo el trabajo necesario para establecer y mantener las instalaciones de producción para cumplir con los requisitos normales del proceso. Los detalles de estas definiciones amplias dependerán de una serie de factores, incluido el tipo y tamaño de la industria, las políticas de la

empresa, las características de producción e incluso su ubicación. Sin embargo, diferentes empresas tienen diferentes estructuras organizativas y las tareas realizadas por las unidades estructurales responsables del mantenimiento también pueden diferir, por lo que, por supuesto, la función de mantenimiento no será la misma en todas las empresas (2).

Dependiendo de los factores anteriores, las actividades del departamento de Ingeniería de Mantenimiento pueden incluir las siguientes áreas de responsabilidad:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficientes y seguras.
- Verifique el estado del dispositivo y su disponibilidad.
- Realice las investigaciones necesarias para reducir la cantidad de errores inesperados.
- Recomendar los repuestos de inventario requeridos según los datos históricos existentes.
- Intervenir en el proyecto de cambio de diseño de equipos y locales.
- Realizar tareas relacionadas con la modificación o reparación de equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevos equipos.
- Hacer recomendaciones a los jefes de producción.
- Garantizar el correcto suministro y distribución de energía.
- Seguimiento de los costos de mantenimiento.
- Protección de locales, incluida la protección contra incendios.
- Gestión de inventarios.
- Responsabilidades de supervisión.

3.1.1.2. Tipos de mantenimiento

Se pueden establecer diferentes clasificaciones del mantenimiento, teniendo en cuenta las funciones que pueden asignarse al mantenimiento y cómo se llevan a cabo, pero tradicionalmente se basan en enfoques metodológicos o filosofías de planificación y no simplemente en listas de detalles (2).

Se acepta la clasificación basada en ellos. Las funciones asignadas, como se ha visto, dependen de factores muy diferentes.

Desde este punto de vista, se pueden distinguir los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Ninguno de los tipos de mantenimiento enumerados se utiliza de forma exclusiva, y teniendo en cuenta la rentabilidad de las operaciones se debe realizar una combinación adecuada de los tipos antes mencionados, el denominado mantenimiento planificado.

Esto quiere decir que se trata de seleccionar correctamente la planta o equipo al que se le aplicará cada uno de los tipos de mantenimiento anteriores. A continuación, se muestra una descripción de cada tipo.

A. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento también se conoce como «mantenimiento reactivo» e implica la intervención del equipo sólo cuando ocurre una falla. Por tanto, existe una actitud pasiva ante la evolución del estado de los equipos y a la espera de fallo o avería. Por definición, esto puede parecer una actitud descuidada hacia los equipos, pero en realidad, este tipo de mantenimiento es la única forma de llevarse a cabo en una amplia gama de industrias y, a menudo, es especialmente costoso y está completamente justificado en tales casos. Los componentes afectados son pocos y son dispositivos auxiliares no directamente relacionados con la producción. Además, si la falla del equipo no conduce a la interrupción de la producción o no afecta directamente la capacidad de producción, el trabajo se puede realizar sin afectar esta. En tales casos, los costes incurridos por la aparición de averías inesperadas de los equipos son sin duda inferiores a las inversiones necesarias para realizar otro tipo de mantenimiento más complejo. En este sentido, cabe señalar que incluso en las plantas industriales con programas de mantenimiento sofisticados, generalmente existe un cierto porcentaje de equipos que solo se someten a este tipo de mantenimiento (2).

Esta filosofía de mantenimiento no requiere una planificación sistemática porque el cronograma de tareas no está organizado. En el mejor de los casos, esto se puede combinar con una formación básica sobre el equipo (limpieza general y engrase) y el suministro de piezas de repuesto, especialmente aquellas que necesitan ser reemplazadas sistemáticamente (2).

Sin embargo, implementar esta forma de mantenimiento significa que hay que aceptar algunos inconvenientes con respecto a las máquinas y dispositivos afectados, entre ellos:

- Las fallas generalmente ocurren inesperadamente y pueden causar interrupciones en la producción, que van desde una pequeña pérdida de tiempo debido al reemplazo de equipos o cambios de tarea hasta la interrupción de la producción si no se reparan o reemplazan.

- Los fallos inesperados suelen suponer problemas graves para los equipos y pueden costar mucho dinero.

- Las averías siempre son más o menos problemáticas, por lo que la reparación de un equipo averiado puede tardar más de lo previsto por falta del personal necesario para la reparación o falta de repuestos necesarios.

- Al tratarse de fallos inesperados, los fallos pueden implicar accidentes y, por supuesto, pueden tener un impacto muy negativo en la seguridad del personal y de los sistemas.

Mantenimiento correctivo no programado: se activa cuando un dispositivo o máquina falla, provocando la correspondiente parada, en cuyo caso se debe retirar la pieza dañada y reemplazar el componente, ya sea nuevo o usado (3).

Mantenimiento correctivo programado o planificado: se realiza cuando se descubre que una pieza de la máquina está defectuosa, por lo que se programa el mantenimiento para corregir esa posible falla (3).

B. Mantenimiento preventivo

Como se mencionó anteriormente, el objetivo final del mantenimiento industrial es mantener el funcionamiento de los equipos industriales, ya sea un sistema de producción o los equipos y personal dedicado a su mantenimiento, con el fin de lograr un óptimo retorno de la inversión global y asegurando la disponibilidad de instalaciones (2).

El mantenimiento preventivo es un paso importante hacia este objetivo y tiene como objetivo reducir o evitar las reparaciones hasta cierto punto mediante la inspección periódica y el reemplazo de elementos dañados, lo que se conoce como las «3R del mantenimiento». Si el segundo y el tercero no se materializan, el primero es inevitable (2).

La inspección implica el desmontaje total o parcial de la máquina para comprobar el estado de sus componentes, y la sustitución de aquellas piezas que como resultado de la inspección se consideren oportunas. Otras piezas se reemplazan de manera planificada en función del número de operaciones y horas de operación de cada inspección (2).

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta selección del período de inspección. Si el período es demasiado largo, existe el riesgo de que se produzcan errores entre dos pruebas consecutivas, y si el período es demasiado corto, el coste del proceso de producción

puede aumentar significativamente. Este equilibrio está determinado por el equilibrio entre el costo de la inspección y el costo de una falla inesperada. Si bien el primero puede cuantificarse bien, el segundo no es fácil de evaluar, por lo que determinar el punto de equilibrio mencionado anteriormente es difícil y normalmente se ajusta en función de la propia experiencia (2).

Una desventaja importante de utilizar únicamente este tipo de mantenimiento es el alto costo de la inspección. Probablemente no sea necesario desmontar e inspeccionar una máquina que esté en buen estado de funcionamiento o sustituir elementos que se encuentren en buen estado (como lubricantes en rodamientos, etc.). Sin embargo, independientemente del periodo de inspección especificado, no se puede eliminar por completo la posibilidad de fallos inesperados. Sin embargo, cuanto más corto sea el plazo, menor será el riesgo. Por lo tanto, cada periodo de prueba se fija con cierta tolerancia para fallas inesperadas en el periodo entre dos pruebas consecutivas (2).

Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar mantenimiento de los equipos, es decir engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc. Aunque a todos los efectos se trata de un mantenimiento preventivo, se suele denominar mantenimiento rutinario, con el fin de distinguirlo del anterior (2).

C. Mantenimiento predictivo

A este también se le conoce como mantenimiento específico de condición o mantenimiento específico de condición y surge como respuesta a la necesidad de reducir el costo de los métodos tradicionales (fijos y preventivos). El principio básico de esta filosofía de mantenimiento se basa en el conocimiento del estado del dispositivo. De esta forma, por un lado, se pueden sustituir elementos si efectivamente no están en buen estado de funcionamiento, evitando interrupciones innecesarias para su inspección y, por otro lado, se pueden detectar fallos de funcionamiento y su seguimiento, esto permite evitar averías inesperadas (2).

La aplicación del mantenimiento predictivo se basa en dos pilares fundamentales.

- La exigencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- Monitoreo continuo de equipos.

La mayoría de los componentes de la máquina proporcionan algún tipo de advertencia antes de que ocurra una falla. Por tanto, la detección temprana del fallo de un componente de

una máquina mediante la monitorización de los correspondientes parámetros funcionales nos permitirá asegurar su correcto funcionamiento, observar su evolución y predecir la vida restante del componente. Las técnicas de seguimiento y estudio de los parámetros característicos de las máquinas se denominan técnicas de verificación mecánica (4).

Los principales beneficios de este tipo de mantenimiento son:

- Se pueden detectar y reconocer nuevos defectos a tiempo sin necesidad de detener y desmontar la máquina.
- Observar los defectos que solo ocurren en la máquina durante el funcionamiento.
- Seguimiento de la evolución de los defectos hasta su clasificación como peligrosos.
- Construye un historial de operación de la máquina basado en la relación entre cambios en parámetros funcionales y eventos importantes (parada, inspección, lubricación, reemplazo de elementos, cambios en las condiciones de operación, defectos identificados, etc.).
- Programar una interrupción para corregir los errores detectados para que coincida con un tiempo de inactividad o una interrupción regular del proceso de producción.
- Programar entregas de repuestos y mano de obra.
- Los tiempos de reparación se reducen porque se identifican previamente la causa de la avería y los elementos afectados.

3.1.2. Mantenimiento en plantas mineras

En los últimos años se ha producido un cambio significativo en el mantenimiento de las instalaciones mineras, y se ha incrementado el desarrollo tecnológico de los equipos e instrumentos utilizados y aplicados en las actividades de mantenimiento, lo que genera nuevas oportunidades de mejora, lo que aumenta la eficiencia de los procesos, aumentando la producción y evitando tiempos muertos inesperados de los equipos, asegurando una mejor disponibilidad y un correcto consumo de energía, cuidando que las instalaciones que no cuente con un buen plan de mantenimiento predictivo basado en la reducción del mantenimiento correctivo causado por tiempos muertos inesperados, tengan como resultado una baja disponibilidad y pérdidas financieras por incumplimiento de producción (5).

3.1.3. Planificación

3.1.3.1. Concepto

La planificación consiste en determinar un curso de acción específico, determinar los principios que lo guiarán, determinar la secuencia de acciones por realizar y determinar el tiempo y el número de veces que será necesario realizarlas. Para planificar se debe primero

definir los objetivos, o lo que quieres lograr con tus acciones. De ahí se derivan políticas, declaraciones que establecen pautas para facilitar las tareas administrativas. El siguiente paso es determinar un procedimiento que permita definir la proporción de recursos utilizados, incluido el tiempo proporcionado por el programa. Por último, es necesario imaginar lo que sucederá si actúa según lo planeado. Algunos de estos supuestos sirven como puntos de comparación en la etapa final del proceso de gestión para formar «indicadores de gestión». La planificación es la parte más importante del proceso de gestión. Sin planificación, por supuesto, nada se puede organizar, integrar, ejecutar o controlar y, por tanto, no hay gestión (6).

Todo plan comienza con el deseo de lograr una meta; a continuación, es necesario estimar los límites y restricciones, o determinar las pautas por considerar. Esto le permite decidir el método y, por tanto, el procedimiento por utilizar, de esta forma, es posible establecer un programa que tenga en cuenta las distintas actividades para desarrollar en orden cronológico (6).

Para que el plan se desarrolle lógicamente, primero se debe pensar en el objetivo y luego «trabajar hacia atrás» desde allí hasta llegar a la primera actividad que se desea realizar (6).

3.1.3.2. Procedimientos

Este paso consta de una serie de tareas relacionadas cronológicamente que representan cómo se debe realizar el trabajo.

Todas las empresas deben imprimir y explicar completamente los procedimientos para que las personas que los revisan, los comprendan y tengan los recursos necesarios, en caso tengan preguntas se deben aclarar. Incluso si solo se tiene métodos e instrucciones deficientes, es más rápido y fácil crear el manual que necesita y estudiar el manual existente en lugar de esperar hasta que sea posible depurarlo, porque es lógico tener algo de experiencia con esto. En cambio, si los procedimientos existen solo implícitamente, la empresa experimentará confusión causada por malentendidos por parte de todos los supervisores, supervisores, etc., y tendrá procedimientos que cree que son mejores y cambian con el tiempo, de la misma manera, la mente de la misma persona cambia a medida que adquiere nuevas experiencias y conocimientos (6).

3.1.3.3. Programas

Un programa es una lista o diagrama que muestra la interrelación del personal físico y técnico a lo largo del tiempo. Nos dan reglas de comportamiento que debemos seguir para lograr

nuestros objetivos. También muestra quién debe hacer qué trabajo, cuándo debe comenzar y cuándo debe terminar, lo que facilita la alineación de los recursos con las necesidades que deben satisfacer (6).

Los programas son el resultado de la planificación y cuanto más cuidadosa y dedicadamente se ejecuten, más valiosos y precisos serán. No se puede crear un gran programa sin un plan perfectamente equilibrado. Un programa con fundamentos deficientes y variabilidad generalmente queda inutilizable poco después de su creación. Está claro que ningún programa es inmutable, pero ésta es una verdad indiscutible. Cuanto más cuidadosamente se planifique, más fuerte y seguro será su programa y con menos frecuencia tendrá que comprobarlo, aumentando así significativamente sus esfuerzos de control (6).

La programación se convierte, por tanto, en expresión de la aplicación de un criterio «económico» a la actividad del Estado, de una empresa o de un particular, y al mismo tiempo en un criterio «administrativo» de organización de los procedimientos de puesta en marcha de esos recursos (7).

3.1.3.4. Presupuestos

Los presupuestos se presentan en un formato diseñado específicamente para informar sus necesidades futuras y los resultados que se deben lograr. En resumen, un presupuesto se crea sobre la base del programa de planificación resultante y puede expresarse en una variedad de unidades, no solo en unidades monetarias. Por tanto, puede haber presupuestos de mano de obra, materiales, horas extras, ventas, producción, etc. (6).

Los presupuestos son esenciales para la gestión porque permiten comparar lo logrado y conocer el alcance de las posibles desviaciones para realizar las correcciones que se consideren necesarias (6).

3.1.4. Ejecución

Ejecutar significa «hacer algo». Por tanto, desde el punto de vista gerencial, podemos decir que la ejecución es la acción de un administrador (gerente o supervisor) que tiene como objetivo ayudar a los subordinados a alcanzar las metas fijadas en el plan y constituido por la organización (6).

La ejecución se refiere al aprendizaje, experiencia, conocimiento, capacitación y aplicación para comprender y abordar el comportamiento de los recursos humanos de una empresa. Por ello, todo directivo debe tener en cuenta que debe estar dotado de los

conocimientos y habilidades para despertar el interés, el deseo de progreso y el amor por el trabajo en sus subordinados. Estos rasgos se relacionan, en primer lugar, con la personalidad y, en segundo lugar, con el conocimiento del comportamiento humano (6).

Estudiar ciencias sociales como la antropología, la psicología, la filosofía y la sociología puede ayudarlo a obtener una comprensión más profunda de las personas que lo rodean y de usted mismo. Si a esto se le suma que el directivo tiene buenos rasgos de personalidad que puede gestionar, podrá desenvolverse bien en su entorno. Cuando las personas son su recurso más importante, debe seleccionarlas y desarrollarlas cuidadosamente porque el futuro de su empresa depende de su conocimiento y voluntad de éxito (6).

Los buenos gerentes y administradores se preocupan de aplicar ciertos principios clave para garantizar que sus subordinados se esfuercen por alcanzar sus objetivos. Por tanto, ayudarán y motivarán a sus subordinados. Una vez logrado esto, debe establecer una comunicación adecuada con y entre ellos para poder dirigir adecuadamente sus esfuerzos y, en última instancia, lograr una buena coordinación de todos los recursos humanos (8).

Construir una cultura de seguridad sólida es un proceso intensivo e involucrado que requiere dedicación y compromiso de todos los miembros de la organización. Los empleados de la organización en cada nivel jerárquico tienen responsabilidades únicas en el desarrollo de una cultura de seguridad, y la garantía del éxito se basa en la integración de actividades entre todos estos niveles y empleados (9).

3.1.5. Control

El control es comprobar si las personas, los recursos físicos y técnicos llevan a cabo lo planificado dentro del tiempo considerado, con o sin desviaciones de los estándares especificados. En realidad, el control en sí es un proceso que comienza con la finalización de la planificación, establece normas y estándares derivados del presupuesto y continúa durante todo el proceso de control, haciéndolo constante y dinámico (6).

Primero, se debe decidir qué se necesita controlar. Esto será más fácil al final de la planificación. Porque a partir de ahí se puede predecir lo que sucederá en una gama muy amplia de eventos. Dependiendo de la experiencia, criterios y eventos observados por el administrador, se selecciona como punto de control el presupuesto del evento más relevante (6).

La selección adecuada de «puntos de control» durante la etapa de planificación y su estricto cumplimiento durante la etapa de control evitarán conflictos de personal causados por la continuación o falta de medidas de control (6).

Los indicadores de control pueden ser útiles en combinación, ya que sirven para mostrar tendencias de desempeño relacionadas con el presupuesto seleccionado y brindan información muy pobre en un formato unificado. Los indicadores de control están catalogados en:

3.1.5.1. Indicadores de carga de trabajo

Estos brindan toda la información relacionada con las operaciones de mantenimiento planificadas del departamento, representadas por las rutinas y órdenes de trabajo establecidas por el Centro de Control de Planificación. Su denominador común es el tiempo o esfuerzo necesario para certificar cada uno de los documentos anteriores. Se puede colocar un trabajo en cualquiera de los siguientes eventos:

- a) Trabajos programados. Aquí se deben considerar todas las órdenes, independientemente de si están pendientes de asignación, en curso, retrasadas o suspendidas. Esto se debe a que las órdenes que experimenten problemas de ejecución por cualquier motivo deberán reprogramarse con una nueva fecha estimada. Se cree que existe posibilidad de implementación; de lo contrario, se enfrentará al hecho de que el trabajo no planificado se saldrá automáticamente de control (6).
- b) El trabajo está esperando ser asignado. Se trata de un trabajo que no se puede completar debido a la mano de obra, los materiales, las herramientas o el tiempo de inactividad de los recursos que trabajan en él (6).
- c) Trabajos en curso. Se tiene en cuenta todo el trabajo necesario para mantenerlo en funcionamiento. Recomendamos dejar dos o tres semanas de reserva de personal para cubrir cualquier fluctuación que resulte en pérdida de personal (6).
- d) Trabajos rezagados. Se trata de órdenes que se ejecutan más lentamente de lo esperado debido a motivos imprevistos (6).
- e) Trabajos interrumpidos. Resulta que tuviste que pausar tu trabajo por algún motivo y estabas esperando a que se resolviera el problema antes de poder continuar con el proceso (6).

- f) Trabajos terminados. Estos son trabajos que se completaron y que esperan ser documentados con éxito con carácter de obligatoriedad (6).
- g) Trabajos requisitados. Esto incluye el trabajo completado que ya cumplió con los requisitos contables necesarios y está archivado para la recopilación de datos descriptivos y estadísticos (6).

3.1.5.2. Indicadores de planeación

Estos indicadores permiten detectar la eficacia de nuestra planeación del trabajo basándose en la interrelación de cargas de este.

- a) Nivel del cumplimiento de la planeación (%)

$$\frac{\text{Trabajos ejecutados}}{\text{Trabajos programados}} \times 100$$

- b) Eficiencia de la planeación (%)

$$\frac{H \times H \text{ reales}}{H \times H \text{ proyectados}} \times 100$$

3.1.5.3. Indicadores de productividad

Estos indicadores brindan la posibilidad de conocer el aprovechamiento de los recursos de la empresa.

- a) Eficiencia en el trabajo

$$\frac{H \times H \text{ trabajadas} - H \times H \text{ retrabajos}}{H \times H \text{ trabajadas}} \times 100$$

- b) Nivel de disponibilidad de equipos

$$\frac{\text{Equipos programados} - \text{Equipos con paro}}{\text{Equipos programados}} \times 100$$

- c) Nivel de conservación

$$\frac{\text{Trabajos de conservación contingente}}{\text{Trabajos de conservación programada}} \times 100$$

3.1.5.4. Indicadores de costos

Informan sobre la relación entre los costos de conservación y los diferentes costos de cualquier tipo que interese comparar.

a) Nivel de calidad de instalaciones

$$\frac{\text{Costo de conservación}}{\text{Valor de las instalaciones}} \times 100$$

b) Indicador de reposición de equipos

$$\frac{\text{Costo de conservación}}{\text{Costo de reposición}} \times 100$$

c) Nivel de costos de conservación

$$\frac{\text{Costo de conservación} - \text{Costo de paro}}{\text{Costo de conservación}} \times 100$$

d) Nivel de costos de conservación por H x H

$$\frac{\text{Costo de nómina de conservación}}{\text{Costo de nómina de la empresa}} \times 100$$

e) Cumplimiento de presupuesto

$$\frac{\text{Costo real de la conservación}}{\text{Costo de nómina presupuestado de la empresa}} \times 100$$

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

Las actividades que se desarrollan dentro del área de planificación y mantenimiento en la planta de óxidos son demostradas, donde se consideran las responsabilidades propuestas para la planificación y desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos, de acuerdo con el cronograma definido; en tal caso, se procede a describir las dos subáreas.

4.1.1. Planificación de actividades

La planificación parte desde la elaboración de la estrategia de mantenimiento, documento de planificación donde se prepara una lista de actividades a desarrollar, la cual tiene el objetivo de hacer el seguimiento exhaustivo al desarrollo de la planificación. Con la estrategia de mantenimiento las actividades se desarrollan según lo planificado logrando alcanzar mejores resultados, las actividades se desarrollan con calidad, seguridad y se cumple con los plazos de entrega. Con esta estrategia se mantiene u optimizan los costos de ejecución.

4.1.2. Desarrollo, ejecución del mantenimiento

Una vez elaborada la planificación, el área operativa de mantenimiento se encarga del desarrollo de las actividades en coordinación con compañía, las actividades de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos son realizadas por personal técnico bajo dirección de la línea de supervisión electricista, las actividades se coordinan con el área de mantenimiento eléctrico e instrumentación de minera Marcobre responsables de la planta de óxidos.

4.1.3. Enfoque de las actividades profesionales

La planificación y mantenimiento preventivo se centran en alcanzar la disponibilidad de todos los equipos eléctricos e instrumentos dentro de la planta de óxidos, los resultados obtenidos después del mantenimiento sirven para seguir mejorando la estrategia para los futuros mantenimientos, las ordenes de trabajos (OT) que se generan a partir de las ocurrencias de fallas o a pedido de la supervisión de campo, las OT son actualizados continuamente con nuevos datos adquiridos del desarrollo del mantenimiento.

4.1.4. Alcance de las actividades profesionales

El alcance que se tiene a las actividades de «Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos», se realizan en coordinación con el área de planificación y mantenimiento de Marcobre, las actividades realizadas alcanzan un nivel de ingeniería interpretando resultados de equipos e instrumentos que son utilizados durante el desarrollo de las actividades, el alcance abarca las actividades de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos dentro de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y ripios, estas actividades comprenden:

- Mantenimiento preventivo de motores de media y baja tensión
- Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos
- Mantenimiento de sistemas neumática e hidráulicas
- Mantenimiento a instrumentos en general

4.1.5. Entregables de las actividades profesionales

Los entregables que se generan antes, durante y después de las actividades son:

- Plan de trabajo
- *ManPower*
- Organigrama de ejecución
- Directorio de ejecución
- Gantt de actividades
- Reporte de avance de actividades
- Entrega de ordenes de trabajo (OT)
- Informe final
- Estructura de descomposición del proyecto (EDP)
- Valorización del servicio

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodologías

La metodología cuantitativa es el que se aplicó para realizar el informe de «Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos de la unidad minera Marcobre», con los datos de fallos y problemas que se tienen registrados de estos equipos se elabora la planificación y posteriormente se desarrolló el mantenimiento preventivo, se utilizaron hojas de cálculo en donde se registra toda la información, de la misma manera toda la información es almacenada en el sistema informático SAP, sistema donde se administran los recursos humanos, productivos, logístico, financiero, contables y más.

4.2.2. Técnicas

4.2.2.1. Técnica de planificación

Se establece un orden secuencial, definiendo la duración de cumplimiento a las actividades a fin de alcanzar el objetivo de la planificación, las actividades a realizar, los recursos a considerar; en el proceso de ejecución se afianzarán las estrategias aplicadas.



Figura 4. Exposición del plan de mantenimiento

4.2.2.2. Técnica de observación

Consiste en registrar la información obtenida para su posterior análisis de los eventos ocurridos en el proceso de operación y mantenimiento, con la inspección visual y toma de datos de parámetros de los equipos por intervenir, y así, se puede cuantificar el comportamiento específico del equipo.



Figura 5. Toma de datos de parámetros de equipos

4.2.2.3. Técnica de capacitación

La capacitación del personal en las actividades de mantenimiento amplía los conocimientos de los colaboradores, mejora el desempeño en el ámbito laboral, se realizan las tareas de manera más eficiente y segura, logrando mejores resultados en el trabajo, lo que aumenta la productividad.



Figura 6. Capacitación a personal administrativo y operativo

4.2.3. Instrumentos

Para la consolidación de información de actividades realizadas en campo se utilizan los siguientes instrumentos de medición:

- a. Estándares de seguridad:
 - JU-SSO-STD-001 Interacción Hombre – Máquina
 - JU-SSO-STD-002 Prevención contra la fatiga y somnolencia
 - JU-SSO-STD-003 Señalización y código de colores
 - JU-SSO-STD-005 Trabajos en tensión – Equipos energizados
 - JU-SSO-STD-007 Herramientas manuales y de poder
 - JU-SSO-STD-017 Ingreso a sala eléctrica y subestaciones

- JU-SSO-STD-018 Trabajos en condiciones climáticas adversas
 - JU-SSO-STD-020 Trabajos en altura
 - JU-SSO-STD-042 Bloqueo, etiquetado y prueba de energía – LOTOTO
- b. Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS):
- PDP-ELE1-PETS-04-05 Mantenimiento preventivo de motores de media tensión
 - PDP-ELE1-PETS-06-05 Prueba de aislamiento para motores de baja tensión
 - PDP-ELE1-PETS-07-05 Mantenimiento preventivo de motores de baja tensión
 - PDP-ELE1-PETS-08-05 Mantenimiento correctivo de motores de baja tensión
 - PDP-INS1-PETS-05-05 Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en la planta
 - PDP-INS1-PETS-06-05 Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento de fajas transportadoras y alimentadoras
 - PDP-INS1-PETS-09-05 Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en batea
 - PDP-INS1-PETS-10-05 Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en Chancado Primario
- c. Registro de asistencia y capacitaciones
- d. Hojas de cálculo Excel
- e. Protocolos de prueba
- f. Reportes de avance de actividades diarios

4.3. Desarrollo de las actividades profesionales

En esta parte del informe se describe las dos etapas de las que consiste el desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos de la unidad minera Marcobre, la primera etapa consiste en elaborar toda la planificación del servicio, la segunda etapa consta en el desarrollo y ejecución del servicio, como se puede observar en la figura 7. Ambas etapas son de vital importancia para el completo desarrollo del servicio, en el flujograma nos muestra el panorama completo del desarrollo del servicio. En ambas etapas existe el control y la retroalimentación para mantener un constante seguimiento al desarrollo de cada una de las actividades. El servicio se desarrolla eficientemente con calidad y sin ningún tipo de evento de seguridad ya sea con daño a la persona, propiedad, proceso o al medio ambiente.

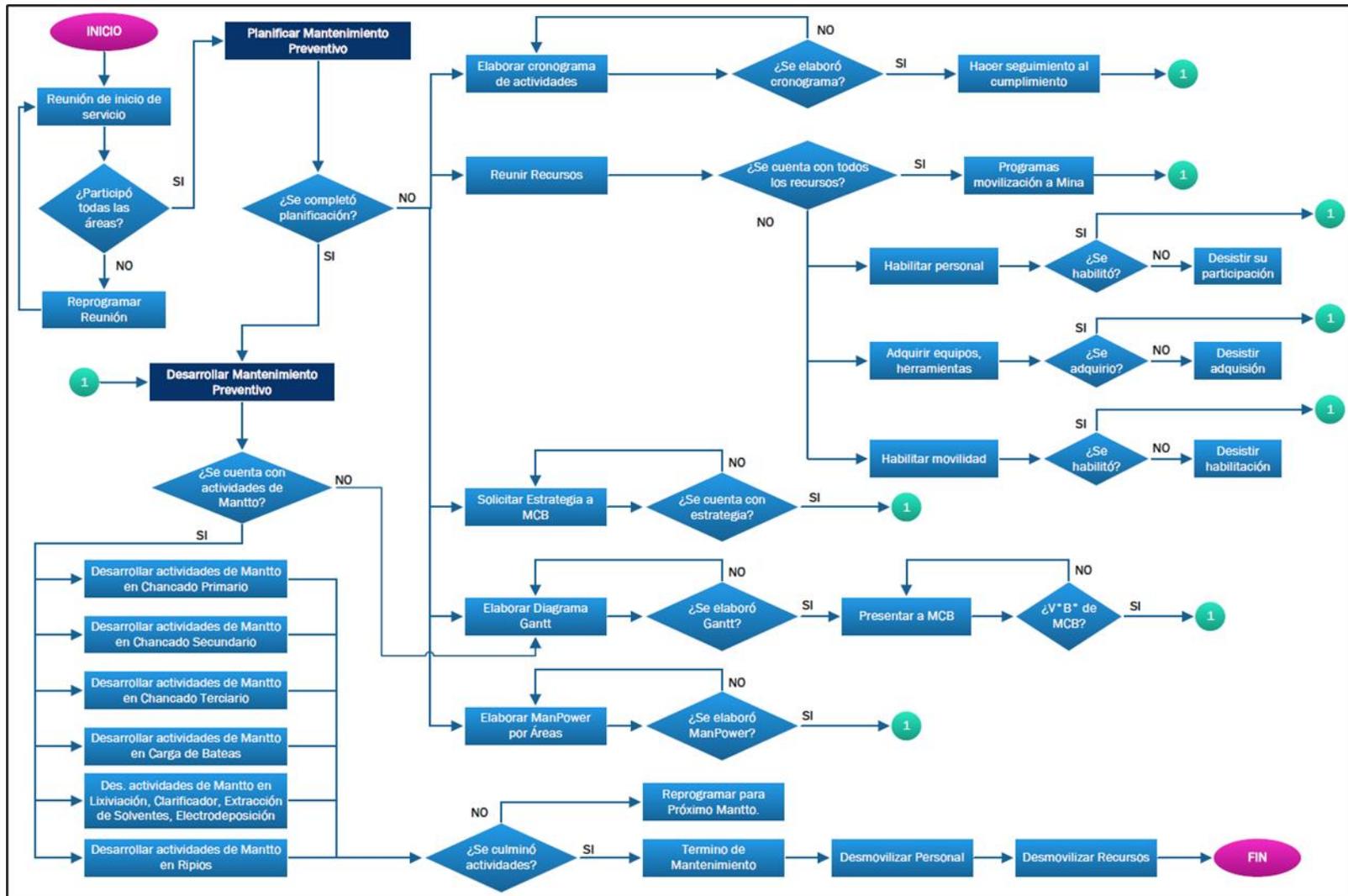


Figura 7. Flujograma del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos de la planta de óxidos

4.3.1. Planificación del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos

4.3.1.1. Cronograma de actividades

El cronograma se elaboró considerando todas las actividades por desarrollar durante la planificación y desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos dentro de la planta de óxidos en la unidad minera Marcobre.

Los puntos más importantes se deben seguir según lo planificado, se describen a continuación:

- a. Reunión de inicio de servicio:** Se da inicio con una reunión donde se difunde todos los pormenores del servicio.
- b. Elaboración de cronograma:** Se listan las tareas más importantes a desarrollar cumpliendo el orden cronológico.
- c. Reunir recursos:** Hace referencia a conseguir todos los recursos necesarios para un correcto desarrollo del servicio, se tiene opción de reunir los recursos y entregarlos en el punto de trabajo hasta un día antes de las actividades previas.
- d. Estrategia de mantenimiento:** Es una herramienta de gestión donde se especifica a las actividades que están consideradas dentro de la ruta crítica del servicio y es proporcionado por planificación de Marcobre.
- e. Elaborar diagrama Gantt:** Se grafica y detalla los tiempos que son asignados para el cumplimiento de las actividades. Se entrega antes del inicio de las actividades previas.
- f. Elaborar ManPower:** Se disgregan todas las actividades planificadas y se asignan recursos a cada una de ellas.
- g. Movilización del personal:** Se tiene tres fechas para la movilización del personal, se ha considerado el 20 % para la primera fecha, 20 % para la segunda fecha y 60 % en la tercera y última fecha de movilización.
- h. Actividades previas al mantenimiento:** Se considera tres días de actividades previas al desarrollo del mantenimiento, todas estas actividades se desarrollan sin que la planta de óxidos detenga la producción.

- i. **Desarrollo del mantenimiento:** Las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollan durante 96 horas efectivas, estas actividades se desarrollan según estrategia de desarrollo del mantenimiento; actividad que más adelante se explica con más detalle.
- j. **Actividades posteriores al mantenimiento:** Para las actividades a desarrollarse después del mantenimiento se consideran dos días, en las cuales se da prioridad a las actividades de orden y limpieza.
- k. **Desmovilización de personal:** Las desmovilizaciones del personal se realiza según se va terminando las actividades en las áreas de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios, por esa razón que se considera cuatro fechas para la desmovilización.
- l. **Desmovilización de recursos:** Una vez se halla culminado con el servicio, se retira todas las herramientas, equipos, entre otros, antes utilizados para el desarrollo de las actividades.

En la tabla 1, hace referencia al resumen del cronograma considerando las actividades más importantes.

Tabla 1. Cronograma de planificación y desarrollo de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos

| ITEM | ACTIVIDADES | Setiembre 2023 | | | | | | | Octubre 2023 | | | | | | | | | | | | | | Noviembre 2023 | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|----------------|----|----|----|---|---|---|--------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| | | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | | | | | |
| | | 27 | 28 | 29 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 |
| 1 | Reunión de inicio de servicio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Elaboración de cronograma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Reunir recursos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Habilitar personal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | Adquirir equipos y herramientas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Habilitar movilidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Estrategia de mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Elaborar Diagrama Gantt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Elaborar ManPower | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Movilización de personal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Actividades previas a mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Desarrollo del mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | Activ. Chancado Primario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.2 | Activ. Chancado Secundario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.3 | Activ. Chancado Terciario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.4 | Activ. Carga de Bateas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | Activ. Lixiv. Clarif. Extrac. Solv. Electro. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.6 | Activ. Rípios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Actividades post mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Desmovilización de personal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Desmovilización de recursos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.3.1.2. Recursos

Para un desarrollo adecuado del mantenimiento preventivo es importante considerar los siguientes recursos, los cuales se describen a continuación:

A. Recurso humano

Todo personal técnico se encuentra calificado y certificado en las disciplinas de electricidad e instrumentación, mecánicos y soldadores los cuales desarrollarán actividades de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentación.

En la tabla 3, se describe la cantidad de personal por especialidades, las especialidades mencionadas desarrollarán actividades de mantenimiento preventivo para el área de electricidad e instrumentación (e&i), se asigna «Personal Directo» a todo personal técnico y «Personal Indirecto» al personal de línea de mando, supervisión, planificadores y personal administrativo.

Tabla 2. Cantidad de personal requerida por especialidades

| Mantenimiento de planta de óxidos | | | | | |
|--|--------------|----------------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| Personal directo | | | Personal indirecto | | |
| Cargo | Cant. | Observaciones | Cargo | Cant. | Observaciones |
| Electricistas | 28 | | Sup. E&I | 7 | |
| Instrumentistas | 12 | | Sup. Mecánico | 1 | |
| Soldador | 2 | | Planner E&I | 1 | |
| Mecánico | 3 | | Sup. Seguridad | 2 | |
| | | | Conductor | 1 | |
| Total | 45 | | Total | 12 | |

En la tabla 3, se hace mención a la cantidad de personal por especialidad que se contará durante los días de desarrollo del mantenimiento preventivo.

Tabla 3. Cantidad de personal por especialidades y días de permanencia durante el desarrollo del mantenimiento preventivo

| | | Cantidad de personal | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Total máximo | 19-oct | 20-oct | 21-oct | 22-oct | 23-oct | 24-oct | 25-oct | 26-oct | 27-oct | 28-oct | 29-oct | 30-oct | |
| | | | Mainin | Directos | Directos | | | | | | | | | | |
| Mecánico | 3 | 0 | | | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Soldador | 2 | 0 | | | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Electricista | 28 | 0 | | | 0 | 7 | 14 | 28 | 28 | 28 | 28 | 21 | 10 | 10 | 0 |
| Instrumentista | 12 | 0 | | | 0 | 3 | 6 | 12 | 12 | 12 | 12 | 9 | 4 | 4 | 0 |
| | 45 | 0 | | 0 | 10 | 22 | 45 | 45 | 45 | 45 | 35 | 14 | 14 | 0 | |
| Indirectos | Indirectos | Total máximo | | 19-oct | 20-oct | 21-oct | 22-oct | 23-oct | 24-oct | 25-oct | 26-oct | 27-oct | 28-oct | 29-oct | 30-oct |
| | Planner | 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Conductor | 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Sup. E&I | 7 | | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 | 5 | 2 | 2 | 0 |
| | Sup. Mec. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Sup. seguridad | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| | | 12 | 0 | 0 | 5 | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 5 | 5 | 0 | |
| | Total | 57 | 0 | 0 | 15 | 30 | 57 | 57 | 57 | 57 | 45 | 19 | 19 | 0 | |

La figura 8, ilustra el histograma del área de electricidad e instrumentación.

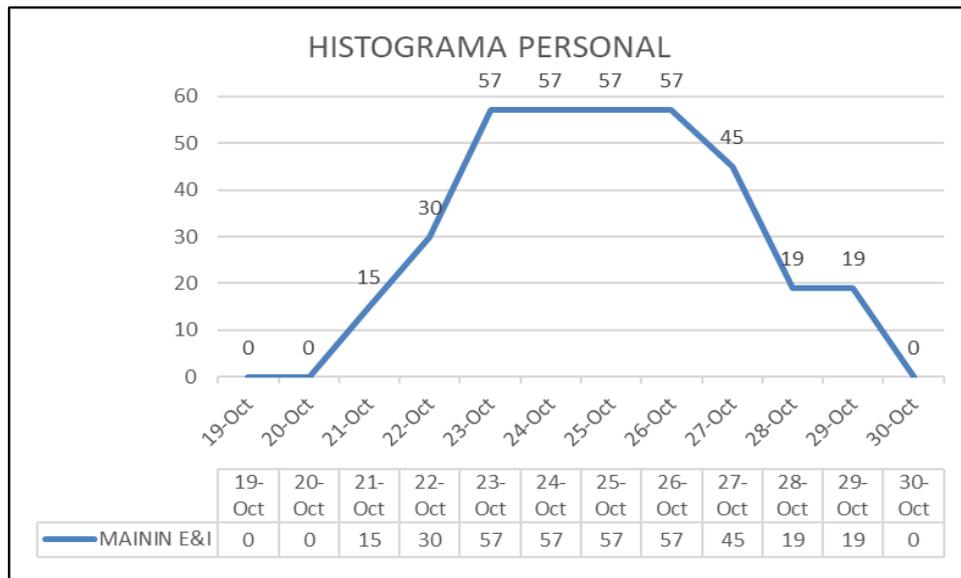


Figura 8. Histograma de personal requerido para el desarrollo del mantenimiento preventivo

Para la movilización (subida a mina) del personal operativo, administrativo y de supervisión se movilizarán según cronograma aprobado por planificación Marcobre, quienes cumplirán con los estándares de transportes vigentes.

Antes de movilizar al personal, deberán someterse a exámenes médicos preocupacionales en clínicas autorizadas u homologadas por minera Marcobre, seguidamente el personal pasará por un proceso de inducción, capacitaciones de seguridad, medio ambiente, responsabilidad social según ley.

En la siguiente tabla 4, se detalla la cantidad de personal que se movilizará según fechas programadas.

Tabla 4. Cronograma de movilización de personal

| | | Cronograma de movilización | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| N.º | Actividades | Cant. | ju 19- oct | vi 20- oct | sa 21- oct | do 22- oct | lu 23- oct | ma 24- oct | mi 25- oct | ju 26- oct | vi 27- oct |
| Electricidad | Supervisor E&I | 7 | 0 | 2 | 2 | 3 | | | | | |
| | Supervisor mecánico | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | |
| | Supervisor SSOMA | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| | Conductores | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | |
| | Planner | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | |
| | Mecánico | 3 | 0 | 0 | 1 | 2 | | | | | |
| | Soldadores | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| | Instrumentistas | 12 | 0 | 3 | 3 | 6 | | | | | |
| | Electricistas | 28 | 0 | 7 | 7 | 14 | | | | | |
| | | | 57 | 0 | 14 | 16 | 27 | | | | |

Al término del servicio de mantenimiento preventivo, todo personal se desmoviliza (salida de mina), la desmovilización se realiza desde campamento definitivo o la ciudad de Nazca hasta las ciudades de Lima y Arequipa, en la tabla 5, se muestra el cronograma de desmoviliza según fechas programadas y aprobadas por planificación Marcobre.

Tabla 5. Cronograma de desmovilización

| Cronograma de desmovilización | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| N.º | Actividades | Cant. | ju | | vi | | sa | | do | |
| | | | 26-oct | | 27-oct | | 28-oct | | 29-oct | |
| | | | 10:00 a. m. | 10:00 p. m. |
| E&I | Supervisor E&I | 7 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| | Supervisor mecánico | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Supervisor SSOMA | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Conductores | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Planner | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Mecanico | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Soldadores | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Instrumentistas | 12 | 0 | 3 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| | Electricistas | 28 | 0 | 7 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| | Total | 57 | 0 | 12 | 0 | 23 | 3 | 0 | 0 | 19 |

B. Equipos, herramientas y consumibles

Durante el desarrollo del mantenimiento preventivo es importante contar con equipos, herramientas y consumibles, se considera todo lo necesario para el correcto desarrollo de las actividades.

Los equipos y herramientas (tablas 6 y 7) son proporcionados por la empresa Mainin, todos éstos son movilizados con una semana de anticipación desde la ciudad de Nasca hasta las instalaciones de minera Marcobre.

Tabla 6. Lista de equipos necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos

| Listado de equipos | | | |
|---------------------------|--|--------|----------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad |
| 1 | Multímetro | Und. | 10 |
| 2 | Pinzas amperimétricas | Und. | 15 |
| 3 | Revelador de tensión fluke (tipo lapicero) | Und. | 29 |
| 4 | Megohmetro 5KV | Und. | 1 |
| 5 | Torquímetro de 0-50N/m | Und. | 4 |
| 6 | Sopladores inalámbricos | Und. | 6 |
| 7 | Aspiradora antiestática | Und. | 1 |
| 8 | Revelador de media tensión (kit completo) | Und. | 2 |
| 9 | Atornillador de impacto | Und. | 2 |

| | | | |
|----|---|------|----|
| 10 | Hidrolavadora | Und. | 1 |
| 11 | Detector de voltaje - reloj | Und. | 14 |
| 12 | Taladro Inalámbrico de 1/2" | Und. | 4 |
| 13 | Turbineta con juego fresas neumática | Und. | 1 |
| 14 | Taladro alámbrico | Und. | 1 |
| 15 | Amoladora 7 (con cable de extensión) – 220 V | Und. | 1 |
| 16 | Amoladora 4 1/2 (con cable de extensión) – 220 V | Und. | 1 |
| 17 | Pistola de impacto con mangueras de aire de 20 m y encastre de 3/4, acople rápido | Und. | 1 |
| 18 | Pistola de impacto con mangueras de aire de 20 m y encastre de 1/2, acople rápido | Und. | 1 |
| 19 | Máquina de soldar c/accesorios (3 extensiones de 20 m) - 380 V | Und. | 1 |

Tabla 7. Lista de herramientas necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos

| Listado de herramientas eléctricas | | | |
|---|---|---------------|-----------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad |
| 1 | Pistola-aplicador de silicona | Und. | 14 |
| 2 | Juego de dados encastre de 1/2" | Und. | 14 |
| 3 | Maletín de herramientas electricista (aisladas) | Und. | 10 |
| 4 | Maletín de herramientas instrumentista (aisladas) | Und. | 15 |
| 5 | Baúl de herramientas 1.20 m x 1.20 m x 0.60 m | Und. | 7 |
| 6 | Escaleras tipo tijera 3 pazos | Und. | 7 |
| 7 | Escaleras tipo tijera 5 pazos | Und. | 4 |
| 8 | Wincha pasacables | Und. | 1 |
| 9 | Adaptador para torquímetro de encastre 3/8" a encastre 1/2" | Und. | 4 |
| 10 | Extensiones (mango) para escobillones | Und. | 12 |
| 11 | Escobillones para limpieza con mango de madera | Und. | 12 |
| 12 | Guantes Dieléctrico Clase 00 500V con sobre guantes de protección | Und. | 10 |
| 13 | Guantes Dieléctrico Clase 0 1000V con sobre guantes de protección | Und. | 5 |
| 14 | Guantes Dieléctrico Clase 1 7500V con sobre guantes de protección | Und. | 4 |
| 15 | Juego de dados aislados | Und. | 25 |
| 16 | Juego de llave hexagonal con Mango en T (Referencia INGCO) | Und. | 3 |
| 17 | Juego de llaves mixtas pulgadas | Und. | 7 |
| 18 | Juego de llaves mixtas mm | Und. | 14 |
| 19 | Juego de brocas covaltada para metal | Und. | 1 |
| 20 | Espátula de metal de 2" | Und. | 20 |
| 21 | Juego de macho | Und. | 2 |
| 22 | Martillo de bola con mango de goma (2 libras) | Und. | 25 |
| 23 | Tarraja para tubería de 1/2" A 2" | Und. | 1 |
| 24 | Prensa trípode para tuberías | Und. | 1 |
| 25 | Sacabocado hidráulico | Und. | 1 |
| 26 | Sierra copa | Und. | 1 |
| 27 | Nivel torpedo magnético 9" | Und. | 2 |

| | | | |
|----|-------------------------------------|------|----|
| 28 | Escuadra de 12" | Und. | 1 |
| 29 | Arco de sierra (con hoja de sierra) | Und. | 3 |
| 30 | Prensa terminal tubular aislado | Und. | 10 |

Los consumibles (tabla 8) son proporcionados por minera Marcobre y solicitados a planificación con una semana de anticipación, de esta forma los almacenes asignados cuentan con el stock requerido para el desarrollo del mantenimiento.

Tabla 8. *Lista de consumibles necesarios para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos.*

| Listado de consumibles eléctricos | | | |
|--|--|----------------|-----------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad |
| 1 | Afloja todo WD-40 | Und. | 70 |
| 2 | Bolsas Transparentes | Ciento | 2 |
| 3 | Cinta aislante color negro | Und. | 4 |
| 4 | Cinta aislante color azul | Und. | 20 |
| 5 | Cinta aislante Acabado 33++/35 amarillo | Und. | 4 |
| 6 | Cinta aislante Acabado 33++/35 azul | Und. | 4 |
| 7 | Cinta aislante Acabado 33++/35 rojo | Und. | 4 |
| 8 | Cinta aislante Acabado 33++/35 verde | Und. | 4 |
| 9 | Cinta Cambrige | Und. | 8 |
| 10 | Cinta ducto tape/Ploma | Und. | 7 |
| 11 | Cinta vulcanizante | Und. | 12 |
| 12 | Cintas aislantes de acabado súper 33 color negro | Und. | 14 |
| 13 | Cintillos de 100 mm | Paquete de 100 | 5 |
| 14 | Cintillos de 150 mm | Paquete de 100 | 5 |
| 15 | Cintillos de 200 mm | Paquete de 100 | 5 |
| 16 | Cintillos de 500 mm | Paquete de 100 | 8 |
| 17 | Escobilla de Fierro (con mango de plástico) | Und. | 40 |
| 18 | Escoba de mano sin parte metálica | Und. | 40 |
| 19 | Limpia contactos | Und. | 20 |
| 20 | Paño industrial absorbente | Rollos | 7 |
| 21 | Silicona white | Und. | 20 |
| 22 | Pintura Spary Zinc - It | Und. | 6 |
| 23 | Trapo industrial | kg | 50 |
| 24 | Broca 1/2" HSS | Pza. | 2 |
| 25 | Broca 1/4" HSS | Pza. | 2 |
| 26 | Broca 1/8" HSS | Pza. | 2 |
| 27 | Terminal tipo pin de 4 mm - 12 AWG color plomo | Cto. | 1 |
| 28 | Cinta teflón | Paquete de 10 | 2 |
| 29 | Disco, corte, metal, 4-1/2" x 1/8", 7/8" | Pza | 12 |

| | | | |
|----|---|-----|---|
| 30 | Disco, corte, metal, 7" x 1/8", 7/8", tipo 41 | PZA | 1 |
| 31 | Disco, desbaste, p/metal, 4 1/2" x 1/4", 7/8" | PZA | 2 |
| 32 | Disco, desbaste, p/metal, 7" x 1/4", 7/8" | PZA | 1 |
| 33 | Soldadura 6011 3.25 mm (25 kg) | KG | 3 |
| 34 | Disco, escobilla circular, 4-1/2", 7/8" | PZA | 1 |

C. Transporte

Para el transporte de los equipos, herramientas, consumibles y del personal se considera una camioneta que lo proporciona la empresa Mainin, esta movilidad debe cumplir con todo lo requerido dentro del Reglamento Interno de Transporte (RITRA), de la misma forma la camioneta debe figurar activa dentro de la plataforma de Oficina de Procesos Administrativos (OPA).

Tabla 9. Movilidad asignada para el desarrollo del mantenimiento en la planta de óxidos.

| Ítem | Placa | Movilidades | Unidad | Cantidad |
|------|---------|--|--------|----------|
| | | Evidencia fotográfica | | |
| 1 | M6I-751 |  | Und. | 1 |

4.3.1.3. Estrategia de desarrollo de mantenimiento

La estrategia de desarrollo de mantenimiento se realiza considerando las actividades mecánicas más importantes, actividades que se denominan estar dentro de la ruta crítica según planificado por minera Marcobre, cabe resaltar que en el presente informe no se describen las actividades mecánicas, pero por ser actividades de alta criticidad la estrategia se desarrolla a partir de las actividades mecánicas y por consecuencia se desarrollan en paralelo las actividades de mantenimiento preventivo eléctrico y de instrumentación.

La estrategia parte con el desarrollo de actividades en chancado primario por 48 horas, a las 24 horas de iniciado las actividades de mantenimiento dan inicio las actividades en chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes (SX), electrodeposición (EW) se desarrollan por 48 horas, las actividades en el área de rípios se inician al termino de las actividades en chancado primario, las actividades en

ripios son por 48 horas. El mantenimiento se desarrolla en un total de 96 horas, el siguiente cuadro detalla la estrategia.

Tabla 10. Estrategia de desarrollo del mantenimiento preventivo en la planta de óxidos

| PARADA DE PLANTA ÓXIDOS | | | | | 22-Oct | | 23-Oct | | 24-Oct | | 25-Oct | | 26-Oct | | 27-Oct | | 28-Oct | |
|-------------------------|---|---------------|------------------|------------------|----------------|-------------|-----------|-------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | TURNO DIA | TURNO NOCHE | TURNO DIA | TURNO NOCHE | TURNO DIA 08:00 hrs | TURNO NOCHE 08:00 hrs | TURNO DIA 08:00 hrs | TURNO NOCHE 08:00 hrs | TURNO DIA 08:00 hrs | TURNO NOCHE 08:00 hrs | TURNO DIA 08:00 hrs | TURNO NOCHE 08:00 hrs | TURNO DIA 08:00 hrs | TURNO NOCHE 08:00 hrs |
| Área | Trabajo crítico | Duración (hr) | Inicio | Final | PREVIOS PARADA | | | | PARADA DE PLANTA | | | | | | | | POST PARADA | |
| CHANCADO PRIMARIO | Cambio liners CH-301 Cambio de liners CH-302 Cambio de polea 2 CV-303 | 48 | 24/10/2023 07:00 | 26/10/2023 07:00 | | | | | | | | | | | | | | |
| CHANCADO SEC / TERC | Cambio de liners CH345 y C347 Cambio de PAN Liner parcial FE304 SC-301 Cambio de rieles Cambio de lines BN-307 | 48 | 25/10/2023 07:00 | 27/10/2023 07:00 | | | | | | | | | | | | | | |
| CARGA BATEAS | Cambio de polea P7 de CV-314 Upgrade VDF CV-313 | 48 | 25/10/2023 07:00 | 27/10/2023 07:00 | | | | | | | | | | | | | | |
| SX-EW | Cambio de barra equipotencial - Celda 412 y 401 (Por confirmar - Falta reunion con operaciones) | 48 | 25/10/2023 07:00 | 27/10/2023 07:00 | | | | | | | | | | | | | | |
| RIPIOS | Reparacion de BN-311 / BN-312 Cambio de compuerta abatible BN-312 Cambio de cables CN-301 / CN-302 Cambio de faja FE-315 | 48 | 26/10/2023 07:00 | 28/10/2023 07:00 | | | | | | | | | | | | | | |

4.3.1.4. Diagrama Gantt de actividades

El diagrama Gantt grafica los tiempos asignados, tiempos previstos para el cumplimiento de las actividades dentro de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rипios, la línea de tiempo del diagrama se elaboró conforme a la estrategia planificada, junto con las dependencias entre las actividades, las personas asignadas y los hitos del servicio.

Tabla 11. Diagrama de Gantt de actividades



4.3.1.5. ManPower

El *ManPower* es aquella herramienta de gestión donde se disgregan todas las actividades planificadas y poderles asignar recursos a cada una de ellas, los recursos entregados tanto por Mainin como por Marcobre son limitados y se deben asignar equitativamente a todos los equipos de trabajo. El *ManPower* contiene la siguiente información:

- Área a la cual está asignado el equipo de trabajo.
- Tag y nombre de equipo a intervenir.
- Actividad que se desarrollará en el equipo asignado.
- Especialidad del colaborador que desarrollará la actividad.
- Grupo de trabajo al cual pertenece el colaborador.
- Nombre del supervisor de Marcobre que es responsable de la actividad.
- Recursos como: materiales, equipos, herramientas, maquinarias, cuerpos de andamios, etc.
- Nombre del supervisor de Mainin a cargo del equipo de trabajo.

Para el desarrollo del mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos se elaboró un *ManPower* específico para cada área dentro de la planta de óxidos, las cuales son: chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y ripios, en las tablas del 12 al 17 se detalla el *ManPower* específico por área.

A. Chancado primario

Tabla 12. *ManPower* para el área de chancado primario

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|-------------------|---|---|--|---|---|---|----------|--------------------------------|---|-----------------------------|
| CHANCADO PRIMARIO | 3111-BN-301 TOLVA DE ROM DE ÓXIDOS | MANTO - SWITCH NIVEL ALTO LIT-30063 | 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3111-CH-301 CHUTE DE ALIMENTACIÓN DE ALIMENTADOR DE PLACAS DE CHANCADORA PRIMARIA | MANTO - TILT SWITCH CH-301 | 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3111-FE-301 ALIMENTADOR DE PLACAS DE DESCARGA DE CHANCADORA PRIMARIA DE ÓXIDOS | MANTENIMIENTO MENOR DE MOTOR MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS MANTO CAJAS CONEXIONES JB-0001-006 | 2 2 2 2 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3112-CV-301 FAJA TRANS DE ALIM DE STOCKPILE 1 | REVISIÓN DE SENSOR CERVO DE MAGNETO MA-301 MANTENIMIENTO DE MOTOR PRINCIPAL MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO MANTO MOTOR SIST LUB 3122-CV-301 -M MANTO MOTOR FRENO 3122-CV-301 -M MANTO MOTOR MAGNETO MA-301 -M MANTENIMIENTO DETECTOR METALES MD-301 CALIBRACION DE DETECTOR DE METALES MD-301 MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 2 2 2 2 2 2 2 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3112-CV-302 FAJA TRANS DE ALIM DE STOCKPILE 2 | MANTENIMIENTO MENOR MOTOR PRINCIPAL MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO MANTO MOTOR SIST LUB CV-302 -M MANTO MOTOR VENT CV-302 -M MANTO MOTOR FRENO CV-302 -M MANTO INSTRUMENTOS | 2 2 2 2 2 2 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3112-CV-303 FAJA TRANS DE ALIM DE STOCKPILE 3 | MANTENIMIENTO MENOR MOTOR PRINCIPAL MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO MANTO MOTOR SIST LUB 3132-CV-303 -M MANTO MOTOR FRENO 3132-CV-303 -M MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 2 2 2 2 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3111-CR-301 CHANCADORA PRIMARIA ÓXIDOS | CAMBIO FLUÍDMETRO ACEITE SIST LUBR CHANCADORA MANTENIMIENTO MENOR DE MOTOR MANTO CAJA DE CONEXIONES RTD VERIFICACIÓN DE TERMISTOR MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO MANTO MOTOR XM-334-M MANTO MOTOR LU-311-M1 MANTO MOTOR LU-311-M2 MANTO MOTOR FA-306-M MANTO MOTOR FA-307-M MANTO MOTOR BL-311-M MANTO INSTRUMENTOS | 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 | | | | GRUPO 01 | BRAYAN ZEVALLOS 941 251 327 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |

B. Mano de obra chancado secundario

Tabla 13. ManPower para el área de chancado secundario

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|---------------------|---|--|---|---|---|---|----------|------------------------------|---|-----------------------------|
| CHANCADO SECUNDARIO | 3133-BN-304 TOLVA ALIMENTACION DE CHANCADORA SEC | MANTTO - INSPECCIÓN DE SENSOR DE NIVEL | 2 | | | | GRUPO 02 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR | 2 | | | | GRUPO 02 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 02 CUERPOS DE ANDAMIOS • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE CONEXIONES | 2 | | | | | | | | |
| | MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR | 2 | | | | | | | | |
| | 3133-CV-304 FAJA TRANS DE ALIM 2 ZARANDA SECUNDARIA | BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO | 2 | | | | GRUPO 02 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 03 CUERPOS DE ANDAMIOS • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO PREVENTIVO DE MOTOR PRINCIPAL | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE CONEXIONES | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR | 2 | | | | | | | |
| | 3122-CV-319 FAJA TRANS DE ALIM 1 ZARANDA SECUNDARIA | BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO | 2 | | | | GRUPO 02 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 03 CUERPOS DE ANDAMIOS • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | | MANTTO MOTOR SIST LUB CV-310 -M | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO MOTOR FRENO CV-310 -M | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO MOTOR MAGNETO MA-302 -M | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO DETECTOR DE METALES 3143-MD-302 | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |

C. Mano de obra chancado terciario

Tabla 14. ManPower para el área de chancado terciario

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|-------------------|---|--|---|---|---|---|----------|------------------------------|---|-----------------------------|
| CHANCADO TERCARIO | 3143-BN-306 TOLVA DE ALIM DE CHANCADORA TERCARIA | MANTTO - SWITCH NIVEL ALTO 3141-LSHH-30917 | 2 | | | | GRUPO 03 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR | 2 | | | | GRUPO 03 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 02 CUERPOS DE ANDAMIOS • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SLIXE 943968358 |
| | MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE CONEXIONES | 2 | | | | | | | | |
| | MANTENIMIENTO DEL VENTILADOR | 2 | | | | | | | | |
| | 3141-CV-309 TRANSPORTADOR DE ZARANDA TERCARIA DE OXIDOS | BOTONERA DE CAMPO - MANTENIMIENTO | 2 | | | | GRUPO 03 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SLIXE 943968358 |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO DE ENCODER | 2 | | | | | | | |
| | 3141-XM-313 FAJA TRANSPORTADORA DE ZARANDA TERCARIA | MANTTO E INSPECCIÓN DE CABLE PLANO | 2 | | | | GRUPO 03 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SLIXE 943968358 |
| | | HABILITACIÓN DE SENSOR LASER | 2 | | | | | | | |
| | | HABILITACIÓN DE SENSOR LASER | 2 | | | | | | | |

D. Mano de obra carga de bateas

Tabla 15. ManPower para el área de carga de bateas

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|----------|------------------------------|--|---|
| CARGA DE BATEAS | 3211-SB-301 TAMBOR DE PRETRATAMIENTO | REPARACIÓN DE TUBERIA DE SENSOR DE VELOCIDAD CERO | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SLIXE 943968358 |
| | | MANTENIMIENTO DE CERO SPEED | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELÉCTRICO | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | 3221-CV-312 FAJA TRANSPORTADORA DE ALIM A BATEAS 1 | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELÉCTRICO | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 1 CUERPO DE ANDAMIO • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | HENRY MINALAYA 962700994 |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | 3221-CV-313 FAJA TRANSPORTADORA DE ALIM A BATEAS 2 | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELÉCTRICO | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 1 CUERPO DE ANDAMIO • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | DIEGO RISCO 930552153 / 931075466 |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | 3221-CV-314 FAJA TRANSPORTADORA DISTRIBUIDOR A BATEA | RIGIDIZAR INSTALA. MCC INTER SALA ELÉCTRICA SE-310 | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • MANLIFT • CONSUMIBLES | RAUL ESTRADA 950 274 239 |
| | | REPARAR TUBERIAS CONDUIT LUBICADAS LADO CABEZA FAJA | 2 | | | | | | | |
| | | REPARAR SISTEMA DE ILUMINACIÓN CV-314 | 2 | | | | | | | |
| | | MEGADO DE MOTORES, MANTTO TRIPPER XM-327 | 2 | | | | | | | |
| | | LIMPIEZA ANTENAS POSICIÓN RFID SIST TRANSPONDERS | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELÉCTRICO | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | | MANTTO PREVENTIVO GABINETE CONTROL LOCAL PCC | 2 | | | | | | | |
| | 3221-XM-397 MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 2 | | | | | | | | |

E. Mano de obra lixiviación, clarificador, electrodeposición

Tabla 16. ManPower para las áreas de lixiviación, clarificación, electrodeposición

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|---|---|--|---|---|---|----------|------------------------------|---|---|--------------------------|
| EW-SK | 3261-CL-301 CLARIFICADOR DE PLS | MANTENIMIENTO DE MOTORES | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SUXE 943968358 |
| | | MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN | 2 | | | | | | | |
| | 3331-FL-301 FILTRO No. 1 DE ELECTROLITO | FL-301 REVISION DE VALVULAS NEUMATICAS | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SUXE 943968358 |
| | 3331-FL-302 FILTRO No. 2 DE ELECTROLITO | FL-302 REVISION DE VALVULAS NEUMATICAS | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SUXE 943968358 |
| | 3331-FL-303 FILTRO No. 3 DE ELECTROLITO | FL-303 REVISION DE VALVULAS NEUMATICAS | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SUXE 943968358 |
| 3331-FL-304 FILTRO No. 4 DE ELECTROLITO | FL-304 REVISION DE VALVULAS NEUMATICAS | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | MIGUEL SUXE 943968358 | |

F. Mano de obra rипios

Tabla 17. ManPower para el área de rипios

| ÁREA | EQUIPO | ACTIVIDADES | E | I | M | S | GRUPO | SUPERVISOR MCB | RECURSOS Y COMENTARIOS | SUP. MAININ |
|---|--|--|---|---|---|----------|------------------------------|---|--|-----------------------------|
| RIPIOS | 3231-FE-315 ALIMENTADOR DE FAJA DE GRUA #1 | MANTENIMIENTO ELECTRICO/INSTRUMENTACIÓN DE FEDES | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3231-FE-316 ALIMENTADOR DE FAJA DE GRUA #2 | MANTENIMIENTO ELECTRICO/INSTRUMENTACIÓN DE FEDES | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | 3232-CV-315 FAJA TRANSPORTADORA DE RIPIOS | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELECTRICO | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • 1 CUERPO DE ANDAMIO • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELECTRICO | 2 | | | | | | | |
| | | HABILITACIÓN DE CABLE DE SENSOR DE TENSADO | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| | 3221-CV-314 FAJA TRANSPORTADORA DISTRIBUIDOR A BATEA | REGULACIÓN DE SENSIBILIDAD DE PULLCORD | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • MANLIFT • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 |
| | | RIGIDIZAR INSTALA. MCC INTER SALA ELECTRICA SE-310 | 2 | | | | | | | |
| | | REPARAR TUBERIAS CONDUIT UBICADAS LADO CABEZA FAJA | 2 | | | | | | | |
| | | REPARAR SISTEMA DE ILUMINACIÓN CV-314 | 2 | | | | | | | |
| | | MEGADO DE MOTORES, MANTTO TRIPPER XM-327 | 2 | | | | | | | |
| | | LIMPIEZA ANTENAS POSICIÓN RFID SIST TRANSPONDERS | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTOR ELECTRICO | 2 | | | | | | | |
| | | MANTENIMIENTO INSTRUMENTOS | 2 | | | | | | | |
| MANTTO PREVENTIVO GABINETE CONTROL LOCAL PCC | 2 | | | | | | | | | |
| 3221-XM-397 MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 2 | | | | | | | | | |
| 3232-CV-320 FAJA TRANS DE TRANSFERENCIA DE RIPIOS | MANTENIMIENTO DE SISTEMA MOTRIZ | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 | |
| | MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN | 2 | | | | | | | | |
| 3232-CV-321 FAJA TRANS DE TRANSMISION DE RIPIOS | MANTENIMIENTO DE SISTEMA MOTRIZ | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 | |
| | MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN | 2 | | | | | | | | |
| 3232-XM-369 RUEDAS DE ACCIONAMIENTO DE TRANSPORTADOR DE TRANSMISION DE RIPIOS | MANTENIMIENTO DE SISTEMA MOTRIZ | 2 | | | | GRUPO 01 | LUIS CARRILLO 979 093 333 | • BLOQUEO Y ETIQUETADO • CONSUMIBLES | GUSTAVO FLORES 980679353 | |
| | MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN | 2 | | | | | | | | |

4.3.2. Desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos

Las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollan a través de Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS), la cual se realizan para obtener resultados específicos, el contenido del procedimiento describe los detalles para la correcta intervención (mantenimiento) a los equipos eléctricos e instrumentos, los procedimientos deben ser impresos y perfectamente

explicados, con el objetivo de que todo personal pueda ponerlos en práctica y los conozca a fondo y si en caso existiera dudas puedan tener una fuente de información confiable donde se puedan aclarar cualquier interrogante.

En el PETS se detallan varios puntos a considerar antes de intervenir cualquier equipo, en el cuerpo del documento se especifica lo siguiente:

- Cargo del personal que interviene en la actividad.
- Equipo de protección personal a utilizar para el desarrollo seguro de la actividad.
- Equipos, herramientas y materiales necesarios para llevar a cabo la actividad.
- Certificaciones o capacitaciones del personal.
- Detalle del desarrollo de las actividades que se realizan antes, durante y después, haciendo mención a actividades importantes como: bloqueo de equipos, trabajos en altura, trabajos en espacio confinado y otros donde sea necesario un Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).
- Por último, se listan las restricciones del personal con el objetivo que el trabajador no realice actos o se exponga a condiciones inseguras.

Los procedimientos de trabajo, describen a detalle el desarrollo de actividades de mantenimiento preventivo de equipos e instrumentos dentro de Planta de Óxidos, estos documentos deben estar al alcance de todo personal involucrado con la actividad, de la misma forma se debe contar con un registro de difusión de estos documentos, las cuales se debe presentar ante cualquier fiscalización de seguridad interna por parte de la contratista o una fiscalización de seguridad externa que lo realiza el cliente Marcobre.

En la tabla 18, se lista todos los PETS que se consideran para llevar a cabo el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo a equipos eléctricos e instrumentos, actividades que también se desarrollaron con calidad y seguridad.

Tabla 18. Lista de procedimientos necesarios para desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo

| Item | Codigo | Procedimiento escrito de trabajo seguro | Anexo |
|------|-------------------------|---|---------|
| 1 | PDP-ELE1- PETS-04-05 | Mantenimiento preventivo de motores de media tensión | Anexo 1 |
| 2 | PDP-ELE1- PETS-06-05 | Prueba de aislamiento para motores de baja tensión | Anexo 2 |

| | | | |
|---|-------------------------|--|---------|
| 3 | PDP-ELE1- PETS-07-05 | Mantenimiento preventivo de motores de baja tensión. | Anexo 3 |
| 4 | PDP-ELE1- PETS-08-05 | Mantenimiento correctivo de motores de baja tensión | Anexo 4 |
| 5 | PDP-INS1- PETS-05-05 | Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en planta. | Anexo 5 |
| 6 | PDP-INS1- PETS-06-05 | Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento de fajas transportadoras y alimentadoras. | Anexo 6 |
| 7 | PDP-INS1- PETS-09-05 | Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en batea | Anexo 7 |
| 8 | PDP-INS1- PETS-10-05 | Mantenimiento a instrumentos de protección y accionamiento en chancado primario | Anexo 8 |

En capítulos anteriores se mencionaron las nueve áreas que se encuentran dentro de la planta de óxidos, áreas donde se desarrollaron las actividades de mantenimiento preventivo, y para su mayor entendimiento en el siguiente diagrama de flujo (figura 9) se representa la secuencia del proceso de operación de la planta de óxidos.

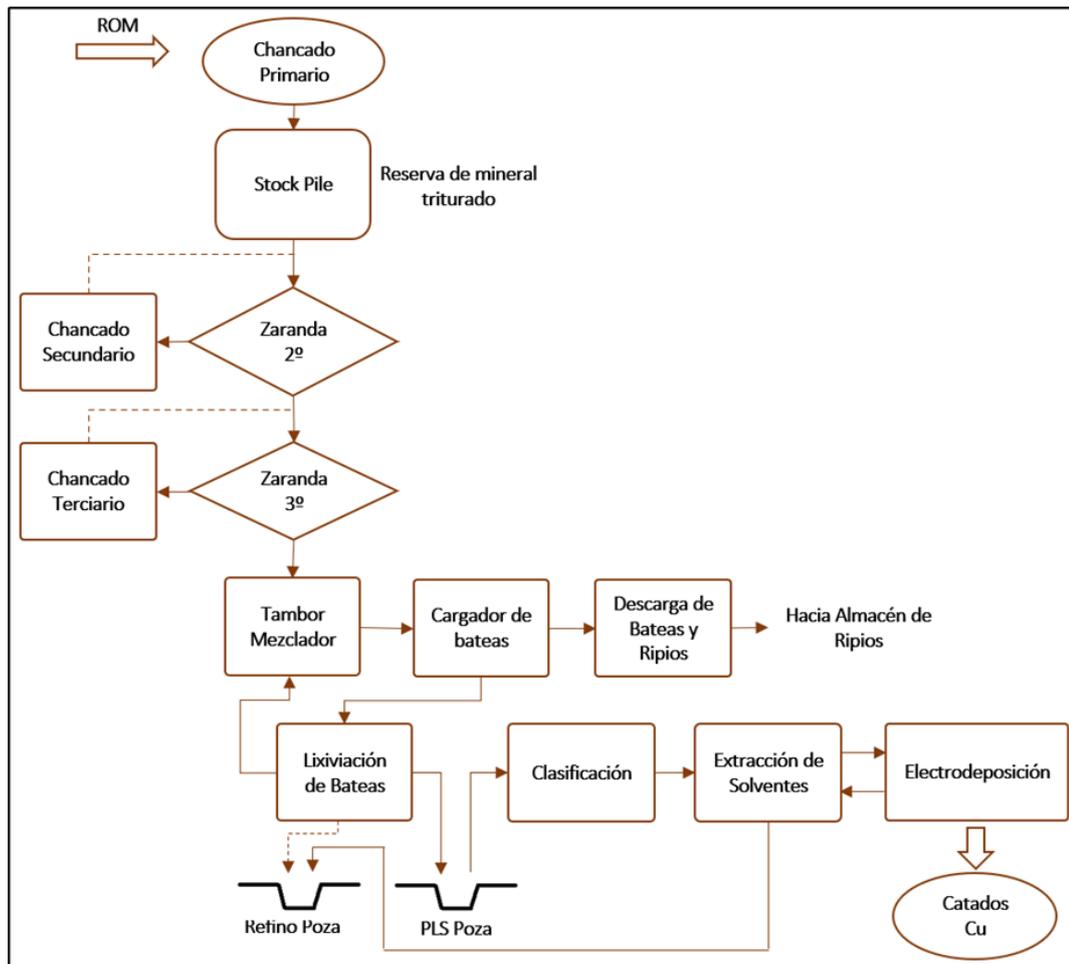


Figura 9. Flujo gramal de la planta de óxidos

El proceso de operación empieza con el abastecimiento de mineral ROM a través de camiones mineros desde canteras que se obtiene de una explotación a cielo abierto o también conocido como tajo abierto, el mineral extraído se vierte a la primera etapa del proceso que es el chancado de mineral con una chancadora giratoria, el mineral triturado es transportado a través de tres fajas transportadoras hasta el *stockpile* donde se almacena el mineral chancado, todo este proceso pertenece al área de chancado primario. El proceso de chancado secundario empieza con la alimentación del *stockpile* a través de dos placas alimentadoras y transportadas a través de una faja hasta la zaranda secundaria donde se selecciona material grueso y fino, el material grueso se transporta a la chancadora secundaria donde se reduce el mineral a un tamaño adecuado para ser transportado hasta la zaranda terciaria, el material fino obtenido en la zaranda secundaria se transporta directamente hasta la zaranda terciaria, en la zaranda terciaria se selecciona nuevamente el mineral más grueso y más fino, el mineral más fino es transportado directamente hasta el tambor de pretratamiento (carga a bateas) y el material más grueso ingresa a la chancadora terciaria para ser remolido y transportado al tambor de pretratamiento.

La carga de bateas continúa con el proceso de la planta de óxidos iniciando con el ingreso de material fino al tambor de pretratamiento donde se trata al mineral con ácido sulfúrico y transportado a través de fajas transportadoras a un *tripper* y este se encarga de distribuir el mineral a las 15 bateas, en las bateas el mineral es sumergido por 4 días en solución lixivante que extrae el mineral del material sólido, el lixiviado se bombea hasta clarificador y extracción de solventes donde pasa un proceso de extracción de cobre a temperatura ambiente, el cobre líquido obtenido se transporta hasta las celdas de electrodeposición donde se obtiene los catodos de cobre. El material sólido (ripio) obtenido del proceso de lixiviación es transportado a través de fajas transportadoras al almacén de rípios. Siguiendo con todo el proceso de la planta de óxidos se obtiene catados de cobre a una pureza del 99.9999 %.

En los siguientes párrafos hacemos mención a las etapas o sistemas que se encuentran por cada área perteneciente a la planta de óxidos, de la misma forma se describen las actividades y se evidencia el mantenimiento preventivo que se realizaron en cada una de ellas.

4.3.2.1. Chancado primario

Chancado primario cuenta con cuatro etapas importantes dentro de su proceso:

- Chancado Primario, alimentador de placas.
- Faja Transportadora de descarga del chancador primario.
- Overland *conveyor* 1.
- Overland *conveyor* 2 y *Stockpile*

El mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos dentro de Chancado Primario, se realizó con lista de actividades mencionados a continuación en la tabla 19. Dentro de las actividades que se desarrollaron en el área de chancado primario se tiene las siguientes:

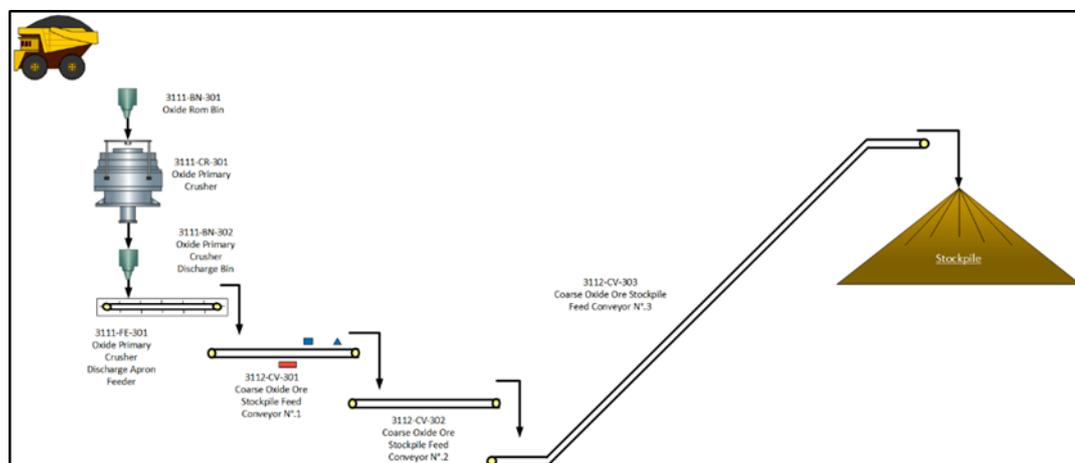


Figura 10. Flujograma de chancado primario

Tabla 19. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado primario

| Tag | Descripción de actividades |
|-------------|--|
| 3111-BN-301 | PM2 Sensor de Nivel LIT-30063 |
| 3111-CH-301 | PM2 Tilt Switch CH-301 |
| 3111-CR-301 | PM2 Motor |
| 3111-CR-301 | PM2 Sistema LRS y tablero de control. |
| 3111-CR-301 | PM2 Sistema de Lubricación Hidráulico Araña |
| 3111-CR-301 | PM2 Sistema de Engrase Araña (instrumentación, eléctrico) |
| 3111-FE-301 | PM2 instrumentación de Feeder |
| 3112-CV-301 | PM2 Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) |
| 3112-CV-301 | PM2 Preventivo Instrumentación faja transportadora |
| 3112-CV-301 | Mantenimiento preventivo y pruebas Detector de Metales MD-301 |
| 3112-CV-301 | Mantenimiento preventivo Electroimán MA-301 |
| 3112-CV-301 | Inspección, mantto, preservación Tilt Switch (chute de transferencia) |
| 3112-CV-301 | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desaliniamiento, Switch Rotura. |
| 3112-CV-301 | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos |
| 3112-CV-302 | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) |
| 3112-CV-302 | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora |
| 3112-CV-302 | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desalineamiento, Switch Rotura. |
| 3112-CV-302 | Inspección, mantto, preservación Tilt Switch (chute de transferencia) |
| 3112-CV-302 | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos |
| 3112-CV-303 | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) |
| 3112-CV-303 | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora |
| 3112-CV-303 | Mantenimiento Preventivo sensor de corte longitudinal Baker TX-30267 |
| 3112-CV-303 | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desalineamiento, Switch Rotura. |
| 3112-CV-303 | Inspección, mantto, preservación Tilt Switch (chute de transferencia) |
| 3112-CV-303 | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos |
| 3112-CV-303 | Mantto. Preventivo Instrumentación |
| 3112-CV-303 | Inspección y limpieza de motores eléctricos |
| 3112-FA-314 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3112-FA-314, para pruebas estáticas |

| | |
|-------------|--|
| 3112-PU-731 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3112-PU-731, para pruebas estáticas |
| 3111-FE-301 | Modificación soportería del zero speed |
| 3112-CV-301 | Inspección soportería, torqueo de los bastidores, limpieza polines y celdas de medición WT-301 |



Figura 11. Mantenimiento de motor eléctrico de chancadora 3111-CR-301

4.3.2.2. Chancado secundario

Chancado secundario comprende cuatro sistemas importantes:

- Alimentador de placa de descarga de mineral y faja transportadora hacia zaranda secundaria.
- Alimentador de zaranda, zaranda de chancado secundario y transporte de la zaranda secundaria.
- Sistema de transporte de faja hacia chancado secundario y chancado secundario.
- Sistema de transporte de material chancado terciario.

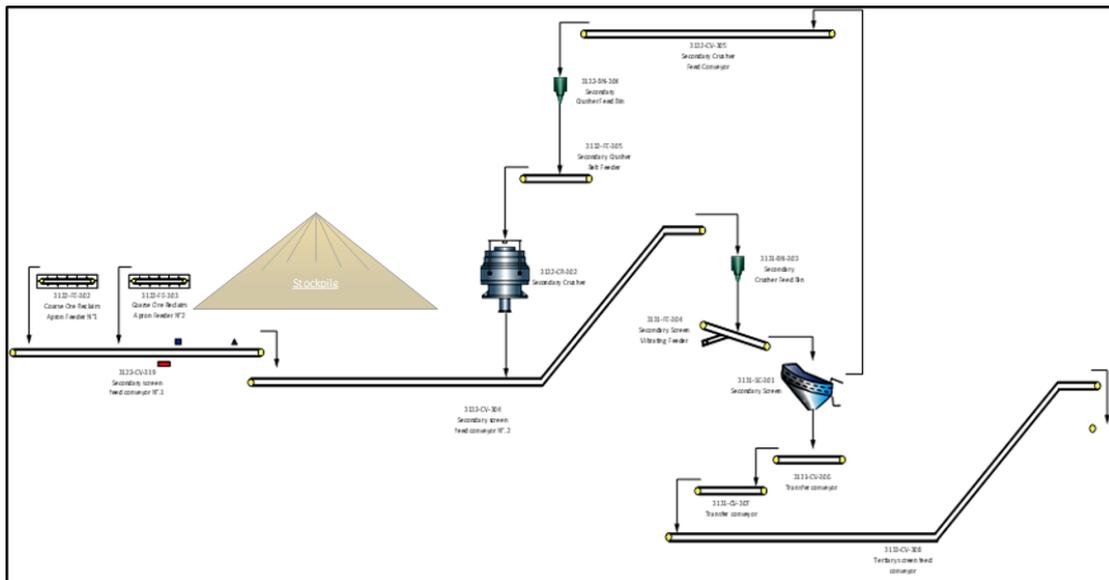


Figura 12. Flujograma de chancado secundario

El desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo dentro de chancado secundario se realizó según la lista de actividades mencionado en la tabla 20, en la siguiente tabla se describen las actividades por desarrollar.

Tabla 20. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado secundario

| Tag | Descripción de actividades |
|-------------|--|
| 3122-CV-319 | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) |
| 3122-CV-319 | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora |
| 3122-CV-319 | Mantenimiento preventivo Detector de Metales MD-302 |
| 3122-CV-319 | Mantenimiento preventivo Electroimán MA-302 |
| 3122-CV-319 | Inspección, mantto, preservación Tilt Switch (chute de transferencia) |
| 3132-BN-304 | Inspección y limpieza de sensores de nivel |
| 3132-CV-304 | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) |
| 3132-CV-304 | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora |
| 3132-CV-304 | Inspección, mantto, preservación Tilt Switch (chute de transferencia) |
| 3143-BN-306 | Inspección y limpieza de sensores de nivel |
| 3131-FE-304 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3131-FE-304, para pruebas estáticas |
| 3131-SC-301 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3131-SC-301, para pruebas estáticas |

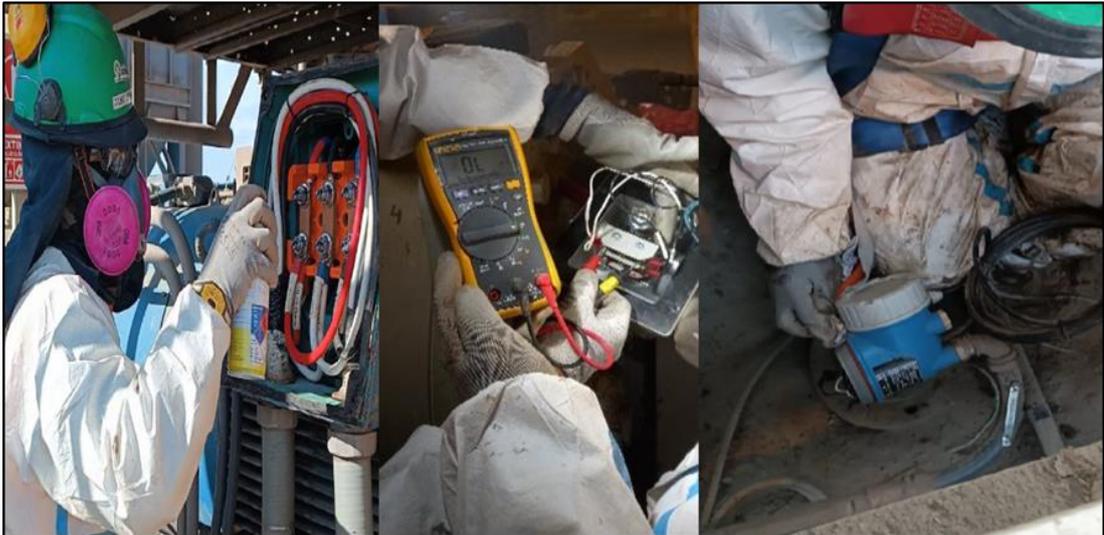


Figura 13. Mantenimiento de motor eléctrico e instrumento de ruptura de faja en 3131-FE-304, mantenimiento de sensor de nivel de 3131-BN-304

4.3.2.3. Chancado terciario

El proceso en el área de chancado terciario está comprendido por tres sistemas:

- Transporte hacia zaranda del chancado terciario y zaranda del chancado terciario.
- Sistema de transporte hacia el HPGR y chancado terciario.
- Transporte de mineral chancado hacia el mezclador.

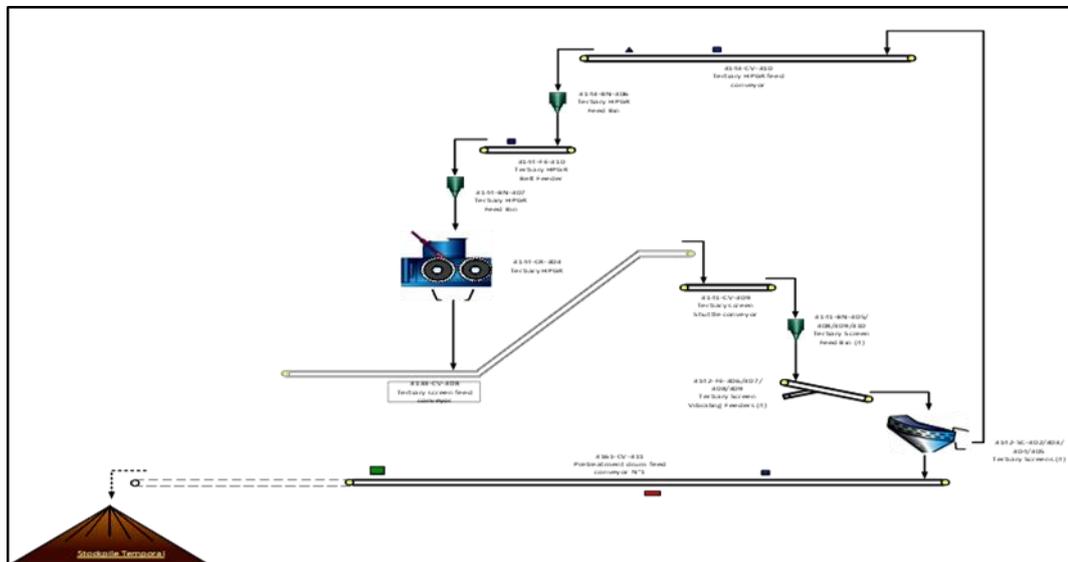


Figura 14. Flujo de chancado terciario

El desarrollo del mantenimiento preventivo dentro de chancado terciario, se realizó según lista de actividades mencionado en la tabla 21, el cuadro se hace mención a las actividades de mantenimiento preventivo dentro del área de chancado terciario.

Tabla 21. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de chancado terciario

| Tag | Descripción de actividades |
|--------------|---|
| 3141-CV-309 | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (motor/reductor) |
| 3141-XM-313 | Inspección / reparación de empalmes en cables planos |
| 3141-XM-313 | Habilitar sensor láser |
| 3141-XM-313 | Mantenimiento de encoder |
| 3141-XM-313 | Ordenamiento de cables / Habilitar nuevo cable FESTOON |
| 3142-FE-306 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3142-FE-306, para pruebas estáticas |
| 3144-FE-310 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3144-FE-310, para pruebas estáticas |
| 3144-PU-361 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3144-PU-361, para pruebas estáticas |
| Electricidad | PP-desconexión y conexión instrumentos xm-313 (Dimarza cambio ruedas demag) |
| Electricidad | PP-desconexión y conexión instrumentos cr-303 (Dimarza cambio de guillotinas) |

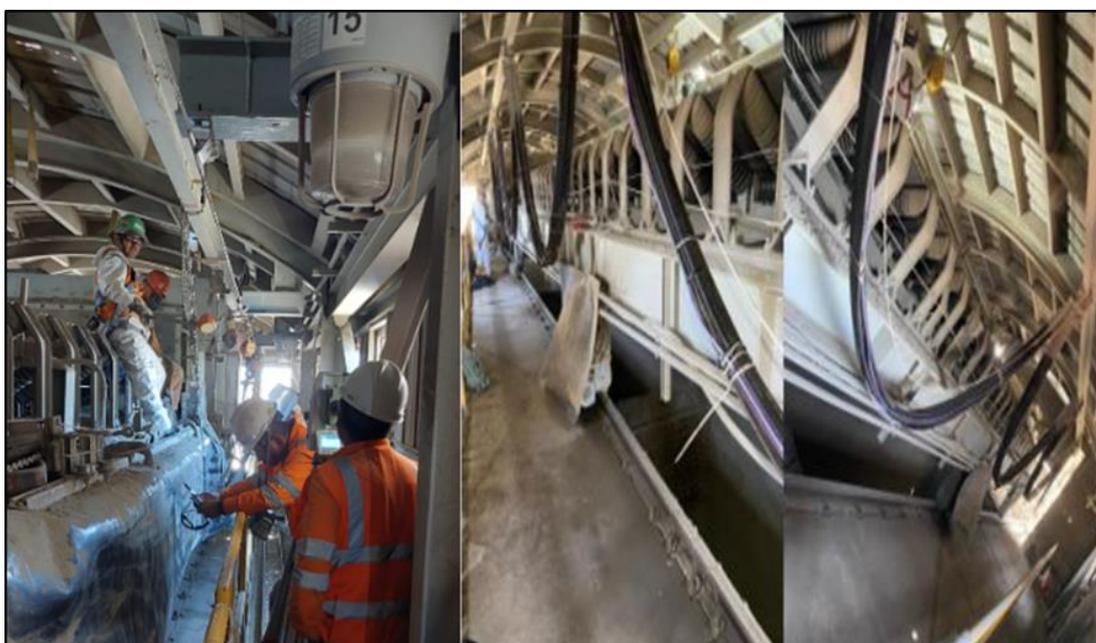


Figura 15. Inspección, reparación de empalmes en cables planos

4.3.2.4. Carga de bateas

Dentro del área de carga de bateas se incluyen cuatro sistemas importantes para su proceso:

- Tambor de pretratamiento.
- Transportador 1 de alimentación a bateas
- Transportador 2 de alimentación a bateas
- Transportador distribuidor a bateas

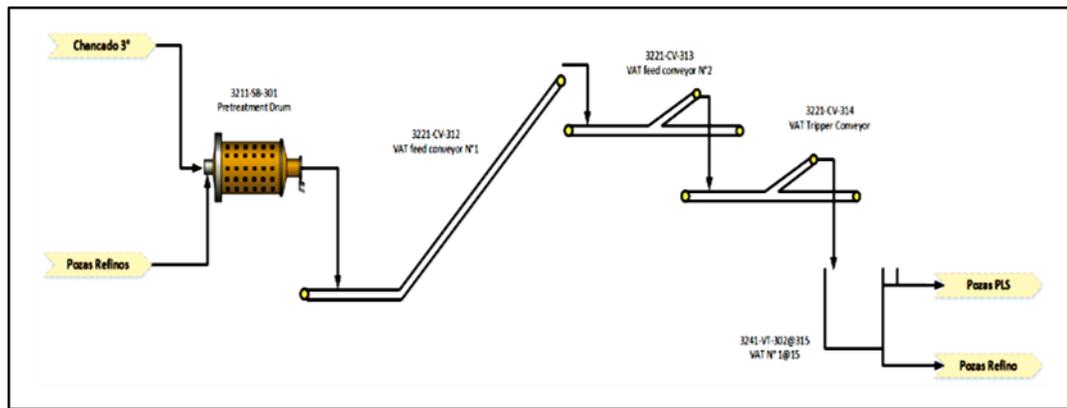


Figura 16. Flujograma de carga de bateas

El desarrollo del mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos dentro del área de Carga de Bateas se realizó según lista de actividades mencionado en la tabla 22. Las actividades dentro de carga de bateas son las siguientes:

Tabla 22. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de carga de bateas

| Tag | Descripción de actividades |
|-------------|---|
| 3221-CV-312 | Mantto. preventivo Elect / Instrum sistema motriz (motor/reductor) |
| 3221-CV-312 | Inspección, mantto. y preservación de instrumentos de faja transportadora |
| 3211-SB-301 | Mantto. Sensores de velocidad cero |
| 3221-CV-313 | Mantto. Preventivo sistema motriz (motor/reductor) |
| 3221-CV-313 | Inspección, mantto. y preservación de instrumentos de faja transportadora |
| 3221-CV-314 | Armar andamios permanentes en cabeza de faja CV-314 (sensor láser) |
| 3221-CV-314 | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora |
| 3221-XM-304 | Mantto preventivo motores de traslación Gantry (preservación, asegurar hermeticidad) XM-304 |
| 3221-XM-327 | Cambio de límites de carrera del Tripper XM-327 y Gantry TR-001 |
| 3221-XM-327 | Mantto preventivo motores de traslación Tripper (preservación, asegurar hermeticidad) XM-327 |
| 3221-XM-328 | Mantto preventivo motores de traslación Gantry (preservación, asegurar hermeticidad) XM-328 |
| 3221-CV-314 | Corregir tuberías averiadas (cabeza de faja transportadora) servicio externo |
| 3221-CV-314 | Reubicación de sensor <i>Zero speed</i> soldar platinas en polea de volteo (trabajo de soldadura) |
| 3221-XM-327 | Actividades mecánicas |



Figura 17. Mantenimiento de instrumentos en tambor de pretratamiento 3211-SB-301

4.3.2.5. Lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición

Dentro del área de Lixiviación y Clarificador se incluyen 7 sistemas:

- PLS de alta calidad, estanque y alimentación al clarificador
- PLS de bajo grado, estanque e impulsión
- Refinado de alto grado, estanque
- Refinado de alto grado, alimentación al tambor mezclador
- Refinado de alto grado, alimentación a bateas y estanque de refinación de bajo grado
- Refinado, estanqueidad y alimentación de baja calidad para bateas
- Clarificador PLS

Extracción de Solvente comprende los siguientes sistemas:

- Extracción de solvente E1 – E2
- SX Bomba de Sumidero 1
- Extracción de solvente EP
- Bomba de manejo de crudo
- Extracción de solvente S1 y electrolito
- SX bomba de sumidero 2
- Tanque de electrolito fuerte y filtro de bomba
- Extracción de solvente W1 y orgánico
- Colocador y carga de tanques de orgánico
- Planta de tratamiento de crudo

El área de Electrodeposición abarca:

- Intercambiador de calor

- Filtros electrolíticos
- Filtros electrolíticos Tanque de retrolavado y bomba de sumidero
- Celdas de pulido por electrodeposición EC-301 a 322
- Celdas Comerciales de Electrodeposición EC-323 a 412
- Almacenamiento y Distribución de Electrolito Agotado
- Circulación de Electrolito
- Bomba de sumidero por electrodeposición
- Manejo de Cátodos
- Agua caliente
- Agua desmineralizada
- Rectificador 1
- Rectificador 2
- Torre de enfriamiento
- Bomba de limpieza de colector y celda

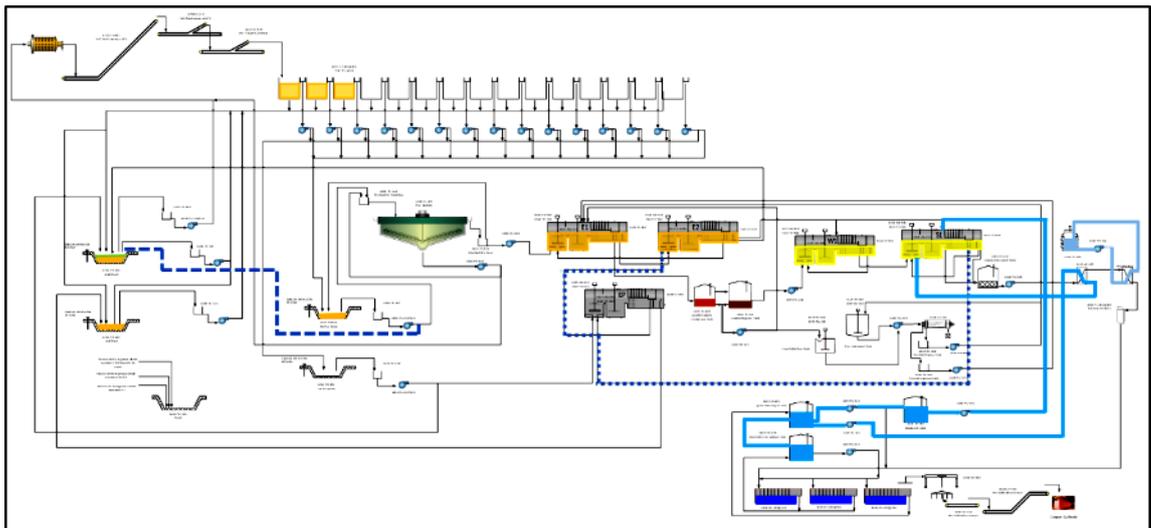


Figura 18. Flujograma de las áreas de lixiviación, clarificador, extracción de solventes y electrodeposición

El desarrollo del mantenimiento preventivo dentro de las áreas de lixiviación, clarificador, extracción de solventes y electrodeposición se llevó a cabo según lista de actividades descritos en la tabla 23. A continuación, se listan las actividades de mantenimiento preventivo:

Tabla 23. Equipos programados para mantenimiento dentro de las áreas de lixiviación, clarificador, extracción de solventes y electrodeposición

| Tag | Descripción de actividades |
|-------------|--|
| 3261-CL-301 | Mantto preventivo motores sistema hidráulico (limpieza, preservación, asegurar hermeticidad) |
| 3261-CL-301 | Mantto de la instrumentación sistema de lubricación, nivel de cama |
| 3334-PU-354 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3334-PU-354, para pruebas estáticas |
| 3251-PU-323 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3251-PU-323, para pruebas estáticas |
| 3261-PU-333 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3261-PU-333, para pruebas estáticas |



Figura 19. Mantenimiento de válvula y sensores en clarificador

4.3.2.6. Rípios

Dentro del área de rípios se encuentran los siguientes sistemas importantes para su proceso:

- Alimentadores 1, 2 y transportador de grava
- Transportador de transferencia de grava
- Transportador de transmisión de grava
- Transportador 1 de grava a camiones
- Transportador 2 de grava a camiones

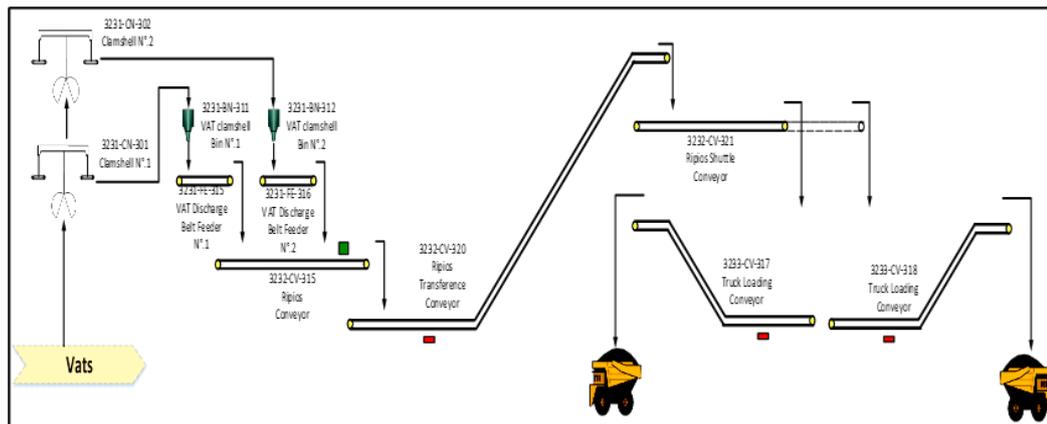


Figura 20. Flujograma del área de rípios

El área de rípios es la última etapa del proceso de retiro de material sólido, el desarrollo de actividades de mantenimiento preventivo dentro del área de Rípios se realizó bajo lista de actividades mencionado en la tabla 24. Las actividades a desarrollar en el área de rípios se detallan en siguiente cuadro:

Tabla 24. Equipos programados para mantenimiento dentro del área de rípios

| Tag | Descripción de actividades |
|-------------|---|
| 3231-FE-315 | Mantto preventivo Elect/Instrum Feeder FE-315 |
| 3231-FE-316 | Mantto preventivo Elect/Instrum Feeder FE-316 |
| 3232-CV-315 | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) |
| 3232-CV-315 | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora |
| 3232-CV-315 | Mantto preventivo sensor de velocidad cero |
| 3232-CV-315 | Habilitar extensión de cable switch sistema de tensado |
| 3232-CV-315 | Regular sensibilidad de Pullcords (reubicar palanca de activación) |
| 3232-CV-320 | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) |
| 3232-CV-320 | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora |
| 3232-CV-321 | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) |
| 3231-FE-315 | PP-desconexión y conexión instrumentos fe-315 (AQP cambio de faja) |
| 3233-CV-318 | PP-desconexión y conexión instrumentos CV-318 (AQP reparación de daños de fajas) |
| 3232-CV-321 | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora |
| 3232-XM-369 | Mantto preventivo motores de traslación (preservación, asegurar hermeticidad) |
| 3232-XM-369 | Mantto preventivo encoder |
| 3232-XM-369 | Habilitar sensor láser |
| 3232-XM-369 | Inspección, limpieza y reajuste de conexiones en tablero eléctricos de campo |
| 3241-PU-310 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3241-PU-310, para pruebas estáticas |
| 3241-PU-737 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3241-PU-737, para pruebas estáticas |
| 3242-PU-743 | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3242-PU-743, para pruebas estáticas |



Figura 21. Mantenimiento de instrumentos en faja 332-CV-321

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

Los resultados obtenidos después de haber realizado el mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos, alcanzó un cumplimiento de 99 % con un nivel de cumplimiento de la planeación (ISP) de 0.99, lo que conlleva a que las áreas de chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, carga de bateas, lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición y rípios, repongan su funcionamiento con satisfacción.

Los resultados obtenidos en las áreas por separado se describen a continuación, se describen el cumplimiento, reprogramación e incumplimiento de actividades.

A. Cumplimiento de actividades

- Chancado Primario, cumplimiento de actividades al 100 % con un ISP de 1.00
- Chancado Secundario, cumplimiento de actividades al 100 % con un ISP de 1.00
- Chancado Terciario, cumplimiento de actividades al 100 % con un ISP de 1.00
- Carga de Bateas, cumplimiento de actividades al 99 % con un ISP de 0.99
- Lixiviación, Clarificador, Extracción de Solventes, Electrodeposición, cumplimiento de actividades al 100 % con un ISP de 1.00
- Rípios, cumplimiento de actividades al 95 % con un ISP de 0.95

B. Reprogramación de actividades

- **Actividad:** Ordenamiento de cable Festo y habilitación de nuevo cable Festo.

Tag de equipo: 3141-XM-313

Área: Chancado Terciario

Motivo: Se reprograma la actividad por no contar con nuevo cable Festo.

C. Incumplimiento de actividades

- **Actividad:** Inspección, mantenimiento y preservación de instrumentos de faja transportadora.

Tag de equipo: 3221-CV-313

Área: Carga de Bateas

Motivo: Se deja pendiente un 10 % de mantenimiento de instrumentos asociados a la faja transportadora.

- **Actividad:** Mantenimiento preventivo eléctrico e instrumentación en Feeder FE-316.

Tag de equipo: 3231-FE-316

Área: Rípios

Motivo: Se realizan trabajos mecánicos en paralelo, calibración de equipo mecánico.

El detalle del cumplimiento, reprogramaciones de actividades y actividades que no se alcanzó a realizar el mantenimiento preventivo, se presentan en las siguientes tablas:

5.1.1. Resultados del mantenimiento en chancado primario

Tabla 25. Resultados del mantenimiento en chancado primario, ISP 1.00

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS | | | |  | |
|---|-------------------|--|---------|--------------|---------|---|------------|
| | | Código: JU-MPL-FOR-001 | | | | | |
| | | Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | | | |
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance (%) |
| | | | | Plan | Real | | |
| 3111-BN-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Sensor de Nivel LIT-30063 | 6321299 | 2 horas | 4 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3111-CH-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Tilt Switch CH-301 | 6338120 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3111-CR-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Motor | 6338062 | 3 horas | 3 horas | Se ulmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3111-CR-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Sistema LRS y tablero de control. | 6338062 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3111-CR-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Sistema de Lubricación Hidraulico Araña | 6338062 | 2 horas | 4 horas | Se ulmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3111-CR-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Sistema de Engrase Araña (instrumentacion, eléctrico) | 6338062 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3111-FE-301 | CHANCADO PRIMARIO | Modificación soporteria del zero speed | 6338142 | 6 horas | 6 horas | Manterial de Zamine entrega a las 10am | 100% |
| 3111-FE-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 instrumentación de Feeder | 6338144 | 2 horas | 2 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338151 | 2 horas | 3 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | PM2 Preventivo Instrumentación faja transportadora | 6338149 | 2 horas | 2 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Inspección soporteria, torqueo de los bastidores, limpieza polines y celdas de medicion WT-301 | 6338149 | 12 horas | 8 horas | Se realiza un mantenimiento menor y alguna modificaciones de la guarda | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento preventivo y pruebas Detector de Metales MD-301 | 6338149 | 2 horas | 1 hora | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento preventivo Electroimán MA-301 | 6338149 | 2 horas | 2 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Inspección, manto , preservación Tilt Switch (chute de transferencia) | 6338150 | 1 hora | 1 hora | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desalinamiento, Switch Rotura. | 6338149 | 2 horas | 3 horas | Se culminó la actividad con normalidad | 100% |
| 3112-CV-301 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos | 6338149 | 2 horas | 4 horas | Pernos averiados | 100% |
| 3112-CV-302 | CHANCADO PRIMARIO | Manto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338153 | 2 horas | 4 horas | Se culmina la actividad con turno noche. | 100% |
| 3112-CV-302 | CHANCADO PRIMARIO | Manto. Preventivo Instrumentación faja transportadora | 6338156 | 3 horas | 4 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-302 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desalinamiento, Switch Rotura. | 6338156 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-302 | CHANCADO PRIMARIO | Inspección, manto , preservación Tilt Switch (chute de transferencia) | 6338158 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos, por trabajos de izaje. | 100% |
| 3112-CV-302 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos | 6338156 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos, por trabajos de izaje. | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Manto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338164 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad con turno noche. | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Manto. Preventivo Instrumentación faja transportadora | 6338164 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento Preventivo sensor de corte longitudinal Baker TX-30267 | 6338164 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento Preventivo Pull Cord, Switch Desalinamiento, Switch Rotura. | 6338164 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Inspección, manto , preservación Tilt Switch (chute de transferencia) | 6338228 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos, por trabajos de izaje. | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Mantenimiento switch de posición de los contrapesos | 6338164 | 2 horas | 2 horas | Se ulmina la actividad con retrasos, por trabajos de izaje. | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Manto. Preventivo Instrumentación | S/N | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad | 100% |
| 3112-CV-303 | CHANCADO PRIMARIO | Inspección y limpieza de motores eléctricos | S/N | 4 horas | 6 horas | Se culmina la actividad con turno noche. | 100% |
| 3112-FA-314 | CHANCADO PRIMARIO | Apoyo a desconexionado y conexionado del motor 3112-FA-314, para pruebas estáticas | 6331204 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3112-PU-731 | CHANCADO PRIMARIO | Apoyo a desconexionado y conexionado del motor 3112-PU-731, para pruebas estáticas | 6331205 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |

5.1.2. Resultados del mantenimiento en chancado secundario

Tabla 26. Resultados del mantenimiento en chancado secundario, ISP 1.00

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS Código: JU-MPL-FOR-001 Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | |  | |
|---|---------------------|---|---------|--------------|---------|---|--------|
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance |
| | | | | Plan | Real | | |
| 3122-CV-319 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338638 | 3 horas | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3122-CV-319 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora | 6338638 | 3 horas | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3122-CV-319 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantenimiento preventivo Detector de Metales MD-302 | 6338638 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3122-CV-319 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantenimiento preventivo Electroimán MA-302 | 6338638 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3122-CV-319 | CHANCADO SECUNDARIO | Inspección, mantto , preservación Tilt Switch (chute de transferencia) | 6338638 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3131-FE-304 | CHANCADO SECUNDARIO | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3131-FE-304, para pruebas estáticas | 6331206 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3131-SC-301 | CHANCADO SECUNDARIO | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3131-SC-301, para pruebas estáticas | 6331207 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3132-BN-304 | CHANCADO SECUNDARIO | Inspección y limpieza de sensores de nivel | 6338662 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3132-CV-304 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338645 | 3 horas | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3132-CV-304 | CHANCADO SECUNDARIO | Mantto. Preventivo Instrumentación faja transportadora | 6338645 | 4 horas | 4 horas | Se realizaron cambio de instrumentos por el mal estado que se encontró | 100% |
| 3132-CV-304 | CHANCADO SECUNDARIO | Inspección, mantto , preservación Tilt Switch (chute de transferencia) | 6338645 | 1 hora | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3143-BN-306 | CHANCADO SECUNDARIO | Inspección y limpieza de sensores de nivel | 6326983 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |

5.1.3. Resultados del mantenimiento en chancado terciario

Tabla 27. Resultados del mantenimiento en chancado terciario, ISP 1.00

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS Código: JU-MPL-FOR-001 Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | |  | |
|---|--------------------|---|---------|--------------|----------|---|--------|
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance |
| | | | | Plan | Real | | |
| 3141-XM-313 | CHANCADO Terciario | Ordenamiento de cables / Habilitar nuevo cable FESTOON | 6338648 | 24 horas | 0 | Esta actividad se reprograma para la próxima parada por indicaciones de Marcobre E&I. | 0% |
| 3141-XM-313 | CHANCADO Terciario | Inspección / reparación de empalmes en cables planos | 6338648 | 2 horas | 6 horas | Se realiza la reparación. | 100% |
| 3141-XM-313 | CHANCADO Terciario | Habilitar sensor láser | | 2 horas | 5 horas | Solo se realizó la habilitación de la canalización. | 100% |
| 3141-XM-313 | CHANCADO Terciario | Mantenimiento de encoder | | 3 horas | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3141-CV-309 | CHANCADO Terciario | Mantto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338647 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3142-FE-306 | CHANCADO Terciario | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3142-FE-306, para pruebas estáticas | | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3144-FE-310 | CHANCADO Terciario | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3144-FE-310, para pruebas estáticas | 6333770 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3111-CR-303 | CHANCADO Terciario | PP-DESCONEXIÓN Y CONEXIÓN INSTRUMENTOS XM-313 (DIMARZA CAMBIO RUEDAS DEMAG) | S/N | 12 horas | 12 horas | Se realiza el apoyo con el desconexión y conexión. | 100% |
| 3111-CR-303 | CHANCADO Terciario | PP-DESCONEXIÓN Y CONEXIÓN INSTRUMENTOS CR-303 (DIMARZA CAMBIO DE GUILLOTINAS) | S/N | 12 horas | 12 horas | Se realiza el apoyo con el desconexión y conexión. | 100% |
| 3144-PU-361 | CHANCADO Terciario | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3144-PU-361, para pruebas estáticas | 6333748 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |

5.1.4. Resultados del mantenimiento en carga de bateas

Tabla 28. Resultados del mantenimiento en carga de bateas, ISP 0.99

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS Código: JU-MPL-FOR-001 Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | |  | |
|---|-----------------|---|---------|--------------|----------|---|--------|
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance |
| | | | | Plan | Real | | |
| 3211-SB-301 | CARGA DE BATEAS | Manto. Sensores de velocidad cero | 6338649 | 1 hora | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3221-CV-312 | CARGA DE BATEAS | Manto. Preventivo Elect / Instrum sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338650 | 3 horas | 3 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3221-CV-312 | CARGA DE BATEAS | Inspección, manto y preservación de instrumentos de faja transportadora | 6338650 | 3 horas | 3 horas | Se encontrarán instrumentos en mal estado, se corrigieron | 100% |
| 3221-CV-313 | CARGA DE BATEAS | Manto. Preventivo sistema motriz (Motor/Reductor) | 6338651 | 4 horas | 4 horas | Se presenta el motor con precencia de material. | 100% |
| 3221-CV-313 | CARGA DE BATEAS | Inspección, manto y preservación de instrumentos de faja transportadora | 6338651 | 5 horas | 4 horas | No se termina de intervenir toda la instrumentación | 90% |
| 3221-CV-314 | CARGA DE BATEAS | Armar andamios permanentes en cabeza de faja CV-314 (sensor láser) | | 4 horas | 4 horas | Se realiza cambio de 3 bastones desalineamiento | 100% |
| 3221-CV-314 | CARGA DE BATEAS | Manto preventivo instrumentación de faja transportadora | 6338653 | 4 horas | 4 horas | Se realiza cambio de 3 bastones desalineamiento | 100% |
| 3221-CV-314 | CARGA DE BATEAS | Reubicación de sensor ZERO SPEED soldar platinas en polea de volteo (trabajo de soldadura) | 6338654 | 6 horas | 6 horas | solo se habilito la canalización. | 100% |
| 3221-CV-314 | CARGA DE BATEAS | Corregir tuberías averiadas (cabeza de faja transportadora) SERVICIO EXTERNO | 6326584 | 24 horas | 24 horas | Se culmina la actividad de canalización y cableado. | 100% |
| 3221-XM-304 | CARGA DE BATEAS | Manto preventivo motores de traslación Gantry (preservación, asegurar hermeticidad) XM-304 | 6312422 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3221-XM-327 | CARGA DE BATEAS | Actividades mecánicas | | 12 horas | 12 horas | Se culmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3221-XM-327 | CARGA DE BATEAS | Cambio de límites de carrera del Tripper XM-327 y Gantry TR-001 | | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad con retrasos. | 100% |
| 3221-XM-327 | CARGA DE BATEAS | Manto preventivo motores de traslación Tripper (preservación, asegurar hermeticidad) XM-327 | 6326993 | 2 horas | 2 horas | Estas actividades se culminan todo en CV-314 | 100% |
| 3221-XM-328 | CARGA DE BATEAS | Manto preventivo motores de traslación Gantry (preservación, asegurar hermeticidad) XM-328 | 6338656 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad con retrasos. | 100% |

5.1.5. Resultados del mantenimiento en lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición

Tabla 29. Resultados del mantenimiento en lixiviación, clarificador, extracción de solventes, electrodeposición, ISP 1.00

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS Código: JU-MPL-FOR-001 Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | |  | |
|---|-------|---|-----|--------------|---------|---|--------|
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance |
| | | | | Plan | Real | | |
| 3261-CL-301 | SX-EW | Manto preventivo motores sistema hidráulico (limpieza, preservación, asegurar hermeticidad) | | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3261-CL-301 | SX-EW | Manto de la instrumentación sistema de lubricación, nivel de cama | | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% |
| 3334-PU-354 | SX-EW | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3334-PU-354, para pruebas estáticas | | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3251-PU-323 | SX-EW | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3251-PU-323, para pruebas estáticas | | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |
| 3261-PU-333 | SX-EW | Apoyo a desconexión y conexión del motor 3261-PU-333, para pruebas estáticas | | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% |

5.1.6. Resultados del mantenimiento en rипios

Tabla 30. Resultados del mantenimiento en rипios, ISP 0.95

|  | | FORMATO DE REGISTRO CUMPLIMIENTO DE OTS | | | | |  | |
|---|--------|--|---------|--------------|----------|--|---|--|
| | | Código: JU-MPL-FOR-001 | | | | | | |
| | | Área: Planeamiento de Mantenimiento | | | | | | |
| TAG | Área | Detalle del trabajo | Ots | Duración (h) | | Comentarios | Avance (%) | |
| | | | | Plan | Real | | | |
| 3231-FE-315 | RIPIOS | Mantto preventivo Elect/Instrum Feeder FE-315 | 6338657 | 3 horas | 4 horas | Se culmina la actividad en turno noche | 100% | |
| 3231-FE-316 | RIPIOS | Mantto preventivo Elect/Instrum Feeder FE-316 | 6338658 | 3 horas | 0 | No hay pase por calibraciones. | 0% | |
| 3232-CV-315 | RIPIOS | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) | 6326997 | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-315 | RIPIOS | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora | 6326997 | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-315 | RIPIOS | Mantto preventivo sensor de velocidad cero | 6326997 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-315 | RIPIOS | Habilitar extensión de cable switch sistema de tensado | 6326997 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-315 | RIPIOS | Regular sensibilidad de Pullcords (reubicar palanca de activación) | 6326997 | 6 horas | 6 horas | Solo se realiza el mantenimiento de los mismos. | 100% | |
| 3232-CV-320 | RIPIOS | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) | 6338659 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-320 | RIPIOS | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora | 6338659 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3233-CV-318 | RIPIOS | PP-DESCONEXIÓN Y CONEXIÓN INSTRUMENTOS CV-318 (AQP REPARACION DE DAÑOS DE FAJAS) | | 24 horas | 24 horas | Se realiza el apoyo con el desconexionado y conexionado. | 100% | |
| 3231-FE-315 | RIPIOS | PP-DESCONEXIÓN Y CONEXIÓN INSTRUMENTOS FE-315 (AQP CAMBIO DE FAJA) | | 12 horas | 12 horas | Se realiza el apoyo con el desconexionado y conexionado. | 100% | |
| 3232-CV-321 | RIPIOS | Mantto preventivo sistema motriz (motor principal/motores sistema de lubricación) | 6326999 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-CV-321 | RIPIOS | Mantto preventivo instrumentación de faja transportadora | 6326999 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-XM-369 | RIPIOS | Mantto preventivo motores de traslación (preservación, asegurar hermeticidad) | 6327004 | 6 horas | 6 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-XM-369 | RIPIOS | Mantto preventivo encoder | 6327004 | 2 horas | 2 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3232-XM-369 | RIPIOS | Habilitar sensor láser | 6327004 | 4 horas | 4 horas | Solo se habilita el metraje para el láser. | 100% | |
| 3232-XM-369 | RIPIOS | Inspección, limpieza y reajuste de conexiones en tablero eléctricos de campo | 6327004 | 4 horas | 4 horas | Se culmina la actividad sin inconvenientes. | 100% | |
| 3241-PU-310 | RIPIOS | Apoyo a desconexionado y conexionado del motor 3241-PU-310, para pruebas estáticas | | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% | |
| 3241-PU-737 | RIPIOS | Apoyo a desconexionado y conexionado del motor 3241-PU-737, para pruebas estáticas | 6331208 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% | |
| 3242-PU-743 | RIPIOS | Apoyo a desconexionado y conexionado del motor 3242-PU-743, para pruebas estáticas | 6333749 | 3 horas | 3 horas | Se culmina con el soporte a Confipetrol | 100% | |

5.2. Logros alcanzados

Los logros alcanzados desde el inicio del servicio de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos, se destacan en todas las áreas dentro de la empresa Mainin.

En el área de recursos humanos, se desarrolló la estrategia de entrevistas presenciales en ciudades estratégicas (Huancayo, Lima y Arequipa) para reclutar al personal técnico y demás profesionales, de esta manera se llegó al 100 % del requerimiento de personal solicitado por compañía Marcobre.

En el área de activos y logística, se cumplió con el 100 % del requerimiento de herramientas, instrumentos y equipos solicitados, con la estrategia de solicitar los requerimientos en tres fechas distintas con dos semanas de anticipación y hacer llegar los requerimientos hasta mina con tres días de anticipación se cumplió sin mayores retrasos.

El en el área de planificación, se desarrolló la estrategia para el desarrollo de las actividades, las cuales se menciona:

- Creación de un plan de trabajo que sirve como guía para la realización del servicio, de esta manera se mantuvo alineado a todo el personal involucrado en el servicio.
- Elaborar una lista de actividades pendientes, de esta forma se controló el proceso de planificación del servicio.
- Cálculo de los tiempos que tomará cada paso, se calculó el tiempo que le toma al equipo de trabajo finalizar las actividades de mantenimiento preventivo asignadas y pasar al siguiente paso.
- Se establecen dependencias, a medida que se van cumpliendo con el servicio, existen tareas que se pueden realizar en paralelo, como otras que necesitan necesariamente que culmine una tarea anterior para dar inicio a otra, aquí se establecieron rutas críticas.
- Establecer el cronograma de actividades, se compartió a todo el personal responsable de área para poder gestionar los recursos y adaptarse sobre la marcha al servicio.

Completando la planificación del servicio, se ejecutó el 99 % de actividades programadas, en la tabla 31 se menciona el resumen.

Tabla 31. Resumen de cumplimiento de actividades por áreas pertenecientes a planta de óxidos

| Área | Planificado | Real | ISP |
|-----------------------|-------------|-------|------|
| Chancado primario | 100 % | 100 % | 1.00 |
| Chancado Secundario | 100 % | 100 % | 1.00 |
| Chancado terciario | 100 % | 100 % | 1.00 |
| Carga de bateas | 100 % | 99 % | 0.99 |
| SX-EW | 100 % | 100 % | 1.00 |
| Ripios | 100 % | 95 % | 0.95 |
| Avance general | 100 % | 99 % | 0.99 |

La curva «S» (figura 22) representa gráficamente el cumplimiento de las actividades (línea roja) vs. las actividades programadas (línea marrón), de esta forma se tiene un control más efectivo al programa de mantenimiento, con el cumplimiento del 99 % del programa el grado de satisfacción de parte de compañía Marcobre es alta.

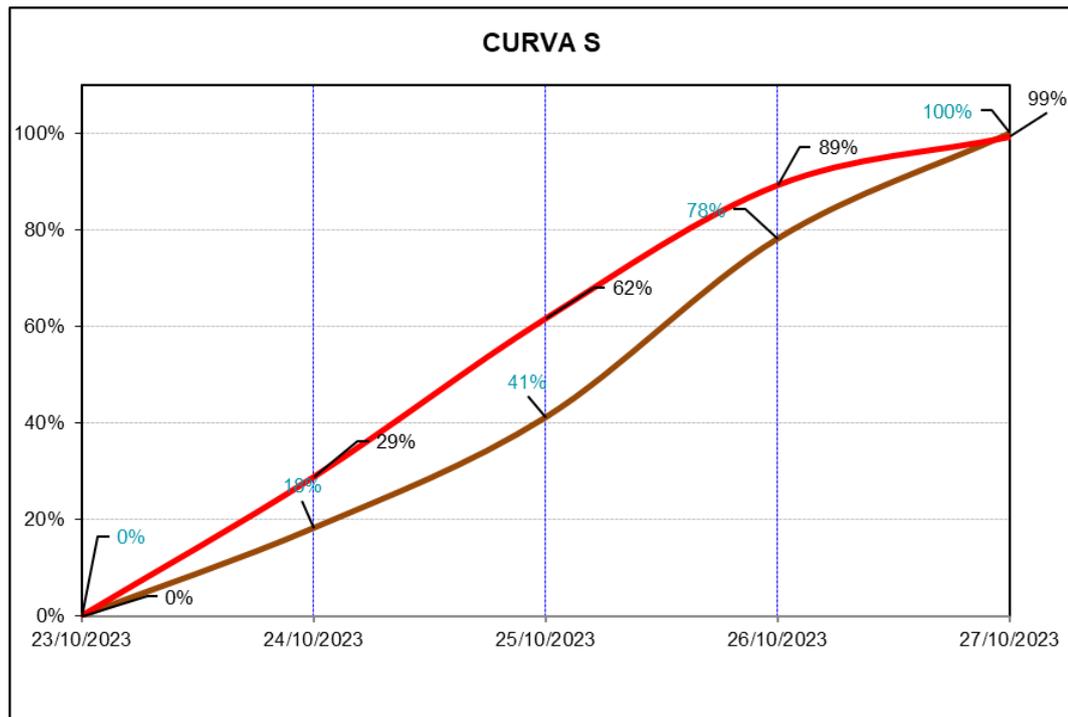


Figura 22. Curva «S» del programa de mantenimiento preventivo

5.3. Dificultades encontradas

- La compañía tiene como prioridad las actividades mecánicas, se da preferencia al inicio y término, una vez iniciada la actividad mecánica se desarrollan en paralelo las actividades de electricidad e instrumentación.
- La compañía asigna actividades no planificadas de mantenimiento durante la ejecución del servicio.
- La compañía realiza cambios de fechas de ejecución del servicio.
- La compañía no cuenta con repuestos suficientes para levantar observaciones de equipos e instrumentos dañados.
- La compañía no cuenta con materiales suficientes para ejecución de actividades de mantenimiento correctivo.

5.4. Planteamiento de mejoras

- Mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instrumentos detectando las posibles fallas en el proceso, la herramienta de mejora de procesos AMEF (Análisis de Modos y Efecto de Falla) servirá para rediseñar un proceso, de esta forma se evitarán paralizar la producción detectando fallas o errores antes de que ocurran.
- Incorporar equipos e instrumentos portátiles, de esta forma el mantenimiento se desarrolla de forma más segura y aumenta la capacidad productiva.

- Realizar prueba de resistencia de aislamiento a todo motor eléctrico intervenido, se debe realizar desde sala eléctrica para facilitar la ejecución de la prueba.
- Realizar prueba de funcionalidad desde sala de control a todo instrumento intervenido.
- Elaboración y ejecución de protocolos de prueba de equipos eléctricos e instrumentos acordes al mantenimiento realizado.
- Brindar capacitaciones técnicas de equipos específicos a personal involucrado en la actividad de mantenimiento.
- Brindar capacitaciones específicas en seguridad a personal nuevo en la unidad minera.

5.5. Aporte del bachiller en la empresa

5.5.1. En el aspecto cognoscitivo

Dentro del informe del bachiller destacan las asignaturas de Máquinas Eléctricas, Electrónica de Potencia e Ingeniería de Control, conocimientos obtenidos y desarrollados en la Universidad Continental, respecto al mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos dentro de una planta de procesos mineros.

5.5.2. En el aspecto procedimental

En este punto, el bachiller alcanzó resultados finales con un alto nivel de satisfacción, esto se refiere a la disponibilidad de los equipos eléctricos e instrumentos después de realizado el mantenimiento, por lo que no se aprecian fallas en las diferentes áreas y que permite cumplir con los estándares mínimos de seguridad, así, se mejora la disponibilidad de la planta y calidad del producto final.

El aporte que se dio para la realización de las actividades de mantenimiento de equipos eléctricos e instrumentos dentro de la planta de óxidos fue la elaboración de los procedimientos escritos de trabajo seguro, documento donde se especifican los detalles técnicos y de seguridad de las actividades, de esa forma se garantiza la funcionalidad de los equipos e integridad del personal.

Otro de los aportes más importantes y significativos para la empresa es la elaboración de la estrategia de mantenimiento, documento donde se refleja las actividades previas, durante y posterior a la ejecución del mantenimiento a los equipos eléctricos e instrumentos, de esta forma se lleva un control exhaustivo y deja un historial de cada equipo e instrumento intervenido.

5.5.3. En el aspecto actitudinal

En el aspecto actitudinal, el bachiller reflejó actitudes de compromiso y liderazgo, pudiendo adquirir una mayor experiencia dentro del mundo laboral, desempeñando labores de planificador y supervisión en el área de electricidad e instrumentación.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló la estrategia de mantenimiento para el desarrollo de las actividades correspondiente al mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos, cumpliendo con la planificación y el requerimiento solicitado por la compañía.
- Se ejecutó el mantenimiento preventivo de equipos eléctricos e instrumentos en la planta de óxidos, se cumplió con el 99 % de actividades dentro de los tiempos programados, se reprograma el 1 % de actividades por disposición de la compañía, al realizarse trabajos en paralelo con demás especialidades (mecánica y andamios). De los resultados obtenidos, muestra que se encuentra dentro de los márgenes recomendados. Durante la ejecución de las actividades programadas no se reportó ningún evento de seguridad.
- Se evidencia que las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollan de manera eficiente dentro de los 3 primeros días, sin embargo, en el cuarto y último día de actividades programadas las especialidades como mecánica y otros realizan actividades en paralelo, por tal motivo se tienen retrasos e incumplimiento de la programación.
- Los equipos eléctricos e instrumentos intervenidos durante el mantenimiento preventivo quedaron funcionando, logrando una alta disponibilidad de equipos de la planta de óxidos.
- Con la inspección visual realizada a los equipos se brindó información importante para considerar en los futuros mantenimientos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, para las actividades que demandan utilización de andamios, realizar una caminata exhaustiva para identificación de puntos exactos donde se realizará el mantenimiento de instrumentos.
- Se recomienda, contar con equipos, herramientas, accesorios, consumibles y disponibilidad de equipos (grúas) suficientes para la realización de actividades de mantenimiento correctivo.
- Contar con personal técnico calificado y autorizado para cumplir con los tiempos programados en las actividades de bloqueo y etiquetado de equipos por intervenir.
- Mejorar en la elaboración de la planificación del programa de actividades preventivas para no esperar a llegar al sitio e identificar equipos en mal estado y realizar mantenimiento a condición.
- Desarrollar la captación de talento humano con los nuevos conocimientos y habilidades que requiere la nueva generación, de la misma manera, incentivar un mejor desempeño y compromiso de todos los colaboradores.

REFERENCIAS

1. **Marcobre.** *Cobre / Electrolito.* 2023. [Accessed 28 November 2023]. Available from: <https://es.scribd.com/document/406854109/Marcobre>
2. **GÓMEZ DE LEÓN, Félix Cesáreo.** *Tecnología del mantenimiento industrial.* 2023. Online. [Accessed 14 November 2023]. Available from: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bOrFC3532MEC&oi=fnd&pg=PA21&dq=conceptos+de+mantenimiento&ots=6P9VFHRnOO&sig=xQ1cnllXyZaV7G5nvXrkXbY8Z_0#v=onepage&q=conceptos %20de %20mantenimiento&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bOrFC3532MEC&oi=fnd&pg=PA21&dq=conceptos+de+mantenimiento&ots=6P9VFHRnOO&sig=xQ1cnllXyZaV7G5nvXrkXbY8Z_0#v=onepage&q=conceptos%20de%20mantenimiento&f=false)
3. **Usta.** *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial.* 2024. Online. [Accessed 4 June 2024]. Available from: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>
4. **OLARTE, William; BOTERO, Marcela; CAÑÓN, Benhur.** Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia et Technica*, ISSN 0122-1701, 2(45), 2010, págs. 223-226. Online. 2010. [Accessed 4 June 2024]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4546591&info=resumen&idioma=SPAEn> el presente artículo se define el concepto de mantenimiento predictivo describiendo cuatro de las técnicas más utilizadas en la detección de fallas de las máquinas que conforman las plantas de producción dentro de las industrias.
5. **GONZALES, Aranda; ROGER, Jorge; LINARES LUJAN, Alberto Guillermo.** Plan de mejora de mantenimiento para incrementar la disponibilidad en equipos críticos de unidad minera. *Repositorio Institucional - UCV.* Online. 2022. [Accessed 20 February 2024]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112852>Trujillo
6. **VILLANUEVA, Dounce.** *La productividad en el mantenimiento industrial.* Online. 2014. [Accessed 15 November 2023]. Available from: www.editorialpatria.com.mx
7. **MARTNER, Gonzalo.** *Planificación y presupuesto por programas.* Online. [Accessed 4 June 2024]. Available from: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UiedefaK9_4C&oi=fnd&pg=PA8&dq=presupuesto&ots=9_bXsYI1BK&sig=I-RkkEcPUr4Dc07aWjp41R_eIi4#v=onepage&q=presupuesto&f=false
8. **COMPANYS PASCUAL, Ramón; COROMINAS SUBÍAS, Albert.** *Planificación y rentabilidad de proyectos industriales.* 1988.
9. **CHINCHILLA SIBAJA, Ryan.** *Salud y seguridad en el trabajo.* Online. 2002. p. 368. [Accessed 4 June 2024]. Available from: https://books.google.com/books/about/Salud_Y_Seguridad_en_El_Trabajo.html?hl=es&id=Y35TDM74KmUC1. ed.

ANEXOS

Anexo 1

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE MEDIA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-04-05 | Versión: 4 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 1 de 6 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 0 y/o 1 (0 – 7500VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Protector facial cilíndrico Arc Flash 12 Af (ATPV 12 Cal/cm²) 
- 2.9. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.10. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.11. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.12. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.13. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.14. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.15. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Revelador de Media tensión.
- 3.5. Kit de EPP específico anti arco eléctrico.
- 3.6. Pinza Amperimétrica.
- 3.7. Multímetro digital.
- 3.8. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.9. Caja grupal de bloqueo
- 3.10. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.11. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.12. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.13. Aplicador de silicona.
- 3.14. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.15. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.16. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.17. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.18. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.19. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.20. Destornilladores aislados.
- 3.21. Perilleros aislados.
- 3.22. Juego de alicates aislados.
- 3.23. Cutter hoja retráctil.
- 3.24. Brocha Antiestática 2".

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|--|---|------------|--|-------------------|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE MEDIA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-04-05 | Versión: 4 | | Fecha: 18-05-2023 |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | | Páginas: 2 de 6 |

3.25. Llave francesa de 10" aislada.
3.26. Llave Stilson de 12" aislado.
3.27. Prensa terminal
3.28. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)
3.29. Torquímetro.

MATERIALES

3.30. Paños absorbentes Wypall.
3.31. Aflojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
3.32. Trapo industrial.
3.33. Silicona White (Silicona para tablero)
3.34. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.35. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
3.36. Cinta aislante super 33+
3.37. Cinta vulcanizante N° 23.
3.38. Precinto de amarre de 200 mm.
3.39. Lija para metal (# 100 - 200).
3.40. Bolsa de plástico polietileno.
3.41. Alcohol isopropílico.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto, sopladora inalámbrica)

5. PROCEDIMIENTO

5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAJA DE CONEXIONES DE ALIMENTACION.

5.1.1 Verificar el Tag de botonera de campo.
5.1.2 Accionar botonera de emergencia en campo para evitar el arranque del o los equipos a intervenir.
5.1.3 Verificar el Tag del motor a intervenir.
5.1.4 Inspeccionar visualmente el estado superficial del motor para determinar presencia de polvo, cuerpos extraños, deformaciones, entre otros. (tomar fotografía). Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.

Imagen 1. Motor de media Tensión. (Molino)

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

- 5.1.5 Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones del motor.
- 5.1.6 Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones del motor.
- 5.1.7 Para retirar la tapa de la caja de conexiones se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aislada y/o juego de dados aislado. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.

- 5.1.8 Verificar ausencia de energía en los cables de alimentación usando revelador de tensión de media tensión, empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 1 (0 – 7500 VAC) con sobre guante. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.



Imagen 2. Verificación de energía cero en caja de conexiones.

- 5.1.9 En la caja de conexiones del motor verificar el estado de los cables y terminales, si se observa cortes, rajaduras, quemaduras, daños por vibración, recalentamiento se deberá reportar de inmediato con el supervisor E&I MAININ, él coordinará con el supervisor E&I MARCOBRE para la evaluación, mejora o cambio de acuerdo a estado.



Imagen 3. Inspección y limpieza de terminales.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE MEDIA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-04-05 | Versión: 4 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 4 de 6 | | |

5.1.10 Verificar si existe humedad en la caja de conexiones, identificar y evaluar posibles puntos de ingreso de agua o humedad.

5.1.11 Extraer la polución usando brocha de plástico 2" y una sopladora. Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.

5.1.12 Limpiar los cables y terminales con cuidado usando trapo industrial o paños absorbentes Wypall, verificando el estado que se encuentren. Inspeccionar el ajuste y estado de conexiones a tierra de la carcasa y del cable de fuerza, verificando el torque empleando una llave plana aislada, juego de dado aislada y/o torquímetro. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.1.13 Verificar, estado de pernos de anclaje, aterramiento y realizar limpieza de estos utilizando WD-40/Loctite Super Lub, con un trapo industrial y una escobilla de mango de plástico con cerda de fierro. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.1.14 Colocar la tapa de caja de conexiones del motor y ajustar los pernos, usando una llave plana aislada y/o juego de dado aislada.

5.1.15 Proceder a hermetizar las cajas de conexiones de motor, aplicando silicona para tablero alrededor para evitar el ingreso de agua, polución o humedad.

5.2 MANTENIMIENTO DE CAJA DE BORNERAS (RTD, HEATER)

5.2.1 Para retirar la tapa de la caja de RTD, HEATER se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aislada y/o juego de dados aislado.
Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.

5.2.2 Verificar ausencia de energía en los cables de RTD's usando revelador de tensión tipo lapicero (0 a 1000 VAC) y/o multímetro, realizar el ajuste de las borneras de los RTD's usando un perillero aislado empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 00, clase 0 (0- 1000 VAC) con sobre guante, de acuerdo a la condición (tensión) que tenemos. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

5.2.3 Inspección visual del estado que se encontró la caja de RTD's (fotografía).

5.2.4 Ajustes paquete de borneras de RTD's empleando un Perilleros aislados.

5.2.5 Cerrar la caja de conexiones del RTD's y ajustar los pernos, usando una llave plana o corona aislada y/o juego de dado aislada.

5.2.6 Proceder a hermetizar las cajas de conexiones y RTD's aplicando silicona para tablero alrededor para evitar el ingreso de agua, polución o humedad.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE MEDIA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-04-05 | Versión: 4 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 5 de 6 | | |



Imagen 4. Ajuste, limpieza en caja de RTD's.

5.3 INSPECCIÓN DE LOS CARBONES.

5.3.1 Inspeccionar y verificar el estado de carbones de anillos rozantes (de tener observaciones reportar al supervisor a cargo de la actividad). Limpieza del compartimento de las escobillas debe ser hecha con aspiradora de polvo, aspirando el polvo de las escobillas hacia fuera del motor. Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.

5.3.2 El conjunto de anillos colectores debe ser limpiados con un paño limpio y aspirado de polvo. (ver)



Imagen 5. Inspección y verificación de carbones.

5.4 MANTENIMIENTO DE VENTILADOR

5.4.1 Retirar la tapa del ventilador usando llaves planas aislada y/o juego de dados aisladas y verificar su estado.
Nota, de encontrarse dañado reportar al supervisor E&I MAININ y coordinar con el supervisor E&I MARCOBRE para realizar el cambio (de ser necesario).

5.4.2 Limpiar el ventilador y las ranuras de ventilación usando una escobilla de mango de plástico con cerda de fierro, trapo industrial y espátula básica de 2" y/o 4". Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.

5.4.3 Colocar la tapa del ventilador, ajustar los pernos empleando llaves planas aislada y/o juego de dados aisladas. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.5 LIMPIEZA DE CARCASA DEL MOTOR

5.5.1 Limpiar la acumulación del material en la superficie de la carcasa del motor usando escobilla de cerda de fierro, brocha de plástico 2", trapo industrial, sopladora, WD-40/Loctite Super Lub y

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|--|---|------------|--|-------------------|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE MEDIA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-04-05 | Versión: 4 | | Fecha: 18-05-2023 |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | | Páginas: 6 de 6 |

espátula básica de 2" y/o 4".

Nota: si requiere escalera tijera de fibra de vidrio realizar inspección, trabajo será entre 2 técnicos).

- 5.5.2 Si el motor se encuentra con signos de oxidación realizar el reporte al supervisor E&I MAININ para tomas acciones correctivas en conjunta coordinación con el supervisor E&I MARCOBRE.
- 5.5.3 Verificar, estado de pernos de anclaje, aterramiento y realizar limpieza de estos utilizando WD-40/Locite Super Lub con un trapo industrial y una escobilla de mango de plástico con cerda de fierro. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.



Imagen 6. Inspección, limpieza externa de motor

5.6 MANTENIMIENTO DE BOTONERA DE CAMPO

- 5.6.1 Realizar una inspección visual del estado de la botonera (fotografía).
- 5.6.2 Apertura de la botonera de campo
- 5.6.3 Verificar ausencia de energía utilizando revelador de tensión tipo lapicero (0 a 1000 va) o multímetro digital, usando los guantes dieléctricos con sobre guantes. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.
- 5.6.4 Realizar una inspección de los cables y aterramiento (de haber observaciones reportar al Supervisor E&I MAININ para tomas acciones correctivas en conjunta coordinación con el Supervisor E&I MARCOBRE).
- 5.6.5 Reajuste de las bomeras empleando destornillador de punta plana aislada, limpieza de estos con el uso limpiador de Contactos 3M™ Novec™ para su correcto funcionamiento.



Imagen 7. Inspección, limpieza y verificación de botonera de campo.

- 5.6.6 Realizar limpieza externa usando un trapo industrial.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 2

| | | | | |
|----------------------------|---|-----------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | PRUEBA DE AISLAMIENTO PARA MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-06-05 | Versión: 2 | Fecha: 19-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 1 de 4 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 00 y/o 0 (0 – 1000VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.9. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.10. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.11. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.12. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.13. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.14. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Megóhmetro.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | PRUEBA DE AISLAMIENTO PARA MOTORES DE BAJA TENSION | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-06-05 | Versión: 2 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 2 de 4 | | |

3.26. Prensa terminal
3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)
3.28. Torquímetro.

MATERIALES

3.29. Paños absorbentes Wypall.
3.30. Añojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
3.31. Trapo industrial.
3.32. Silicona White (Silicona para tablero)
3.33. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.34. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
3.35. Cinta aislante super 33+
3.36. Cinta vulcanizante N° 23.
3.37. Precinto de amarre de 200 mm.
3.38. Lija para metal (# 100 - 200).
3.39. Bolsa de plástico polietileno.
3.40. Alcohol isopropílico.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

5.1 HABILITACIÓN DE CAJA DE CONEXIONES DEL MOTOR

5.1.1 Verificar el Tag del motor a intervenir.
5.1.2 Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones del motor.
5.1.3 Para retirar la tapa de la caja de conexiones se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aisladas y/o juego de dados aislado. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.
Nota; en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.
5.1.4 Verificar ausencia de energía en los cables de alimentación usando revelador de baja tensión empleando guantes dieléctricos clase 0 (0 a 1000VA) con sobre guante. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | |
|---|---|-----------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | |  |
| | PRUEBA DE AISLAMIENTO PARA MOTORES DE BAJA TENSION | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-06-05 | Versión: 2 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 3 de 4 | |



Imagen 1. Verificación de energía cero.

- 5.1.5 En la caja de conexiones del motor tomamos nota de su conexionado (fotografía) antes de realizar el Desconexionado.



Imagen 2. Inspección inicial de la caja de conexiones

- 5.1.6 Desconectar y marcar los cables de fuerza usando una llave plana aislada y/o juego de dado aislado. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

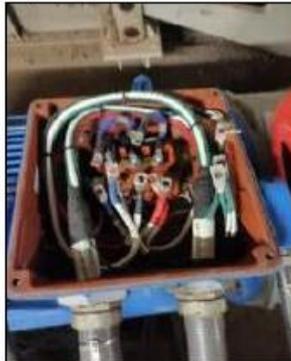


Imagen 3. Desconexión de la alimentación.

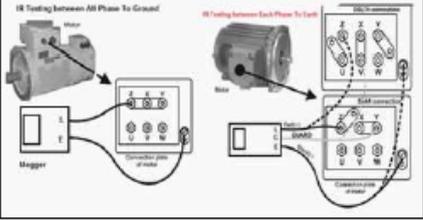
- 5.1.7 La prueba de resistencia de aislamiento se realiza aplicando una tensión continua con la

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | PRUEBA DE AISLAMIENTO PARA MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-06-05 | Versión: 2 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 4 de 4 | |

polaridad negativa, para evitar el fenómeno de electro endosmosis.

- Para voltaje nominal inferior a 1KV, medido con un Megger de 500 VCC.
- Para voltaje nominal superior a 1KV, medido con un Megger de 1000 VCC.
- De acuerdo con IEEE 43, cláusula 9.3, se debe aplicar la siguiente fórmula.
- Valor IR mínimo (para máquina granjería) = tensión nominal (V) / 10000 + 1



5.2 PRUEBA DE ÍNDICE DE POLARIZACIÓN (IP)

5.2.1 Realizar la prueba de índice de polarización y absorción en donde se debe considerar lo establecido según la IEEE 43 (IEC 60085-01:1984), la relación entre la resistencia de aislamiento medida a 10 minutos sobre 1 minuto después de aplicada una tensión continua de prueba. Durante esos 10 minutos el nivel de tensión deberá ser estable.

Para calcular el valor de IP se muestra en la fórmula:

$$IP = \frac{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 10}}{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 1}}$$

5.2.2 De forma general, un índice PI superior a 4 es señal de un aislamiento excelente mientras que un índice inferior a 2 indica un problema potencial.

5.3 PRUEBA DE ÍNDICE DE ABSORCIÓN DIELECTRICA (DAR)

5.3.1 Se realizará la medición del índice de absorción dieléctrica CUANDO CORRESPONDA, según los valores de Megado que se obtengan.

5.3.2 Con los valores obtenidos realizar comparaciones sobre el estado del aislamiento de máquinas de distintas características (tamaño, potencias, tensiones).

Para calcular el valor de DAR se muestra en la fórmula:

$$DAR = \frac{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 1}}{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al segundo 30}}$$

5.3.3 En caso el valor obtenido esté por debajo de lo normal (<1.4) referente al aislamiento del motor, se informará a la Supervisión de Mantenimiento Eléctrico y coordinará con el área de Operaciones y Supervisión de Control de Procesos para detener el equipo y proceder con la inspección y/o reemplazo según sea el caso.

5.4 APERTURA DE MOTOR

5.4.1 Realizar el conexonado teniendo en cuenta la configuración inicial (guiarse de la fotografía inicial). Considerar orden y limpieza en el área de trabajo, Segregar y almacenar residuos según NTP 900-058-2019.

5.4.2 Proceder a hermetizar las cajas de conexiones de motor, aplicando silicona para tablero alrededor de la tapa para evitar el ingreso de agua, polución o humedad. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 3

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSION | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 1 de 6 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 00 (0 – 500VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19) 
- 2.9. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA) 
- 2.10. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario) 
- 2.11. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario) 
- 2.12. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.13. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²) 
- 2.14. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario) 

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Caja grupal de bloqueo
- 3.8. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.9. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.10. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.11. Aplicador de silicona.
- 3.12. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.13. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.14. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.15. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.16. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.17. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.18. Destornilladores aislados.
- 3.19. Perilleros aislados.
- 3.20. Juego de alicates aislados.
- 3.21. Cutter hoja retráctil.
- 3.22. Brocha Antiestática 2".
- 3.23. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.24. Llave Stilson de 12" aislado.
- 3.25. Prensa terminal

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 6 | |

- 3.26. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)
- 3.27. Torquímetro.

MATERIALES

- 3.28. Paños absorbentes Wypall.
- 3.29. Aflojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
- 3.30. Trapo industrial.
- 3.31. Silicona White (Silicona para tablero)
- 3.32. Limpia contactos 3M™ Novec™.
- 3.33. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
- 3.34. Cinta aislante super 33+
- 3.35. Cinta vulcanizante N° 23.
- 3.36. Precinto de amarre de 200 mm.
- 3.37. Lija para metal (# 100 - 200).
- 3.38. Bolsa de plástico polietileno.
- 3.39. Alcohol isopropílico.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

- 4.1. Reinducción de parada de planta.
- 4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
- 4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
- 4.4. Curso de Herramientas manuales.
- 4.5. Curso de Productos químicos.
- 4.6. Capacitación de trabajos en altura.
- 4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
- 4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAJA DE CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN

- 5.1.1 Verificar el Tag en botonera de campo.
- 5.1.2 Accionar botonera de emergencia en campo para evitar el arranque del o los equipos a intervenir.
- 5.1.3 Verificar el Tag del motor a intervenir.
- 5.1.4 Inspeccionar visualmente el estado superficial del motor para determinar presencia de polvo, cuerpos extraños, deformaciones, entre otros (tomar fotografía).



Imagen 1. Inspección inicial del motor.

- 5.1.5 Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones del motor.
- 5.1.6 Para retirar la tapa de la caja de conexiones se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aisladas y/o juego de dados aislado. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSION | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 3 de 6 | | |

Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.

- 5.1.7 Verificar ausencia de energía en los cables de alimentación usando revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VAC y/o multímetro empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 00 y/o clase 0 (0- 1000 VAC) con sobre guante, de acuerdo a la condición (tensión) que tenemos en el motor. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

- 5.1.8 Inspección visual del estado que se encontró la caja de conexiones (tomar fotografía).



Imagen 2. Verificar ausencia de energía cero.

- 5.1.9 En la caja de conexiones del motor verificar el estado de los cables y terminales, si se observa cortes, rajaduras, quemaduras, daños por vibración, recalentamiento se deberá reportar de inmediato con el supervisor E&I MAININ, él coordinará con el supervisor E&I MARCOBRE para la evaluación, mejora o cambio de acuerdo a estado

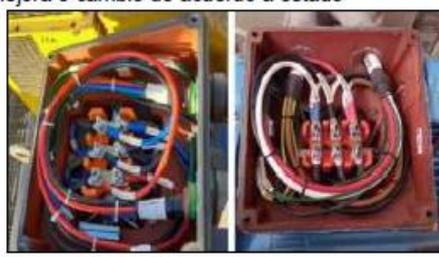


Imagen 3. Inspección y limpieza de estado de terminales.

- 5.1.10 Verificar si existe humedad en la caja de conexiones, identificar y evaluar posibles puntos de ingreso de agua o humedad.
- 5.1.11 Extraer la polución usando una brocha de plástico 2" y una sopladora. Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.
- 5.1.12 Limpiar los cables y terminales con cuidado usando trapo industrial o paños absorbentes Wypall, verificando el estado que se encuentren.
- 5.1.13 Inspeccionar el ajuste y estado de conexiones a tierra de la carcasa y del cable de fuerza, verificando el torque empleando una llave plana aislada, juego de dado aisladas y/o torquímetro, antes de realizar verificar el grado de Lb/pies, N/m de capacidad de perno.
- 5.1.14 Verificar, estado de pernos de anclaje, aterramiento y realizar limpieza de estos utilizando WD-40/Loctite Super Lub, con un trapo industrial y una escobilla de mango de plástico con cerda de

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|--|--|------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSION | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 4 de 6 | |

fierro.
 5.1.15 Cerrar la caja de conexiones del motor y ajustar los pernos, usando una llave plana aislada y/o juego de dados aislados,
Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.

5.1.16 Proceder a hermetizar las cajas de conexiones de motor, aplicando silicona para tablero alrededor de la tapa para evitar el ingreso de agua, polución o humedad. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.2 MANTENIMIENTO DE CAJA DE BORNERAS (RTD, HEATER)

5.2.1 Para retirar la tapa de la caja de conexiones de RTD, HEARTE se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aislada y/o juego de dados aislado. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.
Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato.

5.2.2 Verificar ausencia de energía en los cables de RTDs usando revelador de tensión tipo lapicero (0 a 1000 va) y/o multímetro, realizar el ajuste de las bomeras de los RTDs usando un Perilleros aislada empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 00, clase 0 (0– 1000 VAC) con sobre guante, de acuerdo a la condición (tensión) que tenemos. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

5.2.3 Inspección visual del estado que se encontró la caja de RTDs (fotografía).

Imagen 4. Ajuste, limpieza en caja de RTD's.

5.2.4 Reajustes de las bomeras de RTD's empleando un Perilleros aisladas.
 5.2.5 Cerrar la caja de conexiones del RTD's y ajustar los pernos, usando una llave plana o corona aislada y/o juego de dado aislada,
 5.2.6 Proceder a hermetizar las cajas de conexiones y RTDs aplicando silicona para tablero alrededor para evitar el ingreso de agua, polución o humedad. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.3 MANTENIMIENTO AL VENTILADOR DEL MOTOR

5.3.1 Retirar la tapa del ventilador usando llaves planas aisladas y/o juego de dados aisladas y verificar su estado, de encontrarse dañado reportar al supervisor E&I MAININ y coordinar con

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
 Sólo para uso interno.

|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
|--|---|-----------------|-------------------|---|
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 5 de 6 | | |
| <p>el supervisor E&I MARCOBRE para realizar el cambio (de ser necesario).</p> <p>5.3.2 Limpiar el ventilador y las ranuras de ventilación usando una escobilla de mango de plástico con cerda de hierro, trapo industrial y espátula básica de 2" y/o 4". Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.</p> <p>5.3.3 Colocar la tapa del ventilador, ajustar los pernos empleando llaves planas aisladas y/o juego de dados aisladas.</p> | | | | |
|  <p><i>Imagen 5. Inspección, limpieza de ventilador.</i></p> | | | | |
| <p>5.4 LIMPIEZA DE CARCASA DEL MOTOR</p> <p>5.4.1 Limpiar la acumulación del material en la superficie de la carcasa del motor usando escobilla de cerda de hierro, brocha de plástico ¾", trapo industrial, sopladora, WD-40/Loctite Super Lub y espátula básica de 2" y/o 4". Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo. <i>Nota: si requiere escalera tijera de fibra de vidrio realizar inspección, trabajo será entre 2 técnicos).</i></p> <p>5.4.2 Si el motor se encuentra con signos de oxidación realizar el reporte al supervisor E&I MAININ para tomar acciones correctivas en conjunta coordinación con el supervisor E&I MARCOBRE.</p> <p>5.4.3 Verificar, estado de pernos de anclaje, aterramiento y realizar limpieza de estos utilizando WD-40/Loctite Super Lub con un trapo industrial y una escobilla de mango de plástico con cerda de hierro. (ver figura 8). Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.</p> | | | | |
|  <p><i>Imagen 6. Inspección, limpieza del motor.</i></p> | | | | |
| <p>5.5 MANTENIMIENTO DE BOTONERA DE CAMPO</p> <p>5.5.1 Apertura la botonera de campo y verificar ausencia de energía utilizando revelador de tensión tipo lapicero (0 a 1000 va) o multímetro digital, usando los guantes dieléctricos con sobre guantes.</p> | | | | |
| <p>Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión. Sólo para uso interno.</p> | | | | |

| | | | | |
|--|--|-----------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-07-05 | Versión: 5 | Fecha: 19-05-2023 | |
| | Area: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 6 de 6 | | |

5.5.2 Realizar una inspección visual del estado de la botonera (fotografía).

5.5.3 Realizar una inspección de los cables, aterramiento y limpieza interna usando brocha de 2", trapo industrial. (de haber observaciones reportar al Supervisor E&I MAININ para tomar acciones correctivas en conjunta coordinación con el Supervisor E&I MARCOBRE. (tomar fotografía). Reajuste de las bornas empleando destornillador de punta plana aislada, limpieza de estos con el uso limpiador de Contactos 3M™ Novec™ para su correcto funcionamiento.

5.5.4 Realizar limpieza externa usando un trapo industrial. Considerar orden y limpieza en el área de trabajo, Segregar y almacenar residuos según NTP 900-058-2019.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 4

| | | | | |
|---|--|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSIÓN | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-08-05 | Versión: 4 | Fecha: 20-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 1 de 5 | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 00 y/o 0 (0 – 1000VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.9. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.10. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.11. Amés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.12. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.13. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.14. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)








3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Megóhmetro.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
|--|---|-----------------|-------------------|---|
| | MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MOTORES DE BAJA TENSION | | | |
| | Código: PDP-ELE1-PETS-08-05 | Versión: 4 | Fecha: 20-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 5 | | |
| <p>3.26. Prensa terminal</p> <p>3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)</p> <p>3.28. Torquímetro.</p> | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| <p>3.29. Paños absorbentes Wypall.</p> <p>3.30. Aflotado WD-40 / Loctite Super Lub.</p> <p>3.31. Trapo industrial.</p> <p>3.32. Silicona White (Silicona para tablero)</p> <p>3.33. Limpia contactos 3M™ Novec™.</p> <p>3.34. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro</p> <p>3.35. Cinta aislante super 33+</p> <p>3.36. Cinta vulcanizante N° 23.</p> <p>3.37. Precinto de amarre de 200 mm.</p> <p>3.38. Lija para metal (# 100 - 200).</p> <p>3.39. Bolsa de plástico polietileno.</p> <p>3.40. Alcohol isopropílico.</p> | | | | |
| 4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES | | | | |
| <p>4.1. Reinducción de parada de planta.</p> <p>4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.</p> <p>4.3. Curso de Herramientas manuales.</p> <p>4.4. Curso de Productos químicos.</p> <p>4.5. Capacitación de trabajos en altura.</p> <p>4.6. Curso de espacio confinado (Si es necesario)</p> <p>4.7. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto, sopladora inalámbrica)</p> | | | | |
| 5. PROCEDIMIENTO | | | | |
| 5.1 INSPECCIÓN Y MEDICIÓN EN CAJA DE CONEXIONES | | | | |
| <p>5.1.1 Se utilizará revelador tipo lapicero o (0 – 1000VAC) para verificar la ausencia de energía eléctrica, colocando en todo momento los guantes dieléctricos clase 0 (0 - 1000 VAC) con sobre. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.</p> <p>5.1.2 Verificar el Tag en botonera de campo.</p> <p>5.1.3 Accionar botonera de emergencia en campo para evitar el arranque del o los equipos a intervenir.</p> <p>5.1.4 Inspeccionar visualmente el estado superficial del motor para determinar presencia de polvo, cuerpos extraños, deformaciones, entre otros (tomar fotografía). (ver figura 3). Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.</p> | | | | |
|  | | | | |
| <p><i>Imagen 1. Inspección inicial del motor.</i></p> | | | | |
| <p>Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión. Sólo para uso interno.</p> | | | | |

- 5.1.5 Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones del motor.
- 5.1.6 Conexiones se debe extraer la silicona que se encuentra alrededor de la tapa empleando una espátula de 2" o 4", sacar los pernos de la tapa usando llaves planas aisladas y/o juego de dados aislado. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.
Nota, en caso se encuentre un perno dañado o quebrado informar al supervisor E&I MAININ para realizar el reporte inmediato. Verificar ausencia de energía en los cables de alimentación usando revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VAC y/o multímetro empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 00 y/o clase 0 (0- 1000 VAC) con sobre guante, de acuerdo a la condición (tensión) que tenemos en el motor.
- 5.1.7 El personal técnico E&I MAININ evaluará las condiciones que se encuentra: el terminal, las borneras, cables de alimentación, para su corrección y/o cambio de los mismo.
- 5.1.8 Desconexión de cables para el ajuste y/o cambio de terminales, borneras empleando llave plana aislada, juego de dados aislados, destornillador con plana/estrella, perilleros, según amerita las condiciones del motor.
- 5.1.9 El técnico E&I MAININ encargado de la actividad, usará la prensa terminal para el ajuste y/o cambio de borneras según correspondan usando los guantes de seguridad HyFlex, badana y/o ante impacto
- 5.1.10 Verificar, estado de pernos de anclaje, aterramiento y realizar limpieza de estos utilizando WD-40/Loctite Super Lub, con un trapo industrial y una escobilla de mango de plástico con cerda de fierro. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.
- 5.1.11 Realizar prueba de aislamiento a motor, Índice de polarización. (si se requiere)
- 5.1.12 Inspeccionar el ajuste y estado de conexiones a tierra de la carcasa y del cable de fuerza, verificando el torque empleando una llave plana aislada, juego de dado aisladas y/o torquímetro, antes de realizar verificar el grado de Lb/pies, N/m de capacidad de perno.

5.2 CAMBIO DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL

- 5.2.1 En caso de que los cables de fuerza y/o control se encuentren dañados o con bajo aislamiento, se debe proceder a desconectar en el arrancador/VFD y motor, previo Bloqueo y Etiquetado EST-SSO-004. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.
- 5.2.2 Proveer con los equipos, herramientas y materiales para realizar la actividad. Considerar IPERC específico para cargas mayores de 20Kg.
- 5.2.3 Tender el cable, del mismo calibre, por toda la bandeja eléctrica o control, sujetándola con cintillo de forma ordenada, realizar el peinado de los mismos.
- 5.2.4 Realizar pruebas de aislamiento del cable con un Megóhmetro. Pasado la prueba, proceder a conectar en el arrancador/VFD y motor.
- 5.2.5 Culminadas las actividades se coordinará con el área de operaciones para el retiro de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.
- 5.2.6 El supervisor y los técnicos E&I MAININ retiraran sus candados de la caja de bloqueo grupal MAININ.
- 5.2.7 El Supervisor E&I MAININ procederá retirar su candado de bloqueo y tarjeta de bloqueo de la caja de bloqueo grupal MARCOBRE que se encuentra en la sala eléctrica correspondiente en coordinación con el Custodio encargado del desbloqueo.

5.2.8 Comprobar el sentido de giro.

Nota: de no ser correcto el sentido de giro regresar nuevamente a la actividad de Bloqueo y Etiquetado (en coordinación con operaciones) para hacer los cambios hasta verificar el correcto funcionamiento del equipo intervenido. Realizar el monitoreo de corriente, voltaje, rpm, de ser conforme los valores de la disponibilidad del equipo.

5.3 REPARACIÓN O CAMBIO DE MOTOR

5.3.1 En caso de haber detectado la inoperatividad del motor, se comunicará al supervisor E&I MARCOBRE para coordinar cambio y recursos adicionales tales como grúa, andamios, personal mecánico, motor en espera, según las condiciones que encontramos en el área.

5.3.2 Verificar disponibilidad de motor en espera previa inspección y pruebas (Nivel de Aislamiento, Índice de Polarización)

5.3.3 Coordinar con personal mecánico, el cambio del Motor considerando todas las maniobras a realizar, trabajos con grúas, cargas suspendidas, andamios (de ser necesario).

5.3.4 Coordinar con el electricista de sala eléctrica, para el aislamiento, bloqueo y etiquetado del equipo a intervenir.

5.3.5 Proceder a realizar el bloqueo del equipo de acuerdo al estándar de Bloqueo y Etiquetado y verificar el aterramiento.

5.3.6 En la caja de bloqueo grupal MAININ, el supervisor y personal E&I que realizarán las tareas asignadas colocarán sus candados con sus respectivas tarjetas de bloqueo.

5.3.7 Verificar la ausencia de energía en cubículo o arrancador dentro de sala eléctrica. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

5.3.8 Verificar ausencia de energía en los cables de alimentación usando revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VAC y/o multímetro empleando en todo momento el guante dieléctrico clase 00 y/o clase 0 (0– 1000 VAC) con sobre guante, de acuerdo a la condición (tensión) que tenemos en el motor.

5.3.9 Desconectar el motor, usando llave plana aislada y/o juego de dado aislada, considerando el marcado de los cables de fuerza, conexiones a tierra, RTDs, Heaters, etc. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.3.10 De ser necesario desmontar el motor y llevarlo al taller; con el motor ya desmontado realizar secado y limpieza del estator, además del cambio de rodamientos, ventilador, bomeras de RTDs, bomeras de Heaters, etc. según sea el caso. Considerar IPERC específico para cargas mayores de 20Kg y uso correcto de EPP's específicos.

5.4 CAMBIO DE RODAMIENTO

5.4.1 Se desmontará la carcasa trasera y extraer el ventilador trasero, viene con algún tipo de cierre en este caso una arandela de presión exterior (para extraer el ventilador se hace presión a ras del eje).

5.4.2 Sacar la chaveta y golpear con un martillo al eje con cuidado hasta soltar la tapa, seguidamente extraer el estator con el eje con uso de herramientas adecuadas. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.4.3 Empleando un alicata punta curva se extrae la arandela de la tapa, separar la tapa del rodamiento y el eje

Anexo 5

| | | | | |
|--|--|------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO EN PLANTA | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-05-05 | Versión: 3 | Fecha: 16-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 1 de 3 | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2 Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3 Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4 Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5 Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6 Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7 Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.8 Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.9 Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.10 Amés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.11 Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.12 Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.13 Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Aspiradora antiestática.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|----------------------------|---|-----------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO EN PLANTA | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-05-05 | Versión: 3 | Fecha: 16-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 3 | | |

3.26. Prensa terminal
3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)

MATERIALES

3.28. Paños absorbentes Wypall.
3.29. Aflojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
3.30. Trapo industrial.
3.31. Silicona White (Silicona para tablero)
3.32. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.33. Escobilla de mango de plástico con cerda de hierro
3.34. Cinta aislante super 33+
3.35. Cinta vulcanizante N° 23.
3.36. Precinto de amarre de 200 mm.
3.37. Lija para metal (# 100 - 200).
3.38. Bolsa de plástico polietileno.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

5.1 MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS EN PLANTA

5.1.1 Identificar los instrumentos para dar mantenimiento. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante y cumplir los estándares de bloqueo y etiquetado JU-SSO-STD-042.

5.1.2 Verificar los conectores, conexión de puesta a tierra, cables de conexión del instrumento o actuador. Si se observa algún desperfecto, reportar al supervisor E&I MAININ, para las coordinaciones de cambio o reemplazo. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

5.1.3 Realizar limpieza externa de instrumento con limpia contacto electrónico, trapo industrial o paño absorbente Wypall. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según lo requerido y de guantes de nitrilo caña larga y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.1.4 En el caso de desconexión o cambio de los instrumentos, proceder a desmontar el usando una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.1.5 Aislar el conector con cinta aislante para evitar algún desperfecto, tener en cuenta la conexiones del mismo y evitar confusiones al momento de la instalación. Usar un cuaderno de anotaciones como guía de referencia o tomar fotografías respectivamente.

5.1.6 Limpiar con Limpiador de Contactos 3M™ Novec™ los contactos de los instrumentos (verificar los riesgos del producto en las Hojas MSDS). Realizar mantenimiento del elemento de medición del instrumento. Usar los consumibles y herramientas adecuadas para retirar acumulación de

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO EN PLANTA | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-05-05 | Versión: 3 | Fecha: 16-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 3 de 3 | | |

óxido, limaduras de hierro, sarro, etc.

5.1.7 Verificar el estado del aislamiento del cable de conexión del equipo, en caso se encuentre algún desperfecto, proceder a realizar cambio y/o reparación del cable en coordinación con el supervisor o técnico E&I MARCOBRE.

5.1.8 Ajustar con una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor. El conexión de estar como se encontró inicialmente (guiarse de las anotación o fotografías). Considerar el uso de respirador de media cara o full face con filtro 7093 o 2097 y uso de lentes Google o anti polvo.

5.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON SALA DE CONTROL

5.2.1 Coordinar con Operaciones y sala de control la prueba de funcionamiento. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

5.2.2 Verificar con sala de Control si presenta lectura del instrumento intervenido, verificando su feedback y operatividad del mismo desde sala. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

5.2.3 Registrar los datos de simulación y proceder a realizar las correcciones correspondientes en caso de falla. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante.

DESPUÉS

5.3 DESBLOQUEO DEL EQUIPO

5.3.1 Culminadas las actividades se coordinará con el área de operaciones para el retiro de los dispositivos de bloqueo y etiquetado. El supervisor y los técnicos de MAININ retirarán sus candados de la caja de bloqueo grupal MAININ (El supervisor E&I MAININ será el último en retirar su candado en frente de trabajo). Considerar el tránsito por accesos libres y uso permanente de guantes anticorte.

5.3.2 El Supervisor E&I MAININ procederá retirar su candado de bloqueo y tarjeta de bloqueo de la caja de bloqueo grupal MARCOBRE que se encuentra en la sala eléctrica correspondiente en coordinación con el líder de bloqueo de sala eléctrica. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

5.4 TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

5.4.1 Se trasladará de herramientas del área de trabajo hacia el acopio temporal de herramientas, transitar por zonas libres y autorizadas dentro del área de trabajo. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

5.4.2 Realizar orden y limpieza; recolectando los retazos y/o desperdicios producidos por el trabajo en el área, segregar de manera correcta los desechos respetando el código de colores, considerando usar de lentes de seguridad y guantes anticorte.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 6

| | | | | |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORAS | | |  |
| | Código: PDP-INS1-PETS-06-05 | Versión: 6 | Fecha: 16-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 1 de 5 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.8. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.9. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.10. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.11. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.12. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.13. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)



3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Aspiradora antiestática.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
 Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORAS | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-06-05 | Versión: 6 | Fecha: 16-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 5 | | |

3.26. Prensa terminal
3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)

MATERIALES

3.28. Paños absorbentes Wypall.
3.29. Aflojador WD-40 / Loctite Super Lub.
3.30. Trapo industrial.
3.31. Silicona White (Silicona para tablero)
3.32. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.33. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
3.34. Cinta aislante super 33+
3.35. Cinta vulcanizante N° 23.
3.36. Precinto de amarre de 200 mm.
3.37. Lija para metal (# 100 - 200).
3.38. Bolsa de plástico polietileno.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

5.1 INSPECCIÓN A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS

5.1.1 El personal técnico E&I MAININ evaluará los accesos para el ingreso a la faja transportadora. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

5.1.2 Realizar una inspección visual de los instrumentos a realizar mantenimiento tales como: los Pull Cord, Rip Belt (rotura de faja), Zero speed, switch de desalineamiento de faja (tomar fotografía). Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

5.1.3 Para el retiro de guarda de protección, es necesario el permiso (retiro de guarda), debe estar firmado por el supervisor E&I MAININ y supervisor responsable E&I MARCOBRE.

5.2 MANTENIMIENTO SENSOR PULL CORD

5.2.1 Verificar la posición y estado actual del Pull Cord (tomar fotografía). Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

5.2.2 Proceda limpiar con trapo industrial y/o paño absorbente Wypall, brocha de 2" u 4", escobilla de mango de plástico con cerda de fierro, y espátula básica 2" u 4". Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.2.3 Verificar punto de aterramiento (bomera), si cuenta con oxidación y/o deterioro de misma, reportar al supervisor E&I MAININ para su cambio (si requiere).
Importante: Si el Pull Cord se encuentra desenergizado se retirará la tapa usando llave plana y/o juego de dados, para su mantenimiento respectivo.

5.2.4 Verifica que las conexiones internas estén sin presencia de corrosión, humedad y estado de los
Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORAS | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-06-05 | Versión: 6 | Fecha: 16-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 3 de 5 | | |

cables,

- 5.2.5 Verificar la hermeticidad del sensor.
- 5.2.6 Realizar las pruebas de funcionamiento con un multímetro y/o pinza amperimétrica, reajuste de borneras para mejorar el contacto. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.



Figura 1. Inspección Pull Cord



Figura 2. Ajuste y limpieza de borneras en Pull Cord.

5.3 DE TABLERO DE JUNCTION BOX (JB)

- 5.3.1 *Nota: si el tablero se encuentra desenergizado se podrá apertura para la inspección y mantenimiento respectivo (reajuste de borneras de conexiones usando destornilladores de punta plana/estrella, perilleros para el ajuste óptimo, revise y ordene el cableado dentro de las canaletas y que las tapas queden bien colocadas).*



Figura 3. Inspección de tablero JB

- 5.3.2 Inicie la limpieza exterior de los gabinetes (Junction Box) de los instrumentos de protección y accionamiento usando el soplador eléctrico, trapo industrial y/o paños absorbentes Wypall. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|--|--|-----------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORAS | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-06-05 | Versión: 6 | Fecha: 16-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 4 de 5 | | |

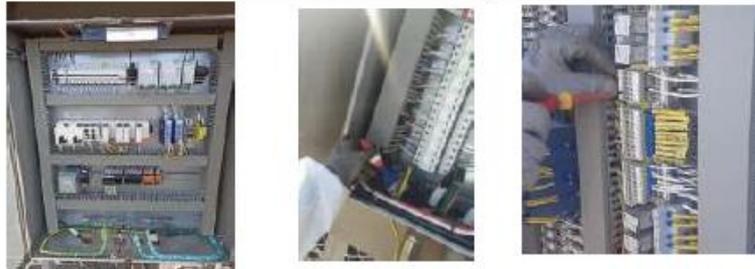


Figura 4, 5, 6. Inspección, limpieza y ajuste de borneras de tablero Junction Box (JB)

5.4 MANTENIMIENTO A SENSOR DESALINEAMIENTO DE FAJA.

- 5.4.1 Verificar la posición y estado actual del desalineamiento de faja (tomar fotografía).
- 5.4.2 Proceda limpiar con trapo industrial y/o paño absorbente Wypall, brocha de 2", escobilla de mango de plástico con cerda de hierro, y espátula básica 2" u 4". Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.
- 5.4.3 Verificar punto de aterramiento (bornera), si cuenta con oxidación y/o deterioro de misma, reportar al supervisor E&I MAININ para su cambio (si requiere). Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.
Importante: Si el sensor de desalineamiento de faja se encuentra desenergizado se retirará la tapa usando llave plana y/o juego de dados, para su mantenimiento respectivo
- 5.4.4 Verifica que las conexiones internas estén sin presencia de corrosión, humedad y estado de los cables.
- 5.4.5 Verificar la hermeticidad del sensor.
- 5.4.6 Realizar las pruebas de funcionamiento con un multímetro y/o pinza amperimétrica, reajuste de borneras para mejorar el contacto.



Figura 7. Instrumento de desalineamiento de faja.

5.5 MANTENIMIENTO DE RUPTURA DE FAJA.

- 5.5.1 Verificar la posición y estado actual de ruptura de faja (tomar fotografía). Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.
- 5.5.2 Proceda limpiar con trapo industrial y/o paño absorbente Wypall, brocha de 2", escobilla de mango de plástico con cerda de hierro, y espátula básica de 2". Considerar el uso de respirador

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y ACCIONAMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORAS | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-06-05 | Versión: 6 | Fecha: 16-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 5 de 5 | |

media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.5.3 Verificar punto de aterramiento (bomera), si cuenta con oxidación y/o deterioro de misma, reportar al supervisor E&I MAININ para su cambio (si requiere).
Importante: Si el sensor de ruptura de faja se encuentra desenergizado se retirará la tapa usando llave plana y/o juego de dados, para su mantenimiento respectivo.

5.5.4 Verifica que las conexiones internas estén sin presencia de corrosión, humedad y estado de los cables.

5.5.5 Verificar la hermeticidad del sensor.

5.5.6 Realizar las pruebas de funcionamiento con un multímetro y/o pinza amperimétrica, reajuste de bomeras para mejorar el contacto. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante.

Figura 8. Instrumento de ruptura de faja transportadora.

5.6 MANTENIMIENTO SENSOR ZERO SPEED

5.6.1 Verificar la posición y estado actual de del desalineamiento de faja (tomar fotografía).

5.6.2 Para el retiro de guarda de protección, es necesario el permiso (retiro de guarda), debe estar firmado por el supervisor E&I MAININ y supervisor responsable E&I MARCOBRE. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.

5.6.3 Proceda limpiar con trapo industrial y/o paño absorbente Wypall, brocha de 2", escobilla de mango de plástico con cerda de hierro, y espátula básica 2" u 4". Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

5.6.4 Verificar punto de aterramiento (bomera), si cuenta con oxidación y/o deterioro de misma, reportar al supervisor E&I MAININ para su cambio (si requiere).

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 7

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN BATEA | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-09-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 1 de 3 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 00 y/o 0 (0 – 1000VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.9. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.10. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.11. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.12. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.13. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.14. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)








3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Aspiradora antiestática.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN BATEA | | |  |
| | Código: PDP-INS1-PETS-09-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 3 | |

3.26. Prensa terminal
3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)

MATERIALES

3.28. Paños absorbentes Wypall.
3.29. Aflojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
3.30. Trapo industrial.
3.31. Silicona White (Silicona para tablero)
3.32. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.33. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
3.34. Cinta aislante super 33+
3.35. Cinta vulcanizante N° 23.
3.36. Precinto de amarre de 200 mm.
3.37. Lija para metal (# 100 - 200).
3.38. Bolsa de plástico polietileno.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

DURANTE

5.1 MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS EN PLANTA

5.1.1 Identificar los instrumentos para dar mantenimiento. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

Imagen 1. Sensor de nivel LIT de Bateas.

5.1.2 Verificar los conectores, conexionado de puesta a tierra, cables de conexión del instrumento o actuador. Si se observa algún desperfecto, reportar al supervisor E&I MAININ, para las coordinaciones de cambio o reemplazo.

5.1.3 Realizar limpieza externa de instrumento con limpia contacto electrónico, trapo industrial o paño absorbente Wypall. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN BATEA | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-09-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 3 de 3 | |

5.1.4 En el caso de desconexión o cambio de los instrumentos, proceder a desmontar el usando una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor.

5.1.5 Aislar el conector con cinta aislante para evitar algún desperfecto, tener en cuenta la conexiones del mismo y evitar confusiones al momento de la instalación. Usar un cuaderno de anotaciones como guía de referencia o tomar fotografías respectivamente.

5.1.6 Limpiar con Limpiador de Contactos 3M™ Novec™ los contactos de los instrumentos (verificar los riesgos del producto en las Hojas MSDS). Realizar mantenimiento del elemento de medición del instrumento. Usar los consumibles y herramientas adecuadas para retirar acumulación de óxido, limaduras de fierro, sarro, etc.

5.1.7 Verificar el estado del aislamiento del cable de conexionado del equipo, en caso se encuentre algún desperfecto, proceder a realizar cambio y/o reparación del cable en coordinación con el supervisor o técnico E&I MARCOBRE.

5.1.8 Ajustar con una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor. El conexionado de estar como se encontró inicialmente (guiarse de las anotación o fotografías).

5.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON SALA DE CONTROL

5.2.1 Coordinar con Operaciones y sala de control la prueba de funcionamiento. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

5.2.2 Verificar con sala de Control si presenta lectura del instrumento intervenido, verificando su feedback y operatividad del mismo desde sala.

5.2.3 Registrar los datos de simulación y proceder a realizar las correcciones correspondientes en caso de falla. Considerar el uso de EPP específico (ropa ignífuga), casco de seguridad clase E, guantes dieléctricos con sobre guante.

DESPUÉS

5.3 DESBLOQUEO DEL EQUIPO

5.3.1 Culminadas las actividades se coordinará con el área de operaciones para el retiro de los dispositivos de bloqueo y etiquetado. El supervisor y los técnicos de MAININ retirarán sus candados de la caja de bloqueo grupal MAININ (El supervisor E&I MAININ será el último en retirar su candado en frente de trabajo). Considerar el tránsito por accesos libres y uso permanente de guantes anticorte.

5.3.2 El Supervisor E&I MAININ procederá retirar su candado de bloqueo y tarjeta de bloqueo de la caja de bloqueo grupal MARCOBRE que se encuentra en la sala eléctrica correspondiente en coordinación con el líder de bloqueo de sala eléctrica. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

5.4 TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

5.4.1 Se trasladará de herramientas del área de trabajo hacia el acopio temporal de herramientas, transitar por zonas libres y autorizadas dentro del área de trabajo. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

Anexo 8

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 1 de 6 | | |

1. PERSONAL

- 1.1 Supervisor de Electricidad e Instrumentación
- 1.2 Técnico Electricista
- 1.3 Técnico Instrumentista

2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Ropa de trabajo de Seguridad contra Arco Eléctrico (ATPV :12 Cal/cm²)
- 2.2. Casco de seguridad clase E con barbiquejo (ANSI Z89.1/ ISEA Z89.1-2014)
- 2.3. Lentes de seguridad tipo Google o antipolvo (ANSI Z87.1)
- 2.4. Zapatos de Seguridad dieléctricos con punta de baquelita (ASTM F2413)
- 2.5. Guantes de Seguridad (Nitrilo o Neopreno)
- 2.6. Guantes de Seguridad Anticorte (Ansell HyFlex® 11-435 / Tipo B)
- 2.7. Guantes dieléctricos Clase 00 y/o 0 (0 – 1000VAC) con sobre guante. (Norma EN 60903 /EIC 60903) (Norma EN 420 y EN 388)
- 2.8. Orejeras y/o Tapones de Oídos (ANSI S3.19)
- 2.9. Respirador de media cara (NIOSH/MSHA)
- 2.10. Filtros NIOSH P100(para polvo) y/o 6003 (para gases) (si es necesario)
- 2.11. Arnés, línea de vida y/o tambor retráctil (ANSI Z359.1) (si es necesario)
- 2.12. Bloqueador solar (FPS 50+)
- 2.13. Camisa con cintas reflectivas (ATPV :14 Cal/cm²)
- 2.14. Trajes contra químicos (ANSI/SEA 103, Clase C) o Trajes descartables (ANSI/SEA 101) (si es necesario)








3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS

- 3.1. Dispositivo de comunicación.
- 3.2. Linterna para casco.
- 3.3. Revelador de tensión tipo lapicero de 0 a 1000 VA.
- 3.4. Pinza Amperimétrica.
- 3.5. Multímetro digital.
- 3.6. Sopladora eléctrica inalámbrica.
- 3.7. Aspiradora antiestática.
- 3.8. Caja grupal de bloqueo
- 3.9. Candado de Bloqueo de 38mm.
- 3.10. Pinza de Bloqueo (si es necesario)

HERRAMIENTAS

- 3.11. Caja de herramientas de plástico para electricista.
- 3.12. Aplicador de silicona.
- 3.13. Juego de destornilladores punta estrella aisladas.
- 3.14. Juego de destornillador punta plana aisladas.
- 3.15. Juego de llaves mixtas aisladas.
- 3.16. Llave de dados aislados 1000V.
- 3.17. Juego de llaves Allen aislados.
- 3.18. Juego de llaves Torx aislados.
- 3.19. Destornilladores aislados.
- 3.20. Perilleros aislados.
- 3.21. Juego de alicates aislados.
- 3.22. Cutter hoja retráctil.
- 3.23. Brocha Antiestática 2".
- 3.24. Llave francesa de 10" aislada.
- 3.25. Llave Stilson de 12" aislado.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|--|--|------------|-------------------|--|
| | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | | |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 2 de 6 | |

3.26. Prensa terminal
3.27. Escalera tijera de fibra de vidrio (si es necesario)

MATERIALES

3.28. Paños absorbentes Wypall.
3.29. Aflojatodo WD-40 / Loctite Super Lub.
3.30. Trapo industrial.
3.31. Silicona White (Silicona para tablero)
3.32. Limpia contactos 3M™ Novec™.
3.33. Escobilla de mango de plástico con cerda de fierro
3.34. Cinta aislante super 33+
3.35. Cinta vulcanizante N° 23.
3.36. Precinto de amarre de 200 mm.
3.37. Lija para metal (# 100 - 200).
3.38. Bolsa de plástico polietileno.

4. CERTIFICACIÓN / CAPACITACIONES

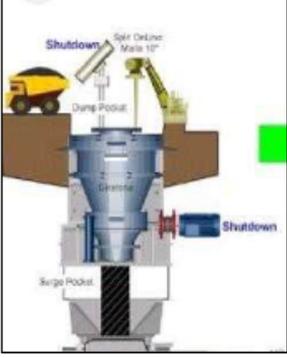
4.1. Reinducción de parada de planta.
4.2. Curso de aislamiento, bloqueo y etiquetado.
4.3. Curso de Riesgo eléctrico.
4.4. Curso de Herramientas manuales.
4.5. Curso de Productos químicos.
4.6. Capacitación de trabajos en altura.
4.7. Curso de espacio confinado (Si es necesario)
4.8. Curso de herramientas de poder (Taladro, Pistola de Impacto)

5. PROCEDIMIENTO

5.1 MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS EN CHANCADO PRIMARIO
DUMP POCKET (SENSOR DE CONTEO)

5.1.1 Identificar los instrumentos para dar mantenimiento. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.
5.1.2 De encontrarse a una altura mayor de 1.50 m, el supervisor E&I MAININ deberá solicitar el armado de andamios, así mismo el técnico E&I MAININ deberá rellenar los siguientes documentos (Check list de inspección de tambor retráctil, inspección de amés, lista de verificación de trabajos en altura). Todos estos permisos deben ser firmado por el supervisor E&I MAININ.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | |  |
|---|---|-----------------|-------------------|---|
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | Páginas: 3 de 6 | | |
| <p>5.1.3 Inspección inicial del instrumento, cualquier daño reportar con el supervisor E&I MAININ, él coordinará con el supervisor E&I MARCOBRE. Para la evacuación según sea el caso.</p> | | | | |
|  | | | | |
| <p><i>Imagen 1. Ubicación de sensor Dump Pocket</i></p> | | | | |
| <p>5.1.4 Verificar los conectores, conexión de puesta a tierra, cables de conexión del instrumento o actuador. Si se observa algún desperfecto, reportar al supervisor E&I MAININ, para las coordinaciones de cambio o reemplazo. Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.</p> | | | | |
| <p>5.1.5 Realizar limpieza externa de instrumento con limpia contacto electrónico, trapo industrial o paño absorbente Wypall. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.</p> | | | | |
| <p>5.1.6 En el caso de desconexión o cambio de los instrumentos, proceder a desmontar el usando una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor.</p> | | | | |
| <p>5.1.7 Aislar el conector con cinta aislante para evitar algún desperfecto, tener en cuenta la conexiones del mismo y evitar confusiones al momento de la instalación. Usar un cuaderno de anotaciones como guía de referencia o tomar fotografías respectivamente.</p> | | | | |
| <p>5.1.8 Limpiar con Limpiador de Contactos 3M™ Novec™ los contactos de los instrumentos (verificar los riesgos del producto en las Hojas MSDS). Realizar mantenimiento del elemento de medición del instrumento. Usar los consumibles y herramientas adecuadas para retirar acumulación de óxido, limaduras de fierro, sarro, etc.</p> | | | | |
| <p>5.1.9 Verificar el estado del aislamiento del cable de conexión del equipo, en caso se encuentre algún desperfecto, proceder a realizar cambio y/o reparación del cable en coordinación con el supervisor o técnico E&I MARCOBRE.</p> | | | | |
| <p>5.1.10 Ajustar con una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor. El conexión de estar como se encontró inicialmente (guiarse de las anotación o fotografías). Considerar el uso de guantes de seguridad y usar las herramientas en ángulo adecuado para evitar contacto lateral, frontal o posterior.</p> | | | | |
| <p>Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión. Sólo para uso interno.</p> | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 4 de 6 | |



Imagen 2. Sensor Dump Pocket.

5.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON SALA DE CONTROL

- 5.2.1 Coordinar con Operaciones y sala de control la prueba de funcionamiento. Considerar el tránsito por accesos autorizados para peatones, uso de tres puntos de apoyo, no usar el celular, ni otro distractor, usar ropa de trabajo con cinta reflectiva, uso permanente de guantes anticorte.
- 5.2.2 Verificar con sala de Control si presenta lectura del instrumento intervenido, verificando su feedback y operatividad del mismo desde sala. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.
- 5.2.3 Registrar los datos de simulación y proceder a realizar las correcciones correspondientes en caso de falla.

5.3 MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS EN CHANCADO PRIMARIO

SURGE POCKET (SENSOR DE NIVEL) Y SENSOR TOGGLE

- 5.3.1 Identificar los instrumentos para dar mantenimiento. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.

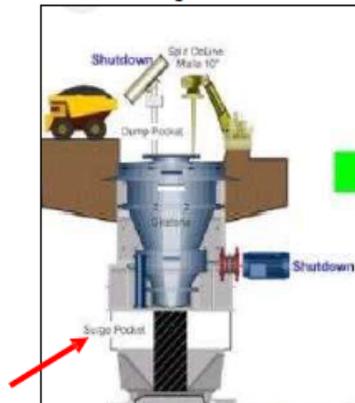


Imagen 3. Ubicación de sensor Surge Pocket.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|--|-----------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS | | |  |
| | MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | | |
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 5 de 6 | | |

- 5.3.2 De encontrarse a una altura mayor de 1.50 m, el supervisor E&I MAININ deberá solicitar el armado de andamios, así mismo el técnico E&I MAININ deberá rellenar los siguientes documentos (Check list de inspección de tambor retráctil, inspección de amés, lista de verificación de trabajos en altura). Todos estos permisos deben ser firmado por el supervisor E&I MAININ.



Imagen 4. Ingreso al Sensor Toggle planta de Sulfuros.

- 5.3.3 Para los trabajos en espacio confinado, el personal debe tener el curso critico (espacio confinado), el monitoreo de gases antes de ingresar
Nota. Considerar el "nivel seguro" mínimo de oxígeno en un espacio confinado es del 19,5 % vigía permanente en el ingreso para el registro de entrada y salida respectivamente.
- 5.3.4 Inspección inicial del instrumento, cualquier daño reportar con el supervisor E&I MAININ, él coordinará con el supervisor E&I MARCOBRE. Para la evacuación según sea el caso. Verificar los conectores, conexionado de puesta a tierra, cables de conexión del instrumento o actuador.



Si se observa algún desperfecto, reportar al supervisor E&I MAININ, para las coordinaciones de cambio o reemplazo.

Imagen 5. Ingreso a sensor Dump Pocket

- 5.3.5 Realizar limpieza externa de instrumento con limpia contacto electrónico, trapo industrial o paño absorbente Wypall. Considerar el uso de respirador media cara con cartucho el tipo según la

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
 Sólo para uso interno.

| | | | | |
|---|---|------------|-------------------|---|
|  | PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS MANTENIMIENTO A INSTRUMENTOS DE PROTECCION Y ACCIONAMIENTO EN CHANCADO PRIMARIO | | |  |
| | Código: PDP-INS1-PETS-10-05 | Versión: 1 | Fecha: 18-05-2023 | |
| | Área: MANTENIMIENTO PLANTA | | Páginas: 6 de 6 | |

necesidad y de guantes de nitrilo y tener en cuenta que el producto químico este rotulado.

- 5.3.6 En el caso de desconexión o cambio de los instrumentos, proceder a desmontar el usando una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor.
- 5.3.7 Aislar el conector con cinta aislante para evitar algún desperfecto, tener en cuenta la conexiones del mismo y evitar confusiones al momento de la instalación. Usar un cuaderno de anotaciones como guía de referencia o tomar fotografías respectivamente.
- 5.3.8 Limpiar con Limpiador de Contactos 3M™ Novec™ los contactos de los instrumentos (verificar los riesgos del producto en las Hojas MSDS). Realizar mantenimiento del elemento de medición del instrumento. Usar los consumibles y herramientas adecuadas para retirar acumulación de óxido, limaduras de hierro, sarro, etc.
- 5.3.9 Verificar el estado del aislamiento del cable de conexionado del equipo, en caso se encuentre algún desperfecto, proceder a realizar cambio y/o reparación del cable en coordinación con el supervisor o técnico E&I MARCOBRE.
- 5.3.10 Ajustar con una llave plana aislada, juego de llaves Allen aisladas, según amerita el sensor. El conexionado de estar como se encontró inicialmente (guiarse de las anotación o fotografías).

Imagen 6. Mantenimiento de Sensor Surge Pocket.



- 5.4 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON SALA DE CONTROL
 - 5.4.1 Coordinar con Operaciones y sala de control la prueba de funcionamiento.
 - 5.4.2 Verificar con sala de Control si presenta lectura del instrumento intervenido, verificando su feedback y operatividad del mismo desde sala. Mantener distancia de los equipos en movimiento y no exponerse a la línea de fuego.
 - 5.4.3 Registrar los datos de simulación y proceder a realizar las correcciones correspondientes en caso de falla.

Los documentos impresos no son controlados. Usted es responsable de verificar que tiene la última versión.
Sólo para uso interno.