

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Supervisión de mantenimiento de motores
eléctricos en la planta concentradora Chinalco
por parte de la empresa Mantenimiento
Ingeniería Industrial SRL**

Dioser Arroyo Carbajal

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



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

TSP - ARROYO CARBAJAL DIOSER

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	ninive.ismm.edu.cu Fuente de Internet	1%
3	vsip.info Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ecci.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad de Deusto Trabajo del estudiante	<1%
9	id.scribd.com Fuente de Internet	

<1 %

10

mainin.com.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

www.ineel.mx

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

ley.exam-10.com

Fuente de Internet

<1 %

14

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

<1 %

16

Fangxing Li, R. Broadwater, J. Thompson, F. Goodman. "Analysis of distributed resources operating in unbalanced distribution circuits", 2000 Power Engineering Society Summer Meeting (Cat. No.00CH37134), 2000

Publicación

<1 %

17

Oscar Nunez-Mata, Steven Gutierrez-Vargas, Alonso Moya-Moya. "Effective Selection of a Dielectric Health Index for Diagnosis of Electric Motors", 2019 IEEE 39th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXIX), 2019

<1 %

18

docobook.com

Fuente de Internet

<1 %

19

jobs.bechtel.com

Fuente de Internet

<1 %

20

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

21

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Trabajo del estudiante

<1 %

23

Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

24

eresmama.com

Fuente de Internet

<1 %

25

cedi.ucr.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to Universidad Privada Boliviana

Trabajo del estudiante

<1 %

27

Submitted to Universidad de León

Trabajo del estudiante

<1 %

28

uteq.edu.mx

Fuente de Internet

<1 %

29	intra.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
31	SRK CONSULTING (PERU) S.A.. "DAP de la Planta de Premezclado Wanchaq-IGA0001163", R.D. N° 287-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publicación	<1 %
32	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	J & E CONSULTORES GENERALES S.R.L.. "EIA-SD del Proyecto Instalación de la Línea de Transmisión en 60 kV Pongo de Caynarachi - Yurimaguas y Subestaciones-IGA0002612", R.D. N° 196-2017-MEM/DGAAE, 2020 Publicación	<1 %
35	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
36	habitat.aq.upm.es Fuente de Internet	<1 %
37	redined.mecd.gob.es Fuente de Internet	<1 %

38	www.portaldedesarrollo.org Fuente de Internet	<1 %
39	www.sc.ehu.es Fuente de Internet	<1 %
40	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %
41	dspace.otalca.cl Fuente de Internet	<1 %
42	sites.google.com Fuente de Internet	<1 %
43	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
44	www.diariodenoticias.com Fuente de Internet	<1 %
45	www.science.gov Fuente de Internet	<1 %
46	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "MEIA de la Planta Extractora de Aceite de Palma, a Efectos de Desarrollar el Proyecto de Inversión Construcción y Operación de una Planta de Refinación Física de Aceite Crudo de Palma de 100 Tm/día, Una Planta de Fraccionamiento de Aceite Refinado de Palma de 80 Tm/día Expandible a 100 TPD y las	<1 %

Líneas de Envasado de Aceites y Manteca- IGA0020368", R.D. N° 00213-2022- PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTOS

A la universidad, por brindarme conocimientos a través de los docentes, a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y a la empresa Mainin, en donde se desarrolló el presente estudio.

DEDICATORIA

A mis padres, docentes y a la empresa, que confió y aceptó la realización de las actividades, permitiendo mi desarrollo profesional.

RESUMEN

En el trabajo «Supervisión de mantenimiento de motores eléctricos en la planta concentradora Chinalco por parte de la empresa Mantenimiento Ingeniería Industrial SRL». Se tiene como finalidad de informar las actividades realizadas en la supervisión del mantenimiento de motores eléctricos en la planta concentradora. Formando parte de un equipo de colaboradores con decisión, de manera que el compromiso adquirido sea fructífero para las dos partes y se pueda desarrollar profesionalmente.

Desarrollar una supervisión de la parte del mantenimiento de los motores eléctricos en la planta concentradora, enriquece de los saberes, en bien del desarrollo profesional y en las mejoras de cada uno de los procesos para el empleador. En la que se pudo manifestar las condiciones respecto a la limpieza en los equipos; además, se mostró el periodo de tiempo en que se ejecuta el mantenimiento; así como los estados en las que se encuentra el equipo. Asimismo, se reflejaron los indicadores y aspectos que se toman en cuenta para el mantenimiento. Por ello, se concluye que la formación laboral se considera como un pilar indispensable del bachiller en Ingeniería Eléctrica, debido a que compone un instrumento pedagógico fundamental, que ayuda a que trascienda en el abordaje de los saberes teóricos abstractos, poder tomar un contacto con la realidad social desde el comienzo del proceso de formación y poder participar e influir en ella, aportando con la transformación ante eventos. De tal manera que, las actividades que se desarrolló en la planta concentradora Chinalco brindaron conocimientos indispensables y, sobre todo, la experiencia a favor de realizar el cumplimiento de las finalidades planteadas.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria	iii
Resumen.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	ix
Índice de tablas.....	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I.....	12
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	12
1.1. Datos generales	12
1.1.1. Objetivos	13
1.1.2. Valores institucionales	13
1.1.2.1. Seguridad.....	13
1.1.2.2. Calidad.....	13
1.1.2.3. Experiencia.....	13
1.1.2.4. Costo.....	14
1.1.2.5. Formación continua.....	14
1.1.2.6. Innovación.....	14
1.2. Actividad principal y estrategia	14
1.2.1. Mantenimiento mecánico	14
1.2.2. Mantenimiento eléctrico.....	14
1.2.3. Desarrollo de proyectos electromecánicos	15
1.2.4. Desarrollo de proyectos civiles	15
1.2.5. Mantenimiento mecánico en el área chancado.....	15
1.2.6. Mantenimiento en faja transportadora.....	16
1.3. Reseña histórica de la empresa	16
1.4. Organigrama de la organización en el Perú.....	16
1.5. Misión y visión	17
1.5.1. Misión.....	17
1.5.2. Visión	17
1.6. Bases legales y documentos administrativos	17
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades	18
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa.....	19
CAPÍTULO II.....	21

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	21
2.1. Diagnóstico situacional.....	21
2.1.1. Falta de limpieza de los motores y filtros.....	22
2.1.2. Deficiencia en el mantenimiento	22
2.1.3. Deficiencia en las inspecciones de cables y equipamiento.....	22
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional.....	22
2.3. Objetivos de la actividad profesional	23
2.3.1. Objetivo general	23
2.3.2. Objetivos específicos.....	23
2.4. Justificación de la actividad profesional	23
2.4.1. Teórica.....	23
2.4.2. Práctica	24
2.4.3. Económica.....	24
2.4.4. Técnica	24
2.5. Resultados esperados	24
CAPÍTULO III.....	26
MARCO TEÓRICO	26
3.1. Mantenimiento	26
3.1.1. Concepto.....	26
3.1.2. Modelos de mantenimiento	27
3.1.3. Tipos de mantenimiento	28
3.2. Motores eléctricos	29
3.2.1. Clasificación de motores eléctricos	30
3.2.1.1. Motores de corriente continua	30
3.2.1.2. Motores de corriente alterna	30
3.2.2. Función de motor eléctrico.....	30
3.2.3. Motores eléctricos energéticamente eficientes	31
3.2.3.1. Eficiencia estándar de motores	31
3.2.3.2. Pérdidas de energía en los motores eléctricos de motores.....	33
3.2.3.3. Incremento de la eficiencia.....	33
3.2.3.4. Ventajas de los motores de alta eficiencia:.....	33
3.2.4. Mantenimiento de motores eléctricos.....	34
3.2.5. Equipo de pruebas Baker - DX 12; Baker AWA- IV	34
3.2.5.1. Pruebas estándar de C. A.:.....	36
3.2.5.2. Medición de la resistencia óhmica entre fases y verificación de desbalances.....	36

3.2.5.3. Medición de la inductancia entre fases y verificación de desbalances ...	36
3.2.5.4. Medición de la capacitancia a tierra	36
3.2.5.5. Monitoreo del comportamiento de la polarización del aislamiento en el tiempo, tendencia del perfil	36
3.2.5.6. Monitoreo de las condiciones de humedad y contaminación a partir del índice de polarización (IP) y radio de absorción dieléctrica (DAR).....	37
CAPÍTULO IV	38
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	38
4.1. Descripción de actividades profesionales	38
4.1.1. Planificar las actividades	38
4.1.2. Actividades previas al servicio.....	38
4.1.3. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento de motor MT área de chancado (200)	39
4.1.4. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento Motor BT y MT área Fase 2 (2114, 2115, 2211, 2212).....	40
4.1.5. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento. Motor BT y MT área fase 1 (205, 210, 220, 245 y 255).....	41
4.2. Enfoque de las actividades profesionales.....	44
4.3. Alcance de las actividades profesionales	44
4.4. Entregables de las actividades profesionales.....	45
4.5. Aspectos técnicos de la actividad profesional	46
4.5.1. Metodologías	46
4.5.2. Técnicas.....	46
4.5.2.1. Capacitación	46
4.5.2.2. Trabajo con prevención	47
4.5.3. Instrumentos	47
4.5.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	50
CAPÍTULO V	52
RESULTADOS	52
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	52
5.1.1. Resultados de mediciones desarrolladas	52
5.2. Logros alcanzados	71
5.3. Planteamiento de mejoras.....	72
5.4. Aporte del bachiller en la empresa	73
5.4.1. En el aspecto cognoscitivo	73
5.4.2. En el aspecto procedimental.....	73

5.4.3. En el aspecto actitudinal.....	77
Conclusiones	78
Recomendaciones	79
Lista de referencias	80
Anexos	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa	17
Figura 2. Motores y generadores	30
Figura 3. Rango de eficiencia nominal de motores estándar	32
Figura 4. Baker AWA-IV	35
Figura 5. Baker DX12.....	35
Figura 6. Reunión de seguridad, difusión de PETS	39
Figura 7. Indicaciones al personal sobre los trabajos.....	44
Figura 8. Pruebas en campo a los motores.....	45
Figura 9. Diagrama Gantt de actividades.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de motores en chancado	39
Tabla 2. Lista de motores en planta fase 2	40
Tabla 3. Lista de motores en planta fase 1	41
Tabla 4. Instrumentos para la actividad profesional	48
Tabla 5. Tolerancias permisibles	51
Tabla 6. Directrices para las tensiones	51
Tabla 7. Medición de resistencia en bobinas del motor- 210-PP-003.....	52
Tabla 8. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 210-PP-004	53
Tabla 9. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-019	54
Tabla 10. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-021	55
Tabla 11. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-022	56
Tabla 12. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-023	57
Tabla 13. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-024	58
Tabla 14. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-025	59
Tabla 15. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-026	60
Tabla 16. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-027	61
Tabla 17. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-028	62
Tabla 18. Medición de aislamiento de bobinas del motor-245-PP-007	63
Tabla 19. Medición de aislamiento de bobinas del motor-245-PP-107	63
Tabla 20. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-003-M1.....	64
Tabla 21. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-003-M2.....	65
Tabla 22. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-004-M1.....	66
Tabla 23. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-004-M2.....	67
Tabla 24. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-131-M1.....	68
Tabla 25. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-132-M1.....	69
Tabla 26. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-133-M1.....	70
Tabla 27. Logros alcanzados.....	71

INTRODUCCIÓN

El bien que se tiene en todo profesional de educación universitaria se basa en poder afinar y desarrollar cada una de sus competencias que se aprendieron dentro de las sesiones de clase y esto se convierte en realidad a través del desarrollo profesional que se refleja en las labores, ello permite la promoción del interés de la investigación científica y también en la relación que se tiene con la realidad.

El trabajo de suficiencia profesional viene a ser todo lo que se desarrolló en la experiencia laboral práctica que realiza el autor dentro del área de la ingeniería eléctrica. Considerando como finalidad el poder realizar las actividades referidas a la ingeniería, en la supervisión y el mantenimiento de los motores eléctricos dentro de la planta concentradora Chinalco, donde las acciones se desarrollan con seguridad, de manera responsable, honesta, con respeto y, sobre todo, manifestando la excelencia en el trabajo.

En el capítulo I se muestran los aspectos generales de la empresa, como lo son los datos, cada tarea que se realiza, una reseña histórica de la empresa, se presenta el organigrama, la parte normativa, visión y misión.

En el capítulo II se encuentran los aspectos generales de las actividades preprofesionales, ello como un análisis y diagnóstico de la condición del proyecto, reconociendo las oportunidades, las finalidades de la actividad preprofesional, y los resultados esperados.

En el capítulo III se encuentra el marco teórico, como son las acciones realizadas, estudio definitivo y la puesta en marcha del proyecto.

En el capítulo IV se muestra una descripción específica de las acciones preprofesionales como lo son los aspectos técnicos del desarrollo de las actividades preprofesionales.

El capítulo V está compuesto por los resultados finales de cada una de las acciones desarrolladas, logros realizados y el aporte por parte del bachiller en la empresa.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Datos generales

Razón social: Mantenimiento e Ingeniería Industrial SRL.

Nombre comercial: Mainin SRL

Domicilio fiscal: calle Mateo Alonso 155 urb. La calera de Monterrico – San Borja –
Lima

Número de RUC: 20529648147

E-mail: mainin@mainin.com.pe

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

Principales clientes: sector minería

Número de empleados: 300

Especialidades: mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico, desarrollo de proyectos civiles y ejecución de obras electromecánicas.

1.1.1. Objetivos

La empresa Mantenimiento e Ingeniería Industrial desarrolla servicios que tengan innovación para el área de mantenimiento mecánico, eléctrico y de ejecución para los proyectos civiles que se refieren a la minería, edificación e industria dentro de las actividades a desarrollarse. Ello se realiza en base a la seguridad, a la calidad, también a la experiencia que la empresa tiene en las diversas actividades, la formación, el costo, y la innovación.

Los servicios que brinda buscan generar un impacto positivo y que tenga permanencia en cada una de las operaciones, ello a través de una prestación de servicios para un mantenimiento que sea integral dentro de las plantas mineras, entre otros.

Además, va en busca de ser la empresa peruana principal dentro de la parte de gestión de mantenimiento integral enfocada en plantas de la gran minería. Siendo indispensables para brindar resultados con éxito a través de la seguridad y calidad.

1.1.2. Valores institucionales

1.1.2.1. Seguridad

En Mainin se labora con altos estándares respecto a la seguridad, salud ocupacional, en la responsabilidad social y medio ambiente, que se tiene por objetivo el poder garantizar el bienestar de cada uno de los colaboradores y del contexto y entorno en donde la empresa tiene presencia.

1.1.2.2. Calidad

En Mainin se cree que la calidad viene a ser la muestra del desarrollo interno, debido a ello, se compone de un equipo humano certificado y calificado, también de proveedores exclusivos y que tienen una distinción considerable, ello en donde permiten asegurar a herramientas, la maquinaria y equipos de seguridad y también para la protección personal, y que esta sea de una mejor calidad, que ayude a desarrollar impecables trabajos.

1.1.2.3. Experiencia

Mainin posee una amplia experiencia dentro del ámbito de mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico y en la ejecución de proyectos.

1.1.2.4. Costo

En Mainin se brinda soluciones que desarrollan de manera exclusiva a cada cliente, proporcionando características y precios personalizados de acuerdo con las necesidades que cada uno de ellos tiene, y se les atiende con servicios de posmantenimiento que permiten garantizar la confiabilidad respecto a los equipos intervenidos.

1.1.2.5. Formación continua

Mainin, con la finalidad de brindar una mejor y con mayor innovación el servicio, dispone de un plan de desarrollo y entrenamiento para cada colaborador, comprendiendo que el recurso humano viene a ser el mejor activo con el que se cuenta.

1.1.2.6. Innovación

Mainin se encuentra a la vanguardia de la tecnología, actualizándose y renovándose de manera continua, dando mejora al ciclo de mejora continua con mejores y nuevos procesos.

1.2. Actividad principal y estrategia

Se desarrollan las siguientes actividades:

1.2.1. Mantenimiento mecánico

Se proporciona soporte con personal capacitado en cambios de fajas transportadoras, cambio de polines, alineamiento de poleas, raspadores primarios y secundarios, limpiadores de faja (*v-plow*), también chutes de transferencia; asimismo, se brinda un mantenimiento de correctivo y preventivo de cambios de revestimiento de caucho con cerámico y placas antidesgaste (*liners* y *lifters*), trabajos en chancadora *pebles* como el armado de conjunto *bowl-heath* (tazón, cónica interior) y el alineamiento de motorreductores. De igual manera, se brinda mantenimiento correctivo y preventivo para la identificación de fallas en válvulas.

1.2.2. Mantenimiento eléctrico

- Mantenimiento de motores de media y baja tensión, que consiste principalmente en limpieza externa, inspección del ventilador, pruebas estáticas de aislamiento, inspección y cambio de las borneras de los sensores de temperatura (RTD), inspección y cambio de borneras del *heater*, inspección y cambio de los aisladores tipo barra.

- Mantenimiento de molinos SAG y bolas
- Mantenimiento de variadores de baja y media tensión, limpieza, inspección de tarjetas electrónicas y ajuste de borneras de conexión.
- Mantenimiento de transformadores de potencia y secos
- El desarrollo de mantenimiento referidos con los tableros eléctricos, que se ubican dentro y fuera de cubículos en las salas eléctricas.
- Mantenimiento de sistemas de protección eléctrica

1.2.3. Desarrollo de proyectos electromecánicos

Se encuentra compuesta por el montaje de estructuras metálicas en las chancadoras, planta concentradora y soportes para los equipos mecánicos y eléctricos; en proyectos eléctricos se realiza tendido y canalizado de cables de fuerza y control de distintos calibres, según la necesidad del cliente, montaje de tableros eléctricos y componentes de instrumentos en planta concentradora.

1.2.4. Desarrollo de proyectos civiles

Se realiza diseño y ejecución de sistemas de puesta a tierra, mallas a tierra para campamentos y sistemas de protección de equipos, construcción de muros de contención para los contenedores de almacenamiento, construcción de bases de concreto para talleres mecánicos, eléctricos y almacenes.

1.2.5. Mantenimiento mecánico en el área chancado

- **Chancadora primaria:** realiza el cambio de cóncavos en chancadora cónica, el soldeo de soportes de la chancadora, cambio de *Hydroset* y *liners* en chute de *Apron Feeder*.
- **Zona motriz:** desarrolla el desmontaje y montaje del disco de freno de los polines, cambio de *liners* de chute de la descarga, de la polea de cola y de los aceites de reductores.
- **Winche:** el cambio de polea, en la lubricación que se da de las poleas, cambio de polines en winche.

1.2.6. Mantenimiento en faja transportadora

Proporciona el servicio de mantenimiento del área de instrumentación y eléctrico.

- Mantenimiento a cada sistema de protección y accionamiento de la faja transportadora, *pull cord*, desalineamiento de banda, inspección de tableros *justin box*, sensores de ruptura de faja, sirenas de arranque y paro de banda transportadora.
- Mantenimiento en los tableros de baja tensión con alimentación de 380 V e inspección de terminales.

1.3. Reseña histórica de la empresa

Mainin es una empresa peruana, líder en soluciones mediante servicios innovadores para un correcto mantenimiento mecánico, eléctrico en todo de tipo de industrias con especial énfasis en la minería; también se especializa en el desarrollo de proyectos y obras civiles dentro de los sectores de industria, minería y edificación, en todas sus etapas: planeación, organización, dirección y control.

La empresa inició sus operaciones el 7 de enero del 2012 en la ciudad de Cajamarca atendiendo a las industrias locales; el éxito obtenido le permitió expandir rápidamente sus servicios hacia otras ciudades del Perú, llegando a establecerse en la capital de la República desde donde se dirige todas las operaciones a nivel nacional. Actualmente, cuenta con más de 10 años de experiencia y tiene como sus principales clientes a Chinalco, Marcobre, La Zanja, Antapacay con quienes tiene un contrato permanente de mantenimiento de todas sus máquinas y equipos eléctricos.

La empresa tiene como política trabajar en compromiso con la creación de valor a favor de los clientes, de la misma forma como el desarrollo de bienestar que deben tener los colaboradores, así como la comunidad y la naturaleza donde se tiene presente. Los servicios de calidad que se refleja ayudan a trabajar dentro de proyectos de minería que tienen más relevancia en el Perú.

1.4. Organigrama de la organización en el Perú

En la siguiente imagen se puede manifestar el organigrama que la empresa presenta.

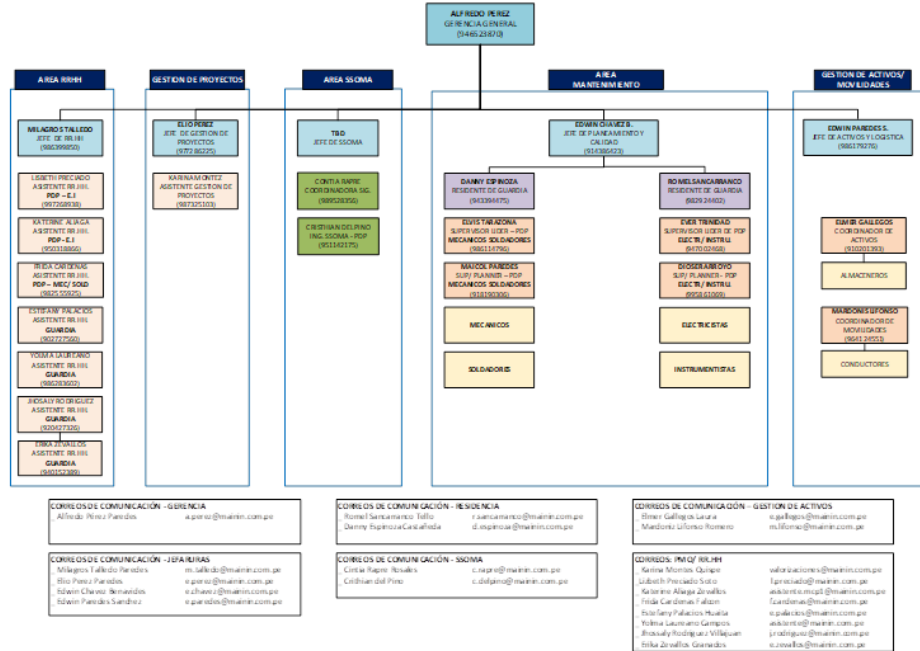


Figura 1. Organigrama de la empresa

1.5. Misión y visión

1.5.1. 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.»

1.5.2. Visión

«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.»

1.6. Bases legales y documentos administrativos

Dentro de las bases legales que regulan el funcionamiento de la empresa, así como las directivas internas emanadas para su cumplimiento, se tienen:

- Ley 29783, ley de seguridad y salud en el trabajo
- DS 024-2016-EM modificado por D. S. N.º 023-2017-EM, Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería.

- Política de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, de Código: FO-GG-01
- Política de negativa a realizar un trabajo inseguro, de Código: FO-GG-02
- Política de alcohol y drogas, de Código: FO-GG-03
- Política disciplinaria, de Código: FO-GG-04
- Política de Responsabilidad Social, de Código: FO-GG-05
- Política de Fatiga y Somnolencia, de Código: FO-GG-06
- Política de Desarrollo Sostenible
- Política de Examen Médico Ocupacional para *vendors* y expatriados, Código: POL-SSO-003
- Política de Higiene y Salud Ocupacional, Código: POL-SSO-004
- Política de Gestión de Cambio, Código: POL-SSO-005
- Política de Tolerancia Cero en Seguridad, Código: POL-SSO-006
- Política de Responsabilidades en Seguridad y Salud Ocupacional, Código: POL-SSO-007
- Política de Gestión de la Metodología 5S «Gestión en Cambio», Código: POL-SSO-008
- Política de Control de Riesgos Críticos, Código: POL-SSO-009
- Política de Gestión de Respuestas a Emergencia, Código: POL-SSO-011

1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades

El área de actividades es de mantenimiento, en donde se encuentra el jefe de mantenimiento / supervisor de mantenimiento y planificación.

En dicho ambiente se desarrolla la organización, la dirección, planificación y también la supervisión. Además, se muestran casos en donde se desarrollan actividades de

mantenimiento preventivo y correctivo, esto dentro de las áreas de molienda, flotación, espesadores, filtros y chancado; se realiza la distribución y la supervisión de las labores que desarrollan los equipos técnicos que están a su cargo, con el objetivo de asegurar la calidad respecto a los procesos, así como, asegurar que las instalaciones de mobiliario y físicas se encuentren en condiciones óptimas.

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

El bachiller dentro de la empresa tiene el cargo de supervisor *planner* de mantenimiento, realizando diversas actividades:

1. Planificar el recurso humano, equipos y materiales para que se encuentren disponibles en la calidad y cantidad necesaria para el servicio que se va a desarrollar.
2. Redactar informes técnicos respecto a las fallas que se identificaron en el servicio de mantenimiento preventivo y las actividades necesarias para la corrección; asimismo, elaborar planes de mantenimiento para posteriores intervenciones.
3. Orientar y asesorar a los colaboradores que se encuentran bajo su cargo desde la perspectiva técnico-profesional y también conductual a favor de un mejor desempeño laboral.
4. Participar 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 a realizar, la disponibilidad de los recursos y los costos económicos.
5. Verificar que cada colaborador cumpla estrictamente con el Reglamento de seguridad y salud ocupacional, así como los estándares de cada normativa interna.
6. Verificar el cumplimiento con la IPERC (Identificación de peligros y evaluación de riesgos) desarrollado por los colaboradores dentro de su área de labores, estándares y los procedimientos de trabajo, cuyo objetivo es suprimir o poder reducir los riesgos.
7. Coordinar las acciones de primeros auxilios y de ser necesario la evacuación de cada colaborador que presenta una lesión o que se encuentren en peligro, acción inmediata ante cualquier peligro informando al área especializada.

8. Dirigir la paralización de las labores u operaciones en un contexto de alto nivel de riesgo hasta que se suprima o reduzcan las situaciones riesgosas, también se podría solicitar la presencia de un supervisor permanente en situaciones riesgosas.
9. Elaborar el requerimiento de EPP básicos y específicos, así como materiales y equipos para el desempeño de la guardia; elaborar la programación semanal de las actividades a realizar; en el que se toma en cuenta el personal que se le designa a cada actividad, el número de los recursos que se usa, los apoyos a través de los bloqueos, los requerimientos para la limpieza, también los apoyos de las maquinarias y otros.
10. Elaborar reportes de las actividades que se desarrollan, tomando en cuenta los requerimientos para la limpieza, cantidad y condición inicial de la maquinaria a intervenir (que se basa con fotografías) clasificados de acuerdo con la especialidad del personal que participa de la tarea; periodo de duración de la actividad, dificultades que se identificaron (fallas, demoras u otros) y las recomendaciones respecto al trabajo que se desarrolla.
11. Desarrollar una revisión de las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a usarse en los diferentes servicios.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Diagnóstico situacional

La planta concentradora del proyecto Toromocho de la unidad minera Chinalco está distribuido por distintas áreas de producción del mineral de cobre y están enumerados para su distinción en fase 1; 205, 210, 220, 255, 245; y en fase 2; 2111, 2112, 2110, 2114, 2115, 2460; las principales áreas son:

- ***Apron feeder:*** en esta parte inicia la producción en planta concentradora, fase 1 en 205 y fase 2 en 2111; el *Apron Feeder* decepciona el mineral proveniente de chancadora primaria.
- ***Chancadora pebles-molienda:*** procede a triturar a un tamaño reducido de la roca del mineral, fase 1 en 210 y fase 2 en 2112 y 2114; en molienda se realiza una mezcla con bolas de acero, así como el molino SAG y molino de bolas para disminuir el tamaño del mineral.
- ***Flotación:*** el mineral pasa a esta área para acumularse en tanques para flotar el cobre con presión de aire, agregando el producto químico NASH; fase 1 en 220 y fase 2 en 2111.
- ***Espesadores:*** esta área se encarga de seguir aprovechando al máximo el mineral de cobre; fase 1 en 255; fase 2 en 2114.

- **Filtrado:** está en la parte final de la planta concentradora debido a que el mineral puro es sometido a un proceso de secado con prensas de una magnitud enorme, luego es acumulado en un lugar donde puedan embarcar a los coches del tren para su traslado al puerto del Callao, su producción al día es de 200 toneladas; fase 1 en 245; fase 2 en 2460.

2.1.1. Falta de limpieza de los motores y filtros

Durante el mantenimiento de los motores eléctricos se encontraron partes no limpias en el motor y dentro de los filtros, a causa de la presencia de una cantidad considerable de aceite de ventilación y de la misma parte, sobre el área superior del motor. Así también, se pudo manifestar una falta de limpieza dentro de los filtros en la ventilación. De la misma forma, se presentó carencia de limpieza en la ventilación y dentro del sellado de la caja de borneras que se muestra en área de ingreso del cable y, de la misma forma, se encontró a la tapa de caja de conexiones.

2.1.2. Deficiencia en el mantenimiento

De la misma manera, se mostró una deficiencia en el mantenimiento preventivo y su programación, ayudando a que no se desarrolle un continuo monitoreo respecto al mantenimiento. Además, se mostró que la barrera rígida de evaporación no contiene una protección adecuada, que se enfoca en el tanque dirigida hacia la caja de conexiones.

2.1.3. Deficiencia en las inspecciones de cables y equipamiento

Asimismo, no se mostró una óptima inspección del cable de fuerza, si es que no ayuda al desarrollo y el funcionamiento adecuado de este implemento. Y de igual forma, no se encontró un seguimiento correcto con las condiciones de aislamiento. Además, no se reflejaron desarrollar inspecciones respecto a las bobinas del motor, también en el área de las bandejas debido a la humedad y no se mostró las supervisiones dentro de las tuberías. Y finalmente, no se mostró una limpieza respecto al cubículo del bobinado, y también en la caja de conexiones donde se muestra el cable de fuerza. De ello se puede indicar una carencia en el aspecto de los equipos y su mantenimiento, juntamente con las actividades y los periodos de tiempo en que se toman.

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

Se reflejó que a partir de las situaciones de limpieza, programación y de un mantenimiento de los equipos y maquinarias, en específico de los motores y ventiladores, 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 los motores, ya que son parte fundamental dentro de la planta concentradora, considerándolo necesario su funcionamiento y el cuidado de estos en cada accionar que se desarrolle.

Se da relevancia al supervisor por predisposición, la capacidad de liderar, dar soluciones a las deficiencias al momento de realizar trabajos de mantenimiento preventivo coordinando de manera eficaz y utilizando los recursos humanos y materiales eficientemente en los motores en la planta concentradora de Chinalco.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

Planificar y controlar el eficiente mantenimiento de los motores de las diferentes áreas productivas de la planta concentradora de Chinalco.

2.3.2. Objetivos específicos

- Planificar recursos humanos, equipos, materiales y realizar el seguimiento de estos recursos para poder realizar el mantenimiento eficientemente.
- Realizar una supervisión del mantenimiento de los motores en BT y MT de fase 2, que corresponden a las áreas 2114, 2115, 2211, 2212.
- Realizar una supervisión en el mantenimiento de los motores en BT y MT de fase 1, que corresponden a las áreas 205, 210, 220, 245 y 255.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Teórica

La intervención del profesional dentro del proceso de desarrollo, de la puesta en marcha del proyecto y del plan de mantenimiento permitieron complementar la formación, ayudando a que se desarrollen todas las capacidades profesionales que posee y aportó los saberes que se adquirió dentro de la universidad.

Además, permitió que se tenga conocimiento de todo lo que compone las acciones, tanto técnicas que refieren a las maquinarias y equipos como el aspecto legal, y cada política que las mineras y el sector en específico necesitan saber para conocer y emitir decisiones en bien del mantenimiento de motores.

2.4.2. Práctica

Con la supervisión se permitió desarrollar el mantenimiento efectivo y de calidad en los tiempos programados con la seguridad del personal y la producción que garantiza la continuidad de las operaciones en distintas áreas de los motores en media y baja tensión de la planta concentradora de Chinalco.

2.4.3. Económica

En el aspecto económico, este informe presentó actividades y las condiciones que se generan en el área de mantenimiento, dentro de la unidad minera. Conforme a ello, otras empresas como esta, tendrán la oportunidad de considerar aspectos relevantes respecto al área financiera y de esa manera tomar medidas que ayuden al desarrollo y a la optimización de recursos, tanto de mantenimiento como de otros, que se pueden generar durante el proceso de desarrollo de las labores. Este mantenimiento genera ahorros en costos de mantenimiento correctivo y es muy beneficioso para la unidad minera debido que la producción será mejor.

2.4.4. Técnica

En el aspecto técnico del mantenimiento preventivo el personal demuestra habilidades y destreza para las actividades dentro de la unidad minera, de igual manera, aplica la experiencia técnica de manera efectiva y actualizadas con fin de garantizar el desarrollo del mantenimiento de motores en planta concentradora de Chinalco, logrando el mayor tiempo de operación y durabilidad.

2.5. Resultados esperados

Llevar a cabo el mantenimiento preventivo eficiente de los motores de la planta concentradora de Chinalco, aplicando los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas que llevé durante los estudios cursados en la carrera de Ingeniería Eléctrica, generando una visión de trabajo con liderazgo y disciplina que permita desarrollar de forma eficiente las labores profesionales. Entre los resultados esperados en el presente informe se incluye:

- La limpieza es muy importante para mejorar la refrigeración por las ranuras de los motores eléctricos, del mismo modo, liberar la carga del mineral e inspeccionar la hermeticidad de los componentes del motor.

- Identificar el estado del arrollamiento, detectar si tiene presencia de humedad y restos de contaminación con las pruebas estáticas realizadas, corroborar que se tienen dentro de los estándares y el motor en perfectas condiciones de operatividad.
- Obtener valores del aislamiento, desbalance resistivo, *hipot*, surge y generar un histórico para determinar el tiempo de vida útil de los motores eléctricos en la planta concentradora de Chinalco.
- Identificar fallas futuras en las partes del motor, borneras sulfatadas, terminales con fisuras, barras de cobre sulfatadas que generan falso contacto y cables de las acometidas con corte en la chaqueta debido al rozamiento con la parte metálica del conector de prensa estopa.
- De acuerdo con lo manifestado, brindar propuestas de mejora, en bien del mantenimiento de los motores.
- Realizar el mantenimiento correctivo en el momento oportuno para evitar pérdidas mayores de productividad y tener menor programación de correctivos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Mantenimiento

3.1.1. Concepto

El mantenimiento se considera como una acumulación de acciones que se realizan a los equipos y a instalaciones, cuyo objetivo puntual es de poder prevenir o dar corrección a fallas, permitiendo que estos se mantengan sirviendo de acuerdo con el diseño que poseen. A causa de una incapacidad para que las instalaciones y equipos posean un funcionamiento adecuado por sí mismos, es necesario que se cuente con un grupo específico, responsable de dicha labor y se componga de esa manera una organización de mantenimiento. Los equipos deben de recibir un mantenimiento, que permita asegurar su funcionamiento y manifestar una productividad, tenga el cumplimiento a cabalidad. Se encuentra basado en los factores siguientes (1):

- Poder reducir los costos de parada que refiere el equipo por cada reparación y daños.
- Realizar la maximización del uso del capital que se invirtió en equipos e instalaciones, incrementando de esa manera su vida útil.
- Reducir los costos de operación y mantenimiento para incrementar los beneficios que tiene la acción industrial.

3.1.2. Modelos de mantenimiento

- **Modelo correctivo:** dicho modelo viene a ser básico, que compone de inspecciones visuales y de la lubricación, la reparación en las averías que se inician. Se emplea en los equipos que son de un nivel de criticidad bajo, en donde las averías no presentan algún problema, ni técnico ni económico. En dichos equipos no se considera rentable poder dedicar recursos ni esfuerzos mayores (2).
- **Modelo sistemático:** dicho modelo la compone un conjunto de actividades que se desarrolla sin importar el estado del equipo; se desarrolla también pruebas y mediciones para poder decidir, en caso se desarrollan algunas actividades de una envergadura mayor; y finalmente, se resuelve averías que puedan ocasionarse. Viene a ser un modelo que es de una aplicación considerable en equipos de disponibilidad media, de cierta manera, dentro del sistema productivo y en donde las averías traen consigo trastornos. Se muestra relevante indicar que una maquinaria a un modelo de mantenimiento sistemático no llega a tener las actividades con una periodicidad establecida. Es así como, una máquina con dicho modelo de mantenimiento permite tener diversas actividades sistemáticas, que se despliegue sin importar el periodo que se desarrolla o la condición de los elementos en los que se labora. Se considera como una diferencia principal con los otros modelos indicados previamente, en las que se desarrolla una actividad se debe mantener cierto síntoma de fallo (2).
- **Modelo de mantenimiento que es de alta disponibilidad:** se considera como el modelo que muestra mayor exigencia y que es exhaustivo de todos. Se vienen a emplear en las maquinarias que bajo ningún concepto llegan a presentar una avería o de un funcionamiento inadecuado. Son las máquinas a los que se obliga, aparte de ello, unos niveles sobre disponibilidad altos, mayores al 90 %. La base de un nivel considerable respecto a la disponibilidad se muestra por lo general, en el coste alto en la parte de la producción que posee una avería. Con una considerable exigencia, no hay un periodo de tiempo en bien del mantenimiento que se necesita para la máquina (preventivo, correctivo, sistemático). En bien de mantener dichos equipos es fundamental aplicar técnicas de mantenimiento predictivo, que ayuda a identificar la condición del equipo con él en el proceso de ejecución, y en periodos ya programados que presentan una revisión general de manera completa, con una frecuencia que es por lo general por año o mayor a este (2).

3.1.3. Tipos de mantenimiento

3.1.3.1. Mantenimiento correctivo

Se considera a un mantenimiento que se enfoca en dar corrección a la falla que se desarrolla en un momento establecido. Es decir, es la maquinaria quien puede establecer las paradas. El rol indispensable y fundamental es poder ejecutar el equipo con una mayor rapidez y con un costo mínimo posible. Dicho mantenimiento se da generalmente como único en las empresas pequeñas (1).

3.1.3.2. Mantenimiento periódico

Se considera al tipo que se desarrolla luego de un periodo de tiempo, en su mayoría es largo (que se da de seis a los doce meses). Dicho mantenimiento se desarrolla una práctica, que se da mayormente en las plantas de procesos, estos son las petroquímicas, azucareras de cementos, papeleras, entre otros, y se trata de desarrollar paradas consideradas en las que desarrollan mayores reparaciones (1).

3.1.3.3. Mantenimiento programado

Esto viene a ser otro sistema de mantenimiento donde se realiza la práctica en la actualidad y tiene como base en la suposición de que cada una de las piezas que tienden a desgastarse de manera frecuente y de la misma forma y dentro de un periodo de tiempo mismo, no importando las diversas condiciones en las que se trabaja (1).

3.1.3.4. Mantenimiento predictivo

Este se trata de desarrollar ensayos o mediciones que no sean destructivos, a través de equipos sofisticados y mediante ello no se permita tener fallas de una manera imprevista, ya que arriesgan a la integridad de los operarios o traen consigo daños de cuantía. La gran parte de las inspecciones se desarrollan con la maquinaria en marcha y sin permitir paros dentro de la producción (1).

3.1.3.5. Mantenimiento preventivo

A favor de poder evitar la confusión de dicho mantenimiento con la mezcla del periódico y el programado, se debe llegar a enfatizar en que la naturaleza de este se basa en las inspecciones y revisiones ya programadas, las que puedan o no presentar como efecto una actividad correctiva o de cambio (1).

3.2. Motores eléctricos

Los motores eléctricos permiten cubrir una variedad de aplicaciones en la que la sociedad moderna demanda, vienen a presentarse tan pequeños como aquellos que se usa dentro de los giradiscos de un DVD, monótonos como el que se presenta en una licuadora, un acondicionador o un ventilador de aire; de la misma forma, existe en gran dimensión como los que requieren las industrias para realizar el movimiento de trituradoras, molinos compresores de aire, las mezcladoras, entre otros. Se presentan industrias macroconsumidoras de la electricidad, es el caso de las fábricas de cemento, que hacen uso de motores de miles de caballos de potencia, del mismo modo, se aplican en unidades mineras para bombas sumergibles, bombas sumideros, agitadores en tanque, molinos y chancadoras. El objetivo de los motores eléctricos es poder realizar la conversión de la energía eléctrica, de manera de corriente alterna o continua, en energía mecánica, que sea adecuada para mover cada actuar de cada tipo de máquinas (3).

Un motor eléctrico se considera como una máquina rotativa, la que transforma la energía eléctrica en una mecánica, ello mediante las bobinas, que desarrolla campos de magnetismo, que genera la fuerza de giro o la que desarrolla el trabajo mecánico continuo, que se aprovecha de actividades diversas o que necesitan dicho movimiento. Los motores eléctricos realizan campos magnéticos que son opuestos entre sí, lo que trae consigo el movimiento en la parte del rotor. Este se encuentra conformado por una bobina que desarrolla un campo magnético opuesto a las bobinas del estator, que causan polos opuestos, se repelen produciendo que el rotor realice un giro en el estator (4).

Los motores eléctricos se consideran como dispositivos electromagnéticos que son rotatorios, que proporcionan la capacidad de poder transformar una energía eléctrica a una mecánica, ello a través de un campo magnético y, a la misma vez, en el accionamiento de los equipos industriales. Dicho principio viene a ser dirigido por la Ley de Faraday, que determina que la tensión inducida dentro de un circuito cerrado se encuentra directamente proporcional con la velocidad con que varía en el tiempo el flujo magnético, la que atraviesa una superficie cualquiera, con un circuito como borde (5).

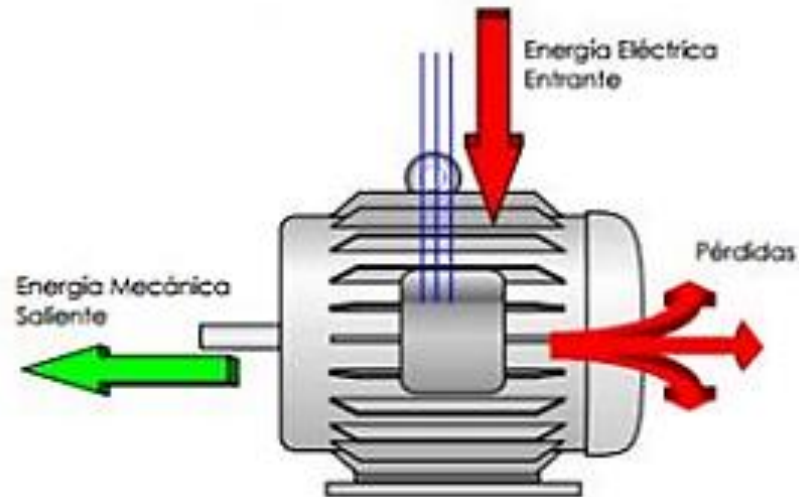


Figura 2. Motores y generadores (5)

3.2.1. Clasificación de motores eléctricos

3.2.1.1. Motores de corriente continua

Los motores que son de corriente continua, que son síncronos de corriente alterna a la utilidad y a su empleo son en situaciones que son bien específicos y que necesitan los siguientes tipos de cualidades (4):

- De excitación serie
- De excitación dependiente
- De excitación compuesta

3.2.1.2. Motores de corriente alterna

El motor de corriente alterna, que son asíncronos, trifásicos y monofásico, presenta una utilidad más generalizada debido a su sencillez, costo reducido y poco mantenimiento (4).

- Motores síncronos
- Motores asíncronos, estos se subdividen en: de espiras en cortocircuito y trifásicos o universal y de un bobinado auxiliar.

3.2.2. Función de motor eléctrico

Los motores eléctricos se encuentran conformados por dos principales partes: un estator fijo y el rotor móvil (3).

- Estator fijo: se considera como la parte externa que refiera el motor que no gira, por la que presenta una capacidad magnética que se tiene del motor, se encuentra integrado por polos magnéticos y de un embobinado de los alambres de cobre. Además, el motor eléctrico hace uso de los polos magnéticos (que funcionan como imanes) en bien de generar un movimiento del rotor. El rol de los motores tiene como base en la ley indispensable de los imanes: las cargas opuestas tienen una atracción y se repelen. En un motor eléctrico debido al embobinado de cobre, permite circular una corriente eléctrica, que a la vez desarrolla su campo magnético, garantizando de esa forma que los polos magnéticos del rotor siempre estén en repulsión, logrando huir del estator debido a la semejanza de las cargas. Es así como las fuerzas de repulsión y atracción originan el movimiento circular del rotor, que se manifiesta físicamente como la fuerza axial que se nombra torque, a esta se le agrega una extensión denominada como eje o flecha, que después se acopla al equipo que aprovecha la dinámica que se está generando (3).
- Rotor móvil: se considera a la parte del motor que llega a girar en una velocidad considerable, a causa de la acción de los campos magnéticos originados en el motor, la velocidad de rotación que se muestra en revoluciones por minuto (rpm) va de acuerdo con el número de polos magnéticos que tiene el estator. Dicha parte tiene como base a cojinetes de rozamiento que se nombran también como baleros. El área que se comprende entre el estator y rotor se muestra continuo y se le nombra entrehierro (3).

3.2.3. Motores eléctricos energéticamente eficientes

3.2.3.1. Eficiencia estándar de motores

Dentro del período de 1960 al 1975, cada uno de los motores eléctricos, de forma en particular, aquellos que son de rango de 1 a 250 HP, se desarrollaron bajo un criterio del costo mínimo. El número de material activo, en otras palabras, laminación de cobre, acero o aluminio, se identificaba con los niveles mínimos fundamentales para un funcionamiento adecuado. La eficiencia se mantuvo a suficientes niveles que ayudan a preservar las demandas de temperatura fundamentales. Como efecto, que va acorde al tipo de carcasa y al sistema de ventilación, se presenta un rango amplio de eficiencias en bien de los motores polifásicos NEMA. En la figura siguiente se muestran las eficiencias que se relacionan a un rango de motores (6).

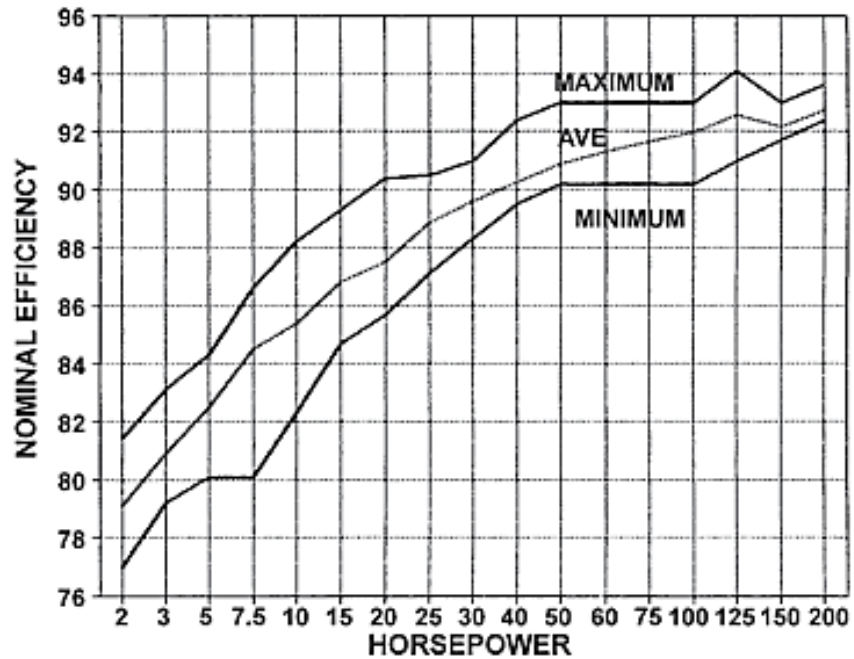


Figura 3. Rango de eficiencia nominal de motores estándar (6)

La eficiencia, en general, puede ser definida como:

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ de\ salida}{Potencia\ de\ entrada}$$

En el caso de los motores eléctricos, dicha definición se aplica en el vínculo de la potencia de mecánica de salida y en la entrada. No toda la parte de la potencia eléctrica se convierte en una potencia mecánica, debido a que entre la entrada y la salida se originan pérdidas. Es debido a ello que la ecuación anterior se considera igual a (7):

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ de\ entrada - pérdidas}{Potencia\ de\ entrada}$$

O también igual a:

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ de\ salida}{Potencia\ de\ salida + pérdidas}$$

En un motor eléctrico, las pérdidas pueden clasificarse como (7):

- Pérdidas mecánicas (por ventilación y roce): son las pérdidas en descansos, potencia y sellos que se consumió de parte del ventilador de la máquina (7).
- Pérdidas dentro del núcleo magnético: debido a histéresis y a corrientes de Eddy que se muestra en acero laminado debido al estator y rotor.
- Pérdidas i^2R : dentro de las bobinas del estator y también sobre las barras que conduce al rotor (7).
- Otras pérdidas, de manera principal en la radiación electromagnética, se modifican de acuerdo con el cuadrado de la carga (7).

3.2.3.2. Pérdidas de energía en los motores eléctricos de motores

La función indispensable de cada motor eléctrico es el poder transformar a la energía eléctrica en una mecánica, pero dentro de la transformación, se muestran siempre las pérdidas de energía, debido a la transferencia de calor, que es una pérdida fundamental al motor. Cada una de las pérdidas por la naturaleza pueden clasificarse dentro de 5 ámbitos: las pérdidas dentro del cobre del estator, también del rotor, dentro del núcleo, respecto a la fricción y a las pérdidas adicionales y por ventilación (6).

3.2.3.3. Incremento de la eficiencia

Al aumentarse la eficiencia y la potencia, el grado de la dificultad para dar una mejora en la eficiencia se eleva. Tomando en cuenta solo las pérdidas de potencia del rotor y estator, a favor de dar mejora a un punto en la eficiencia del motor en plena carga, es necesario una disminución continua en las pérdidas de potencia (6).

3.2.3.4. Ventajas de los motores de alta eficiencia:

- Los motores que presentan una eficiencia alta se consideran normalmente como los más robustos y aquellos que se encuentran mejor compuestos que en los motores estándar, lo que se interpreta en gastos de mantenimiento menores y un tiempo de vida mayor (6).
- El presentar una mayor eficiencia se traduce en que reducen los costos en la operación respecto al motor y permite recuperar una inversión extra en un

razonable periodo, sobre todo en caso se opera bajo una carga que está cercana con la potencia nominal (6).

- Los motores que son de eficiencia alta llegan a operar a una temperatura menor en los bobinados, ello permite incrementar el tiempo de vida (6).
- Aquellos motores que son de alta eficiencia presentan en su mayoría en un deslizamiento menor (velocidad de operación mayor) que cada uno de los motores de eficiencia estándar. Una velocidad mayor puede mostrarse ventajosa en diversos casos, ya que trae una mejora en la ventilación (6).

3.2.4. Mantenimiento de motores eléctricos

El proceso del mantenimiento respecto a los motores eléctricos ayuda al equipo poder inspeccionar y dar reparo a los componentes fundamentales y poder garantizar el funcionamiento de una forma óptima, previamente a que se muestre alguna falla en el sistema. En diversas ocasiones se suelen dejar de lado los procesos de mantenimiento, estos que no logren un resultado no deseado en bien del personal, el motor en sí y la empresa. No solo la parte del mantenimiento se considera relevante. Desarrollar las labores de reparación e inspección de una manera óptima de la misma forma es fundamental, que permita asegurar un adecuado funcionamiento y poder extender la vida útil que tiene el motor eléctrico. Llegar a descuidar una adecuada mantención de un motor eléctrico permite llevar a un deterioro progresivo de sus partes o traer consigo una parada completa sobre las operaciones. El mantenimiento proactivo y regular puede eludir las fallas en el motor, y ayudar a que funcione de una forma adecuada (8).

3.2.5. Equipo de pruebas *Baker* - DX 12; *Baker* AWA- IV

Los equipos de pruebas estáticos de motores eléctricos son equipos o instrumentos comunes en los profesionales que brindan servicios de pruebas en aislamientos y mantenimiento.

El equipo de pruebas es un instrumento automatizado que realiza pruebas repetitivas y sucesivas de manera programable para evaluar el estado del bobinado del motor de manera minuciosa, garantiza la calidad del estado y previene la vida útil del motor con posibles fallas futuras, el equipo *Baker* tiene una pantalla táctil fácil y rápida para maniobrar y poder realizar los diagnósticos del equipo en prueba.



Analizador Baker AWA-IV de 12 KV Los modelos de 6 kV y de 12 kV HO (alta potencia) comparten este factor de forma.

Figura 4. Baker AWA-IV

El equipo *Baker* es un instrumento basado en Windows 10 de Microsoft donde se pueden programar pruebas específicas de un determinado motor dependiendo de la potencia de igual manera discriminando si es de media o baja tensión, la información proporcionada es fácil de descargar y llevarlo a una laptop para ver el diagrama completo de todas las pruebas realizadas con este equipo *Baker*, con la gama de pruebas que realiza, mejora la confiabilidad del equipo indicando automáticamente al finalizar dicho diagnóstico si resulta de manera positiva o negativa.



Figura 5. Baker DX12

Baker Dx12 Núm. Serie: 13033 Versión del firmware: 1.2.5

3.2.5.1. Pruebas estándar de C. A.:

Estas pruebas se aplican para determinar la condición general del equipo magnéticamente; se pueden utilizar en todos los equipos, de cualquier capacidad, ya sean nuevos o reparados

Medición de la resistencia de aislamiento: la confiabilidad de los equipos eléctricos depende de la integridad de su sistema aislante, por lo que resulta ser la parte más importante. El sistema de aislamiento se encuentra sujeto a diversos esfuerzos de tipo mecánico, térmico y eléctrico. Los valores obtenidos de la medición de la resistencia a tierra permiten evaluar la condición del aislamiento a tierra del equipo y sus cables de alimentación en caso de ser evaluados de manera conjunta.

3.2.5.2. Medición de la resistencia óhmica entre fases y verificación de desbalances

A partir de la medición de la resistencia de fase a fase en el equipo se identifican desbalances resistivos, que permite evaluar sus devanados. Altos desbalances resistivos indican que durante la operación el equipo presentará puntos calientes por conexiones de alta resistencia.

3.2.5.3. Medición de la inductancia entre fases y verificación de desbalances

Los valores de inductancia de fase a fase que se obtienen durante esta prueba son útiles para evaluar los devanados, núcleo magnético y componentes del rotor (equipos rotativos). Altos desbalances inductivos indican fallas en los devanados y defectos en el rotor (equipos rotativos).

3.2.5.4. Medición de la capacitancia a tierra

Los valores de la capacitancia a tierra son un indicador adicional de la condición del equipo, que facilita identificar la presencia de elementos contaminantes depositados en el aislamiento de los devanados.

3.2.5.5. Monitoreo del comportamiento de la polarización del aislamiento en el tiempo, tendencia del perfil

Esta prueba permite evaluar visualmente la condición del aislamiento y verificar su integridad, si presenta fisuras, excesos de contaminación, entre otros. Se ha incorporado últimamente en el análisis el cálculo del índice de

descarga dieléctrica que hace referencia a la integridad del aislamiento, es decir, si hay fisuras, o resquebrajamiento de este y por ende fugas de corriente.

3.2.5.6. Monitoreo de las condiciones de humedad y contaminación a partir del índice de polarización (IP) y radio de absorción dieléctrica (DAR)

Esta prueba se usa para detectar la presencia de humedad y sustancias contaminantes en la superficie de los devanados. A partir de esta prueba se determinan los índices de polarización y de absorción dieléctrica que indican la variación de la resistencia a tierra del aislamiento respecto al tiempo. Valores adecuados de estos índices garantizarán que los devanados del motor se encuentren libres de la presencia de humedad y contaminación antes de ser sometidos a los esfuerzos eléctricos propios de la operación del equipo.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

Cada una de las actividades que se desarrollaron dentro del Área de Mantenimiento de distribución en la planta concentradora son demostradas, donde se aprecian las responsabilidades propuestas para la supervisión del mantenimiento de motores eléctricos y su desarrollo de acuerdo con el cronograma definido.

4.1.1. Planificar las actividades

Realizar planificación de actividades de acuerdo con la cantidad de motores y las áreas a intervenir armando el diagrama Gantt para su desarrollo, cumpliendo el cronograma, de la misma manera se realiza el requerimiento al cliente y como empresa Mainin proporcionará de acuerdo con contrato.

Se realiza la preparación y actualización de documentos como PETS y los protocolos que se presentarán al finalizar el mantenimiento, del mismo modo, se realiza validación de estos documentos con el Área de Seguridad de Mainin y MCP para proceder en forma legal y cumplir con los estándares.

4.1.2. Actividades previas al servicio

Se desarrolló en este punto el retiro e inspección referido a las herramientas de almacén Mainin. Además, se pasó a realizar la difusión de los PETS, IPERC base; seguido de ello se puso en marcha el recorrido en campo y la coordinación con MCP.



Figura 6. Reunión de seguridad, difusión de PETS

4.1.3. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento de motor MT área de chancado (200)

Tabla 1. Lista de motores en chancado

Ítem	Área	Tag motor eléc.	Descripción	Tensión (V)	Potencia (HP)
1	200	200-CR-001-M1	motor chancador	4160	1000
2	200	200-CV-001-M1	motor de transferencia	4160	270
3	200	200-CV-002-M1	motor de transferencia	4160	1180
4	200	200-CV-002-M2	motor de transferencia	4160	1180
5	200	200-CV-003-M1	motor faja Overland	4160	3160
6	200	200-CV-003-M2	motor faja Overland	4160	3160
7	200	200-CV-003-M3	motor faja Overland	4160	3160
8	200	200-CV-003-M4	motor faja Overland	4160	3160
9	200	200-WI-001-M1	motor del winche	4160	250

4.1.4. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento Motor BT y MT área Fase 2 (2114, 2115, 2211, 2212)

Tabla 2. Lista de motores en planta fase 2

Ítem	Área	Tag motor eléc.	Descripción	Tensión (V)	Potencia (HP)
1	2110	2110-CT-003-M1	Motor CT003	380	40
2	2110	2110-CT-003-M2	Motor CT003	380	40
3	2111	2111-CV-011-M1	Motor faja CV011	380	150
4	2111	2111-CV-012-M1	Motor faja CV012	380	200
5	2111	2111-CV-013-M1	Motor faja CV013	4160	400
6	2114	2114-PP-201-M1	Motor Warman 201	4160	2600
7	2114	2114-PP-202-M1	Motor Warman 202	4160	2600
8	2211	2211-FO-129-M1	Motor Bulk Rough 2211FO129	4160	430
9	2211	2211-FO-130-M1	Motor Bulk Rough 2211FO130	4160	430
10	2211	2211-FO-131-M1	Motor Bulk Rough 2211FO131	4160	430
11	2211	2211-FO-132-M1	Motor Bulk Rough 2211FO132	4160	430
12	2211	2211-FO-133-M1	Motor Bulk Rough 2211FO133	4160	430
13	2211	2211-FO-134-M1	Motor Bulk Rough 2211FO134	4160	430
14	2211	2211-FO-135-M1	Motor Bulk Rough 2211FO135	4160	430
15	2211	2211-FO-136-M1	Motor Bulk Rough 2211FO136	4160	430
16	2211	2211-FO-137-M1	Motor Bulk Rough 2211FO137	4160	430
17	2211	2211-FO-138-M1	Motor Bulk Rough 2211FO138	4160	430
18	2211	2211-FO-139-M1	Motor Bulk Rough 2211FO139	4160	430
19	2211	2211-FO-140-M1	Motor Bulk Rough 2211FO140	4160	430
20	2211	2211-FO-141-M1	Motor Bulk Rough 2211FO141	4160	430
21	2211	2211-FO-142-M1	Motor Bulk Rough 2211FO142	4160	430
22	2115	2115-CV-015-M1	Motor de faja CV015	380	125
23	2212	2212-FO-192-M1	Celda Flotación LiMP Bulk	380	150
24	2212	2212-FO-193-M1	Celda Flotación LiMP Bulk	380	150
25	2212	2212-FO-194-M1	Celda Flotación LiMP Bulk	380	150
26	2460	2460-PP-104-M1	Bomba Alimentac Filtros #004	380	100
27	2460	2460-PP-105-M1	Bomba Alimentac Filtros #105	380	100
28	2460	2460-PP-118-M1	Bomba Retorno Core Wash #118	380	100
29	2460	2460-PP-119-M1	Bomba Retorno Core Wash #119	380	100

4.1.5. Desarrollo de la supervisión del mantenimiento. Motor BT y MT área fase 1 (205, 210, 220, 245 y 255)

Tabla 3. Lista de motores en planta fase 1

Ítem	Área	Tag motor eléc.	Descripción	Tensión (V)	Potencia (HP)
1	205	205-PP-001-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 001	380	150
2	205	205-PP-002-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 001	380	150
3	205	205-PP-003-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 002	380	150
4	205	205-PP-004-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 002	380	150
5	205	205-PP-005-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 003	380	150
6	205	205-PP-006-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 003	380	150
7	205	205-PP-007-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 004	380	150
8	205	205-PP-008-M1	Sistema hidráulico Apron feeder 004	380	150
9	210	210-CR-001-M1	Sistema de transmisión Pebbles 1	4160	1000
10	210	210-CR-002-M1	Sistema de transmisión Pebbles 2	4160	1000
11	210	210-CV-001-M1	Motor Faja CV001	4160	1200
12	210	210-CV-005-M1	Motor Faja CV005	4160	250
13	210	210-PP-001-M1	Motor Warman PP001	4160	2600
14	210	210-PP-002-M1	Motor Warman PP002	4160	2600
15	210	210-PP-004-M1	Motor Warman PP004	4160	2600
16	210	210-CT-002-M1	Cooling tower	380	75
17	210	210-CT-002-M2	Cooling tower	380	75
18	210	210-CV-004-M1	Motor Faja CV004	380	250
19	210	210-CV-006-M1	Motor Faja CV006	380	250
20	220	220-FO-041-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200
21	220	220-FO-042-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200
22	220	220-FO-043-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200
23	220	220-FO-044-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200
24	220	220-FO-045-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200
25	220	220-FO-046-M1	Motor sistema de transmisión celdas Bulk Cleanner	380	200

26	220	220-FO-047-M1	Motor Sistema de transmisión Celdas Bulk Cleaner	380	200
27	220	220-FO-048-M1	Motor Sistema de transmisión Celdas Bulk Cleaner	380	200
28	220	220-FO-051-M1	Motor Celda de flotación Mo Rougher	380	175
29	220	220-FO-052-M1	Motor Celda de flotación Mo Rougher	380	175
30	220	220-FO-053-M1	Motor Celda de flotación Mo Rougher	380	175
31	220	220-FO-054-M1	Motor Celda de flotación Mo Rougher	380	175
32	220	220-FO-080-M1	Motor Sistema de transmisión Cleaner scavenger CU	380	175
33	220	220-FO-081-M1	Motor Sistema de transmisión Cleaner scavenger CU	380	175
34	220	220-FO-082-M1	Motor Sistema de transmisión Cleaner scavenger CU	380	175
35	220	220-FO-083-M1	Sistema de transmisión Cleaner scavenger CU	380	175
36	220	220-FO-001-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #001	4160	375
37	220	220-FO-002-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #002	4160	375
38	220	220-FO-003-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #003	4160	375
39	220	220-FO-004-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #004	4160	375
40	220	220-FO-005-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #005	4160	375
41	220	220-FO-006-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #006	4160	375
42	220	220-FO-007-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #007	4160	375
43	220	220-FO-008-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #008	4160	375
44	220	220-FO-009-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #009	4160	375
45	220	220-FO-010-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #010	4160	375
46	220	220-FO-011-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #011	4160	375
47	220	220-FO-012-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #012	4160	375
48	220	220-FO-013-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #013	4160	375
49	220	220-FO-014-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #014	4160	375
50	220	220-FO-015-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #015	4160	375
51	220	220-FO-016-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #016	4160	375
52	220	220-FO-017-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #017	4160	375
53	220	220-FO-018-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #018	4160	375
54	220	220-FO-019-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #019	4160	375

55	220	220-FO-020-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #020	4160	375
56	220	220-FO-021-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #021	4160	375
57	220	220-FO-022-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #022	4160	375
58	220	220-FO-023-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #023	4160	375
59	220	220-FO-024-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #024	4160	375
60	220	220-FO-025-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #025	4160	375
61	220	220-FO-026-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #026	4160	375
62	220	220-FO-027-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #027	4160	375
63	220	220-FO-028-M1	Motor Celdas de flotación Bulk Rougher #028	4160	375
64	245	245-PP-108B-M1	Bombas Agua Lavado de Tela #108B	380	100
65	245	245-PP-108C M1	Bombas Agua Lavado de Tela #108C	380	100
66	245	245-PP-107-M1	Bomba Agua Lavado Tela #107 2460-PP-107	380	100
67	245	245-PP-108-M1	Bomba Lavado Retor Filt #108 2460-PP-108	380	100
68	245	245-AG-006-M1	Agitador 12M X 12M	380	75
69	255	255-PP-103-M1	Bomba de transferencia relave	4160	800
70	255	255-PP-103-M2	Bomba de transferencia relave	4160	300
71	255	255-PP-203-M1	Bomba de transferencia relave	4160	800
72	255	255-PP-203-M2	Bomba de transferencia relave	4160	300
73	255	255-PP-303-M1	Bomba de transferencia relave	4160	800
74	255	255-PP-303-M2	Bomba de transferencia relave	4160	300
75	255	255-PP-403-M1	Bomba de transferencia relave	4160	800
76	255	255-PP-403-M2	Bomba de transferencia relave	4160	300

4.2. Enfoque de las actividades profesionales

La realización de la supervisión de mantenimiento de motores eléctricos dentro de la planta concentradora permite describir acerca de los procesos que ayudan a dar gestión del mantenimiento de estos equipos, permite que se identifique la situación que presentan los motores eléctricos que se encuentra basada en reglamentos, políticas de la propia empresa y estándares, con el objetivo de dar mejora y gestión de forma adecuada al mantenimiento de estos motores que están dentro de la planta concentradora.



Figura 7. Indicaciones al personal sobre los trabajos

4.3. Alcance de las actividades profesionales

El alcance que se tiene de las actividades de «Supervisión de mantenimiento de motores eléctricos en la planta concentradora de Chinalco por parte de la empresa Mantenimiento Ingeniería Industrial SRL» se realizó a nivel de ingeniería y en coordinación con el Área de Planeamiento MCP, cuya finalidad es poder realizar la mejora en el mantenimiento de los motores eléctricos, asegurar la disponibilidad, confiabilidad operacional y comprenden lo siguiente:

- Actividades de mantenimiento preventivo de motores eléctricos en BT
- Actividades de mantenimiento preventivo de motores eléctricos en MT
- Realizar pruebas eléctricas a motores de BT y MT



Figura 8. Pruebas en campo a los motores

4.4. Entregables de las actividades profesionales

Los entregables son:

- Diagrama Gantt del servicio con la programación de duración de trabajos por cada motor y el total de días que será el servicio.
- Los protocolos de prueba y reportes de campo se indican en cada paso que se desarrolló de la actividad, en cada equipo se encuentra validado y en la que garantiza la calidad del servicio
- Acta de conformidad con respecto al servicio y a la valorización del servicio de mantenimiento de motores en planta concentradora.
- Informe de la parte concluyente de los trabajos con las conclusiones y recomendaciones y también con el protocolo de pruebas, permitiendo adjuntar archivos fuentes. Cada uno de los informes, pasan a entregarse culminado el servicio dentro de un periodo máximo de 15 días.
- Durante el periodo de ejecución del mantenimiento, dar informe a la supervisión de MCP y reportar con el almacén de MCP todo el cambio de componentes que se hizo en la intervención del mantenimiento, aisladores, pernos de conexión, pernos de tapas de conexionado y terminales que se retiró.
- Cada documento y cierre del servicio se desarrolla en 15 días máximo luego de terminar el servicio.

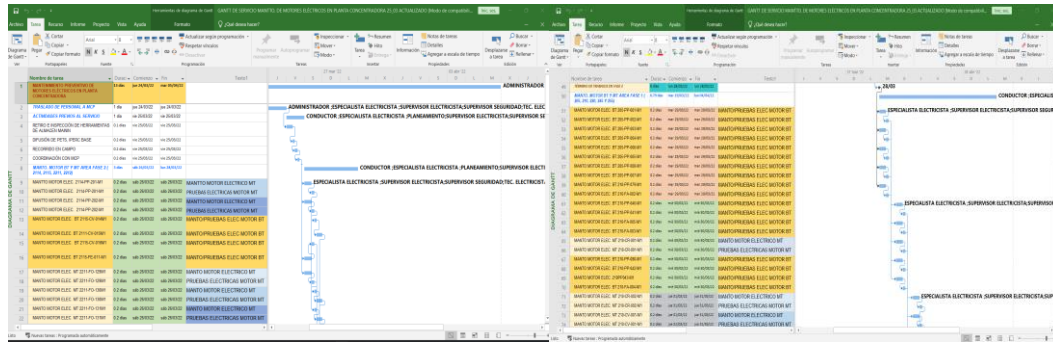


Figura 9. Diagrama Gantt de actividades

4.5. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.5.1. Metodologías

La realización de cada una de las actividades se inicia en la observación respecto a las fallas y problemas; debido a lo mencionado, se procedió a almacenar datos de campo y de acuerdo con los cálculos de estudios técnicos, y cada uno de los saberes adquiridos en la Universidad Continental, como en cada una de las actividades diarias que se realizan, además de ello, se emplearon hojas de cálculo Excel en donde se colocó la información, de acuerdo con cada una de las necesidades a favor de planificar las estrategias de mantenimiento, conforme con las finalidades que se estableció.

4.5.2. Técnicas

Para que la supervisión de mantenimiento manifieste resultados, cada uno de los participantes del Área de Mantenimiento de motores en la planta concentradora, se deben establecer de manera clara las finalidades e indicadores que se tiene de las estrategias de mantenimiento y poder aplicar técnicas y los métodos de labores que sean adecuadas. Con lo que respecta al desarrollo de las actividades, permite cumplirse con los mantenimientos preventivos, predictivos, los correctivos y los que se programó de acuerdo con lo que corresponde dentro de los tiempos ya determinados.

4.5.2.1. Capacitación

Se desarrolla la capacitación hacia los colaboradores de acuerdo con las actividades realizadas en el mantenimiento, a favor del desarrollo óptimo y la ejecución de los nuevos formatos para dar supervisión al mantenimiento, según cada normativa, las políticas y el cumplimiento de cada una de las actividades designadas.

4.5.2.2. Trabajo con prevención

Cada trabajo tiene que planificarse por algunas semanas o por días previos al desarrollo que se da de las acciones, ante alguna labor que no muestra seguridad, se paraliza la actividad y se procede a realizar nuevamente la planificación de una manera segura, de modo que los problemas que se inician puedan ser solucionadas en condiciones adecuadas de trabajo. Ante ello, dentro de la planta concentradora de Chinalco, se nombra responsabilidades en seguridad, frente a los accidentes, en la que cada colaborador supervisor y técnicos de la contratista, laboran con seguridad, realizando el cumplimiento de las funciones del supervisor y del colaborador.

4.5.3. Instrumentos

Para los instrumentos, se necesitó de los siguientes:

Tabla 4. Instrumentos para la actividad profesional

Ítem	Descripción	Unidad	Código SAP	Cantidad requerida
Consumibles				
1	Empaquetadura perfil rectangular - 10 x 19 mm	M	90109217	60
2	Empaquetadura perfil circular - 10 x 19 mm	M	90109216	50
3	Deshumecedor	und.	90105779	200
		und.	90105780	150
		und.	90105781	200
4	Silicona (incluye fuerza heater y RTD y visores)	und.	90078755	85
5	Fire Stop	und.	90026340	20
6	Cintillo (100 mm) (paquete de 100 unidades)	und.	90000742	10
7	Borneras para cable 10 y 12 AWG	und.	90026357	220
8	Puente naranja para unir borneras	und.	90002748	40
9	Riel DIN (unidad de 3 m)	und.	90011568	1
10	Grasa conductiva para aterramiento	und.	90080014	4
11	Branniff (removedor de oxidante) - 5 gl	und.	90088941	10
12	WD40	und.	90026346	112
13	Alcohol Isopropílico - 4L	und.	90109086	11
14	Limpia contactos	und.	90115490	60
15	Borneras tipo ABB	und.	90080899	1300
16	Kit de empalme flexible 5304	KIT	90141305	36
17	Borrador abrasivo (Martindale RUBBX6251 rubrite flexible abrasivo)	und.	-	30
18	Placa Separadora para borneras Phoenix contact	und.	-	2000
19	Topes para borneras Phoenix contac+B257:CB257:C287	und.	-	1800
20	Borne de tierra c/ pie metálico (cable 14 AWG) riel DIN	und.	-	500
21	Aplicador de silicona	und.	-	30
22	Porta cintillo adhesivo de plástico blanco (30 x 30 mm)	und.	-	20

23	Borneras de conexión simple c/tornillo 2.5 mm ²	und.	-	800
24	Puente naranja para unir borneras	und.	-	100
25	Terminal tubular sobre moldeado 12 AWG	und.	-	850
26	Perno Hex. inoxidable 12mm x 40mm c/ doble arandela + una arandela de presión.	und.	-	1500
27	Perno Hex. inoxidable 12 mm x 50 mm c/ tuerca + doble arandela + una arandela de presión.	und.	-	800
28	Perno Hex. inoxidable 10 mm x 40 mm c/ tuerca + doble arandela + una arandela de presión.	und.	-	600
29	Perno Hex. inoxidable 6 mm x 35 mm c/ tuerca + doble arandela plana + una arandela de presión.	und.	-	1850
30	Cinta aislante autofundente Scotch 130C 1 1/2" x9.15mts 69Kv	und.	-	30
31	Cinta masking tape 3/4"	und.	-	10
32	Cuerda para driza de 1/8" (3mm)	rollo	-	5
33	Terminales tubulares negro aisladas de 18 AWG	und.	-	1550
34	Terminales tubulares blanco aisladas de 22 AWG	und.	-	1550
35	Borneras de conexión simple a presión de 1.5 mm (16 AWG - 21AWG)	und.	-	900
36	Cable para extensión de tomas eléctricas 3F X14AWG	M	-	100
37	Terminal de compresión 2/0 AWG, 1/2"	und.	-	200

4.5.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Se usaron los siguientes equipamientos:

- a) Equipo *Baker* DX12, AWA IV (Que fue a cambio del megómetro y microohmímetro)
- b) Un maletín que posee pinzas amperimétricas también presenta puntas de tensión, así como de cargador, entre otros accesorios en bien de la inspección.
- c) La presencia del megóhmetro Megger MIT 525
- d) Hacer uso del microohmímetro Megger DLRO 10X
- e) Presencia de la sopladora de aire Bosch 800W
- f) Una pistola de impacto Bosch ½”
- g) La presencia de torquímetro de 50 LB encastre de ½”
- h) El pirómetro
- i) Prensa terminal hidráulica 16-500 mm²
- j) Dispositivos de bloqueo master S2390 y S3292
- k) Pistola de aire caliente 2300 W, 60 Hz, 220 V
- l) Kit de revelador de media tensión

Tabla 5. Tolerancias permisibles

Resistencia de aislamiento (OMH)	Estado de aislamiento
<100 MOHM	Falla
>100 MOHM	Bueno
Absorción dieléctrica (DAR)	Estado de aislamiento
<1	Falla
1 - 1,4	Bueno
1,4 – 1,6	Excelente
Índice de polarización (IP)	Estado de aislamiento
< 1	Pobre
1 – 1.5	Cuestionable
1.5 – 2	Bueno
2 – 3	Muy Bueno
> 4	Excelente

El IEEE brinda directrices a favor de las tensiones de medida en bien de las resistencias de aislamiento, enfocado a los valores siguientes:

Tabla 6. Directrices para las tensiones

Tensión nominal de los devanados	Tensión de medida (CC)
<1000	500
1000 – 2500	500 - 1000
2501 – 5000	1000 - 2500
5001 – 12 000	2500 - 5000
>12 000	5000 - 10 000

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

5.1.1. Resultados de mediciones desarrolladas

Equipo: 210-PP-003-M1 Fecha: 26/4/2022

Tabla 7. Medición de resistencia en bobinas del motor- 210-PP-003

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	50.6 G Ω	250 M Ω
fase S-tierra	2500	-	521 M Ω
fase T-tierra	2500	-	345 M Ω
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	1	4.25	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo		0.31 %	
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.0546	0.0545	0.0543	0.054466667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
-0.24	-0.06	0.31	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
86.33	85.3	224	0.8
Aislamiento de los aisladores			

voltaje (V)		IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	101.8	50.3
fase 2	5000	122.9	40
fase 3	5000	4.64	1.3
Capacitancia a tierra		319.4 pf	
Inductancia mH			
Cable 1-2	Cable 2-3	Cable 3-1	
8.325	8.32	8.32	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 50.6 GΩ, el valor del IP es 4.25 está en un rango excelente, no presenta desbalance en sus bobinas, el aislamiento del cable de fuerza es bueno, el aislamiento de los aisladores tipo barra son excelentes.

Equipo: 210-PP-004-M1 Fecha: 27/4/2022

Tabla 8. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 210-PP-004

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	58.1 GΩ	88.6 GΩ
fase S-tierra	2500	-	90.6 GΩ
fase T-tierra	2500	-	107.3 GΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	1	7.67	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo		0.30 %	
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.0541	0.0543	0.054	0.054133333
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.06	-0.31	0.25	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
85.1	86.2	224	1.2
Aislamiento de los aisladores			
Voltaje (V)		IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	151.1	33.9
fase 2	5000	290	17.6

fase 3	5000	249	20.2
Capacitancia a tierra		319.4 pf	
Inductancia mH			
Cable 1-2	Cable 2-3	Cable 3-1	
8.34	8.34	8.34	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 58.1 GΩ, el valor del IP es 7.67 está en un rango excelente, no presenta desbalance en sus bobinas, el aislamiento del cable de fuerza es excelente, el aislamiento de los aisladores tipo barra son excelentes.

Equipo: 220-FO-019-M1 Fecha: 29/4/2022

Tabla 9. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-019

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	151.3 MΩ	44.6 GΩ
fase S-tierra	2500	-	48.1 GΩ
fase T-tierra	2500	-	42.8 GΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	3	>2	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo		0.31 %	
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.632	0.632	0.632	0.632
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.0	0.0	0.0	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
144.1	144.1	215	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	>10	0.09
fase 2	5000	9.06	0.56
fase 3	5000	8.49	0.6

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 151.3 MΩ, el valor del IP es >2 está en un rango de bueno, no presenta desbalance en sus bobinas 0.31 %, el aislamiento de los aisladores tipo barra son excelentes.

Equipo: 220-FO-021-M1 Fecha: 29/4/2022

Tabla 10. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-021

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	130 MΩ	236 MΩ
fase S-tierra	2500	-	456 MΩ
fase T-tierra	2500	-	289 MΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	1.1	1.3	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.625	0.625	0.625	0.625
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.0	0.0	0.0	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
95.1	110.6	221	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	2.15	0.23
fase 2	5000	3.25	0.14
fase 3	5000	5.89	0.31

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 130 MΩ, el valor del IP es 1.3 está en un rango de peligroso, se deben tomar medidas correspondientes de mantenimiento; no presenta desbalance en sus bobinas 0.0 %

Equipo: 220-FO-022-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 11. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-022

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento			
Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	575 M Ω	392 M Ω
fase S-tierra	2500	-	239 M Ω
fase T-tierra	2500	-	183 M Ω
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP
2500	1		0.26
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.706	0.710	0.709	0.7086333
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.33	-0.23	-0.09	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
140.3	143	224	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	voltaje (V)	IR [G Ω]	I (nA)
fase 1	5000	497	10.3
fase 2	5000	72.2	70.7
fase 3	5000	318	16.1
Capacitancia a tierra (nF)		170	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 575 M Ω , el valor del IP es 0.26, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de 9300 V en dc dando un valor de 111.5 M Ω corregido a 40 °C, no presenta desbalance en sus bobinas 0.31 %, los aisladores tipo barra son probados a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado bueno, consumo del Heater es de 0.8 A.

Equipo: 220-FO-023-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 12. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-023

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	37.8 G Ω	104.5 M Ω
fase S-tierra	2500	-	93.3 M Ω
fase T-tierra	2500	-	104.3 M Ω
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [M Ω]	
9000	14	682	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	2.04	4.14	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.704	0.706	0.705	0.705
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.18	-0.15	-0.03	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
144.1	144.1	219.7	0.7
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [G Ω]	I (nA)
fase 1	5000	546	9.35
fase 2	5000	459	11.1
fase 3	5000	231	22.1
Capacitancia a tierra (nF)		175	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 37.8 G Ω , el valor del IP es 4.14, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de 9000 V en dc, dando un valor de 682 M Ω corregido a 40 °C, no presenta desbalance en

sus bobinas, los aisladores tipo barra son probados a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado bueno, consumo del Heater es de 0.7 A.

Equipo: 220-FO-024-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 13. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-024

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	99.5 G Ω	399 M Ω
fase S-tierra	2500	-	268 M Ω
fase T-tierra	2500	-	109.9 M Ω
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [M Ω]	
9000	826	132.5	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP
2500	2.19		8.22
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.699	0.698	0.695	0.69733333
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2		DES. 3
-0.29	-0.08		0.37
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
144.1	144.1	220	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	voltaje (V)	IR [G Ω]	I (nA)
fase 1	5000	643	7.95
fase 2	5000	452	11.3
fase 3	5000	450	11.4
Capacitancia a tierra (nF)			180

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 99.5 G Ω , el valor del IP es 8.22, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de 9000 V en dc, dando un valor de 132.5 M Ω corregido a 40 °C, presenta humedad y

contaminación en la bobina, no presenta desbalance en sus bobinas, los aisladores tipo barra son probados a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado excelente, consumo del Heater es de 0.8 A.

Equipo: 220-FO-025-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 14. Medición de aislamiento de bobinas del motor- 220-FO-025

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	57.4 G Ω	35.4 M Ω
fase S-tierra	2500	-	24.1 M Ω
fase T-tierra	2500	-	29.1 M Ω
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [M Ω]	
9000	8.69	10.62	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	1.88	6.17	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.704	0.702	0.696	0.70066667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
-0.52	-0.10	0.62	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
144.1	144.12	221	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	voltaje (V)	IR	I (nA)
fase 1	5000	18.22 G Ω	2.8
fase 2	5000	78 G Ω	6.55
fase 3	5000	1.44 T Ω	3.55
Capacitancia a tierra (nF)		173	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 57.4 G Ω , el valor del IP es 6.17, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de

9000 V en dc, dando un valor de 10.62 GΩ corregido a 40 °C, no presenta desbalance en sus bobinas, los aisladores tipo barra es probado a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado excelente, consumo del Heater es de 0.8 A. si el cable de alimentación presenta bajo nivel de aislamiento se debe revisar el trayecto.

Equipo: 220-FO-026-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 15. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-026

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	53.7 GΩ	5.18 GΩ
fase S-tierra	2500	-	6.09 GΩ
fase T-tierra	2500	-	2.48 GΩ
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [MΩ]	
9000	1.59	10.92	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP
2500	1.94		6.75
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.699	0.704	0.780	0.72766667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2		DES. 3
0.20	-0.57		0.36
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
146.3	143.4	220.2	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [TΩ]	I (nA)
fase 1	5000	1.802	2.83
fase 2	5000	1.223	4.18
fase 3	5000	1.28	3.99
Capacitancia a tierra (nF)			178

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 53.7 GΩ, el valor del IP es 6.75, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de

9000 V en dc, dando un valor de 10.92 MΩ corregido a 40 °C, presenta demasiada humedad y contaminación, no presenta desbalance de bobinas, los aisladores tipo barra son probados a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado excelente, consumo del Heater es de 0.8 A; se debe realizar seguimiento al equipo.

Equipo: 220-FO-027-M1 Fecha: 28/4/2022

Tabla 16. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-027

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	108.9 MΩ	750 MΩ
fase S-tierra	2500	-	202 MΩ
fase T-tierra	2500	-	496 MΩ
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [MΩ]	
9000	0.8	112	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP
2500	2.6		>2
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.690	0.687	0.689	0.688866667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2		DES. 3
-0.14	0.22		-0.08
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
144.1	144.1	219.7	0.7
Aislamiento de los aisladores			
	voltaje (V)	IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	280	18.3
fase 2	5000	142.2	9.5
fase 3	5000	144.5	12.8
Capacitancia a tierra (nF)			174

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 108 MΩ, el valor del IP es >2, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de

9000 V en dc, dando un valor de 112 MΩ corregido a 40 °C, desbalance de bobinas del motor es 0,6 %, los aisladores tipo barra es probado a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado excelente, consumo del Heater es de 0.7 A.

Equipo: 220-FO-028-M1 Fecha: 28/04/2022

Tabla 17. Medición de aislamiento de bobinas del motor-220-FO-028

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	124.1 MΩ	7.73 GΩ
fase S-tierra	2500	-	4.05 GΩ
fase T-tierra	2500	-	14.61 GΩ
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [MΩ]	
9000	1.95	174.4	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
2500	590	6.75	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.696	0.699	0.694	0.696333333
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.16	-0.45	0.29	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
76.3	69.1	220	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [GΩ]	I (nA)
fase 1	5000	889	5.75
fase 2	5000	815	6.27
fase 3	5000	1.17 TΩ	43.6
Capacitancia a tierra (nF)		167	

Interpretación: motor de media tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 124.1 MΩ, el valor del IP es 6.75, la prueba de HIPOT es aplicada a una tensión de

9000 V en dc, dando un valor de 174.1 GΩ corregido a 40 °C, desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, los aisladores tipo barra son probados a una tensión de 5000 V encontrándose en un estado excelente, el consumo del Heater es de 0.8 A.

Equipo: 245-PP-007-M1 Fecha: 30/4/2022

Tabla 18. Medición de aislamiento de bobinas del motor-245-PP-007

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	298.6 GΩ	29.4 GΩ
fase S-tierra	500	-	30.8 GΩ
fase T-tierra	500	-	32.9 GΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP
500	1.56		3.9
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.028	0.029	0.028	0.0287466
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.35	-1.04	0.7	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 298.6 GΩ, el valor de aislamiento del cable de fuerza 31 GΩ, desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, el IP se encuentra en estado excelente.

Equipo: 245-PP-107-M1 Fecha: 30/4/2022

Tabla 19. Medición de aislamiento de bobinas del motor-245-PP-107

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	411 GΩ	25.9 GΩ
fase S-tierra	500	-	31.9 GΩ
fase T-tierra	500	-	34.7 GΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR		Relac. IP

500	2.37	4.6	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.0274	0.0288	0.02767	0.02798667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
2.12	-3.20	1.08	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 411 GΩ, el valor de aislamiento del cable de fuerza 30 GΩ, desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, el IP se encuentra en estado de excelente.

Equipo: 255-HP-003-M1 Fecha: 30/4/2022

Tabla 20. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-003-M1

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	118.9 GΩ	3.58 GΩ
fase S-tierra	500	-	5.18 GΩ
fase T-tierra	500	-	4.25 GΩ
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
500	0.87	9.24	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (UΩ)	M2=V.W (UΩ)	M3=U.W (UΩ)	Promedio (UΩ)
0.0228	0.0214	0.02215	0.02211667
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
-2.3	1.69	0.61	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 118.9 GΩ, el valor de aislamiento del cable de fuerza 4 GΩ, desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, el IP se encuentra en estado de excelente.

Equipo: 255-HP-003-M2 Fecha: 29/4/2022

Tabla 21. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-003-M2

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	>1 G Ω	-
fase S-tierra	500	-	-
fase T-tierra	500	-	-
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
500	1.1	>2	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.002622	0.002619	0.0026	0.00261367
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.03	0.14	-0.17	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es >1T Ω , el cable de fuerza no realizó prueba de aislamiento por la falta de desconexión del arrancador, el desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, el IP se encuentra en estado de excelente.

Equipo: 255-HP-004-M1 Fecha: 29/4/2022

Tabla 22. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-004-M1

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	454 G Ω	-
fase S-tierra	500	-	-
fase T-tierra	500	-	-
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)		I [nA]	IR [G Ω]
1600		12.6	67.2
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
500	2.01	5.75	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance Resistivo			
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.0226	0.0215	0.0493	0.03113333
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
-1.94	3.02	-1.08	
Capacitancia a tierra	52 nf		

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 454 G Ω , el cable de fuerza no realizó prueba de aislamiento por la falta de desconexión del arrancador, desbalance de bobinas del motor es 0,0 %, el IP que presenta es excelente.

Equipo: 255-HP-004-M2 Fecha: 29/4/2022

Tabla 23. Medición de aislamiento de bobinas del motor-255-HP-004-M2

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	500	>1T Ω	-
fase S-tierra	500	-	-
fase T-tierra	500	-	-
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)	Relac. DAR	Relac. IP	
500	-	-	
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance Resistivo		0.31 %	
M1=U.V (U Ω)	M2=V.W (U Ω)	M3=U.W (U Ω)	Promedio (U Ω)
0.00256	0.00253	0.002525	0.00253833
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.04	-0.12	0.08	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es >1T Ω , el cable de fuerza no realizó prueba de aislamiento por la falta de desconexión del arrancador, desbalance de bobinas del motor 0.31 %.

Tabla 24. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-131-M1

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	4.36 G Ω	-
fase S-tierra	2500	-	-
fase T-tierra	2500	-	-
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [M Ω]	
9320	0.67	3211	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)		Relac. DAR	Relac. IP
2500		2.0	2.9
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V(m Ω)	M2=V.W (m Ω)	M3=U.W (m Ω)	Promedio (Ω)
0.45	0.45	0.45	0.45292
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.1	-0.14	0.34	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
-	-	225	1.0
Aislamiento de los aisladores			
	voltaje (V)	IR [G Ω]	I (uA)
fase 1	5000	6.77	0.07
fase 2	5000	7.59	0.07
fase 3	5000	7.352	0.07
Capacitancia a tierra (nF)		411	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 4.36 G Ω , la prueba de Hipot es de 3.211 G Ω , el cable de fuerza no realizó prueba de

aislamiento por la falta de desconexión del arrancador de MT, no presenta desbalance en sus bobinas, no se realiza pruebas de resistencia en el Heater porque la ingeniería no lo permite, la prueba de aisladores es excelente.

Tabla 25. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-132-M1

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	3.76 G Ω	-
fase S-tierra	2500	-	-
fase T-tierra	2500	-	-
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [nA]	IR [M Ω]	
9320	0.19	850	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)		Relac. DAR	Relac. IP
2500		3.5	4.6
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (m Ω)	M2=V.W (m Ω)	M3=U.W (m Ω)	Promedio (m Ω)
0.45	0.45	0.45	0.45330
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
0.04	0.03	0.07	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
-	-	219	0.9
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [G Ω]	I (uA)
fase 1	5000	38.6	-
fase 2	5000	102.7	-
fase 3	5000	9.1	-
Capacitancia a tierra (nF)		858.6	

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, el valor de IP es 4.6 y está excelente, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 3.76 GΩ, la prueba de Hipot es de 850 MΩ, el cable de fuerza no realizó prueba de aislamiento por la falta de desconexión del arrancador de MT, no presenta desbalance en sus bobinas, no se realiza pruebas de resistencia en el Heater porque la ingeniería no lo permite, la prueba de aisladores es excelente.

Tabla 26. Medición de aislamiento de bobinas del motor-2211-FO-133-M1

Medición de aislamiento de bobinas del motor			
Valor de aislamiento Ω			
N.º de prueba	Voltaje (V)	Motor	Cable
fase R-tierra	2500	5.57 GΩ	-
fase S-tierra	2500	-	-
fase T-tierra	2500	-	-
Resultado del HiPot			
Voltaje [V]	I [uA]	IR [GΩ]	
9310	0.31	30.12	
Resultados del DA/PI			
Voltaje (V)		Relac. DAR	Relac. IP
2500		2.7	3.2
Medición de resistencia en bobinas del motor			
Desbalance resistivo			
M1=U.V (mΩ)	M2=V.W (mΩ)	M3=U.W (mΩ)	Promedio (mΩ)
0.45	0.45	0.45	0.45586
Desbalance de resistencia = (P-M)/P *100 %			
DES. 1	DES. 2	DES. 3	
-0.03	0.02	0.006	
Resistencia de Heaters			
H1 (OHM)	H2 (OHM)	Voltaje (V)	Amperaje (A)
-	-	221	0.8
Aislamiento de los aisladores			
	Voltaje (V)	IR [GΩ]	I (uA)
fase 1	5010	64.2	0.08
fase 2	5010	58.2	0.09
fase 3	5010	58.9	0.09
Capacitancia a tierra (nF)			
-			

Interpretación: motor de baja tensión cuya tensión de prueba es 2500 V en dc, el valor de IP es 3.2 y está excelente, la prueba se realiza en los bornes del motor, donde el valor medido de resistencia es 5.57 GΩ, la prueba de Hipot es de 30.12 GΩ, el cable de fuerza no realizó prueba de aislamiento por la falta de desconexión del arrancador de MT, no presenta desbalance en sus bobinas, no se realiza pruebas de resistencia en el Heater porque la ingeniería no lo permite, la prueba de aisladores es excelente.

5.2. Logros alcanzados

Los logros que se alcanzaron son los mencionados en la siguiente tabla:

Tabla 27. Logros alcanzados

Ítem	Motor	Problema identificado	Recomendación	Implementación
1	210-PP-003	IR corregida	Mejorar limpieza de los filtros y motor por la acumulación de aceite de ventilación y limpieza en la parte superior del motor	de 3 a 6 meses
2	210-PP-004	IR corregida e IP excelente	Mejorar limpieza de los filtros de ventilación y limpieza en la parte superior del motor	de 3 a 6 meses
3	220-FO-019	IR corregida e IP bueno	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso del cable y tapa de caja de conexiones	de 3 a 6 meses
4	220-FO-021	No pasa la prueba de HIPOT, contaminación del bobinado	Continuar con el mantenimiento preventivo programado, proteger con barrera rígida la evaporación del tanque hacia la caja de conexiones.	de 3 a 6 meses
5	220-FO-022	IR corregida e IP insatisfactorio	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso cable a caja de conexiones, proteger con barrera rígida la evaporación del tanque hacia la caja de conexiones.	de 3 a 6 meses
6	220-FO-023	IR corregida e IP excelente	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso cable a caja de conexiones, realizar inspección de la acometida del cable de fuerza.	de 3 a 6 meses
7	220-FO-024	IR corregida e IP en estado excelente	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso del cable a caja de conexiones.	de 3 a 6 meses

			Realizar el seguimiento a las condiciones de aislamiento	
8	220-FO-025	Resistencia corregida	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso del cable a caja de conexiones. Realizar inspección de las bobinas del motor, tuberías de acometida y bandejas por la humedad.	de 3 a 6 meses
9	220-FO-026	Resistencia corregida	Mejorar limpieza del cubículo del bobinado, mejorar limpieza y el sellado de la caja de conexiones del cable de fuerza.	de 3 a 6 meses
10	220-FO-027	Resistencia corregida e IP en estado bueno	Continuar con el mantenimiento preventivo programado, proteger con barrera rígida la evaporación del tanque hacia la caja de conexiones.	de 3 a 6 meses
11	220-FO-028	Resistencia corregida e IP en estado excelente	Se recomienda seguimiento al mantenimiento programado	de 3 a 6 meses
12	245-PP-007	Resistencia corregida e IP en estado muy bueno	Continuar con el mantenimiento programado	de 3 a 6 meses
13	245-PP-107	IR corregido e IP excelente	Mejorar limpieza de ventilación y sellado de ingreso del cable a caja de conexiones.	de 3 a 6 meses
14	255-HP-003 M1	Resistencia corregida e IP en estado excelente	Continuar con el mantenimiento programado	de 3 a 6 meses
15	255-HP-003 M2	Ok.	Se recomienda seguimiento al mantenimiento programado	de 3 a 6 meses
16	255-HP-004 M1	IR corregido e IP excelente	Se recomienda seguimiento al mantenimiento programado, realizar inspección en la tubería de la acometida y bandeja del cable.	de 3 a 6 meses
17	255-HP-004 M2	OK	Continuar con el mantenimiento programado	de 3 a 6 meses

5.3. Planteamiento de mejoras

- Dar una mejora en la limpieza del motor y los filtros debido a una acumulación de aceite de ventilación y también en la parte superior del motor.
- Dar una mejora en la limpieza realizada en los filtros de ventilación y sobre la parte superior del motor.
- Dar una mejora en la limpieza de ventilación y también en el sellado en la parte de ingreso del cable y también en la tapa de caja de conexiones.
- Seguir el mantenimiento preventivo que ya se programó, dar protección con la barrera rígida a la evaporación que se emite del tanque, dirigida a la caja de conexiones.

- Dar una protección a la barrera rígida y la evaporación del tanque que se direcciona a la caja de conexiones.
- Desarrollar una inspección respecto al cable de fuerza.
- Desarrollar un monitoreo referido a las condiciones de aislamiento.
- Realizar una inspección a las bobinas del motor, a las bandejas por la humedad y tuberías de acometida.
- Dar mejora en la limpieza del cubículo del bobinado, y en la caja de conexiones que posee el cable de fuerza.
- Poder realizar un mantenimiento programado.

5.4. Aporte del bachiller en la empresa

5.4.1. En el aspecto cognoscitivo



Dentro del informe del bachiller se lograron brindar aquellos saberes que se adquirieron por los cursos que se realizaron en la Universidad Continental, respecto al mantenimiento, mantenimiento de motores, la supervisión y las acciones dentro de la planta concentradora.

5.4.2. En el aspecto procedimental

En este punto, el bachiller manifestó resultados finales con un nivel satisfactorio, es el caso de la accesibilidad realizada en el mantenimiento de los motores, de modo que no se muestren fallas dentro de esa área, permitiendo cumplir con el distanciamiento mínimo respecto a la seguridad, de la misma forma, ayudando a la mejora en la calidad de energía, esta que proporciona a los colaboradores del área de mantenimiento, tomar medidas de prevención y corrección en bien de los motores eléctricos.

El aporte que se realizó para las actividades durante el mantenimiento de motores en planta concentradora y la supervisión fue el rediseño y la actualización del procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) mejorado en su estructura y pasos de cada tarea que se debe cumplir estrictamente, garantizando la integridad de las personas y equipos (ver anexo).

Otro aporte importante como profesional consistió en el mejoramiento del protocolo de pruebas de motores en media tensión proporcionada por Chinalco, incorporándose las pruebas que se realizan por el equipo de pruebas estáticas Baker DX, Baker AWA IV; esto permitió llevar un mejor control respecto al histórico de cada motor intervenido durante las actividades del mantenimiento.

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		PRT-ELEC-002																										
	Mantenimiento Eléctrico Motores de MT		Versión: 0																										
			Página: 1 de 3																										
N° OT:	TAG:			Fecha:																									
Ejecutores:																													
OBJETIVOS GENERALES																													
Establecer prácticas recomendadas por la norma IEEE Std.43-2013 IEEE Recommended Practice for Testing Insulation, donde describen los procedimientos de prueba con voltaje de CC para la medición de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización de un estator aislado y los devanados del rotor, así como la interpretación de los resultados.																													
CRITERIOS DE SEGURIDAD																													
1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y RIESGO ASOCIADOS																													
																													
DATOS DE LOS EQUIPOS																													
1) DATOS DEL MOTOR																													
Marca:	<input type="text"/>	Modelo:	<input type="text"/>	Serie:																									
Voltaje:	<input type="text"/>	Corriente:	<input type="text"/>	Potencia:																									
2) DATOS DEL MEGOMETRO UTILIZADO. Realizar prueba solo con humedad relativa menor al 75%																													
Marca:	<input type="text"/>	Modelo:	<input type="text"/>	Serie:																									
Fecha Calibración:	<input type="text"/>	T. Ambiente:	<input type="text"/>	% HR:																									
3) MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE BOBINAS DEL MOTOR																													
NIVEL DE VOLTAJE APLICADO			VALORES MÍNIMOS ESPERADOS																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Voltaje del Devanado</th> <th>Voltaje Aplicado DC IR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><1000</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>1001-2500</td> <td>500-1000</td> </tr> <tr> <td>2501-5000</td> <td>1000-2500</td> </tr> <tr> <td>5001-12000</td> <td>2500-5000</td> </tr> <tr> <td>>12001</td> <td>5000-10000</td> </tr> </tbody> </table>	Voltaje del Devanado	Voltaje Aplicado DC IR	<1000	500	1001-2500	500-1000	2501-5000	1000-2500	5001-12000	2500-5000	>12001	5000-10000	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistencia de aislamiento mínima a 1</th> <th>Devanado que está siendo probado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kv + 1MegOhms</td> <td>La mayoría de devanados fabricados después de 1970</td> </tr> <tr> <td>100 MegOhms</td> <td>Estator después de 1970</td> </tr> <tr> <td>5 MegOhms</td> <td>Estator al azar de menos de 1000 volts después de 1970</td> </tr> </tbody> </table>		Resistencia de aislamiento mínima a 1	Devanado que está siendo probado	Kv + 1MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970	100 MegOhms	Estator después de 1970	5 MegOhms	Estator al azar de menos de 1000 volts después de 1970							
Voltaje del Devanado	Voltaje Aplicado DC IR																												
<1000	500																												
1001-2500	500-1000																												
2501-5000	1000-2500																												
5001-12000	2500-5000																												
>12001	5000-10000																												
Resistencia de aislamiento mínima a 1	Devanado que está siendo probado																												
Kv + 1MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970																												
100 MegOhms	Estator después de 1970																												
5 MegOhms	Estator al azar de menos de 1000 volts después de 1970																												
PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR <input type="text"/>																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° DE PRUEBA</th> <th>VOLTAJE DE PRUEBA</th> <th>VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR</th> <th>IP</th> <th>DAR</th> <th>I Fuga</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) FASE "R" - TIERRA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) FASE "S" - TIERRA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) FASE "T" - TIERRA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N° DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEBA	VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR	IP	DAR	I Fuga	1) FASE "R" - TIERRA						2) FASE "S" - TIERRA						3) FASE "T" - TIERRA										
N° DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEBA	VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR	IP	DAR	I Fuga																								
1) FASE "R" - TIERRA																													
2) FASE "S" - TIERRA																													
3) FASE "T" - TIERRA																													
4) MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE BOBINAS (IEEE 1415 2006: DESBALANCE <3%, 5%> DEL PROMEDIO MEDIDO)																													
PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR <input type="text"/>																													
$M1 = U - V$	<input type="text"/> Ω	$M2 = V - W$	<input type="text"/> Ω	$M3 = U - W$																									
$P = \frac{M1 + M2 + M3}{3}$	$DESBALANCE 1 = \left \frac{P - M1}{P} \right + 100\%$	$DESBALANCE 2 = \left \frac{P - M2}{P} \right + 100\%$	$DESBALANCE 3 = \left \frac{P - M3}{P} \right + 100\%$	<input type="text"/> Ω																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																									
El valor de porcentaje de desbalance resistivo se considera al mayor valor calculado, si se supera el 5% se debe investigar la causa																													



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

PRT-ELEC-002

Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

Versión: 0

Página: 2 de 3



5) RANGOS DE TOLERANCIA PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, IP, DAR

TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		TOLERANCIA ÍNDICE DE POLARIZACIÓN (IP)		TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	Índice de Polarización	Evaluación del Aislamiento	Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dieléctrica
2 MΩ o menor	Insatisfactorio	1 o menor	Insatisfactorio	Peligrosa	< 1
< 50 MΩ	Peligroso	< 1.5	Peligroso	Cuestionable	1.0 – 1.4
50 ... 100 MΩ	Regular	1.5 a 2.0	Regular	Buena	1.4 – 1.6
100 ... 500 MΩ	Bueno	2.0 a 3.0	Bueno	Excelente	> 1.6
500 ... 1000 MΩ	Muy Bueno	3.0 a 4.0	Muy Bueno		
> 1000 MΩ	Excelente	> 4.0	Excelente		

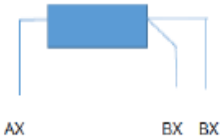
6) DIAGNÓSTICO DE TOLERANCIAS, VALORES DE AISLAMIENTO Y RESISTENCIA DE BOBINAS

De acuerdo a los valores obtenidos y las tablas de tolerancia, seleccione (✓) la condición del bobinado.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		ÍNDICE DE POLARIZACIÓN		ABSORCIÓN DIELECTRICA		RESISTENCIA DE BOBINAS	
Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Balanceado	<input type="checkbox"/>
Muy Bueno	<input type="checkbox"/>	Muy Bueno	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Desbalanceado	<input type="checkbox"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Cuestionable	<input type="checkbox"/>		
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Peligrosa	<input type="checkbox"/>		
Peligroso	<input type="checkbox"/>	Peligroso	<input type="checkbox"/>				
Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>	Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>				

8) SENSORES DE TEMPERATURA DE BOBINAS Y RODAMIENTOS DEL MOTOR (Ω)

RTD 1			RTD 2			RTD 3		
A1 – B1	A1 – B1	B1 – B1	A2 – B2	A2 – B2	B2 – B2	A3 – B3	A3 – B3	B3 – B3
RTD 4			RTD 5			RTD 6		
A4 – B4	A4 – B4	B4 – B4	A5 – B5	A5 – B5	B5 – B5	A6 – B6	A6 – B6	B6 – B6
RTD 7			RTD 8					
A7 – B7	A7 – B7	B7 – B7	A8 – B8	A8 – B8	B8 – B8			
RTD 7 A (SPARE)			RTD 8 A (SPARE)					
A7A – B7A	A7A – B7A	B7A – B7A	A8A – B8A	A8A – B8A	B8A – B8A			





TEMPERATURA EN RELÉ REM 545 – SALA ELÉCTRICA							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8

TEMPERATURA SEGÚN TABLA DE WEG DE ACUERDO A VALOR MEDIDO							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8

OPCIONAL SI NO CUENTA CON TABLA: FORMULA PARA CONVERTIR EL VALOR DE RESISTENCIA MEDIDO (Ω) A GRADOS CENTIGRADOS (°C)

$$T = \frac{\Omega - 100}{0.386}$$

Puede contrastar los valores obtenidos con la fórmula con los valores registrados en el relé REM 545

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		PRT-ELEC-002		
	Mantenimiento Eléctrico Motores de MT		Versión: 0		
			Página: 3 de 3		
					
8) RESISTENCIA DE HEATERS DEL MOTOR (Ω)					
H1	<input type="text"/>	Ω	H2 <input type="text"/>		
			Ω		
VOLTAJE	<input type="text"/>	V	AMPERAJE <input type="text"/>		
			A		
9) CAPACITANCIA DE CONDENSADORES DEL MOTOR (μF)					
Fase U	<input type="text"/>	μF	Fase V <input type="text"/>		
			μF		
			Fase W <input type="text"/>		
			μF		
10) RESISTENCIA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE PROTECCIÓN DIFERENCIAL DEL MOTOR (Ω)					
Fase U	<input type="text"/>	Ω	Fase V <input type="text"/>		
			Ω		
			Fase W <input type="text"/>		
			Ω		
11) CAPACITANCIA A TIERRA					
Capacitancia a Tierra:	<input type="text"/>	nF			
12) INDUCTANCIA					
L1 - L2	<input type="text"/>	mH	L2 - L3 <input type="text"/>		
			mH		
			L3 - L1 <input type="text"/>		
			mH		
			% DESBALANCE <input type="text"/>		
13) IMPEDANCIA					
L1 - L2	<input type="text"/>	mH	L2 - L3 <input type="text"/>		
			mH		
			L3 - L1 <input type="text"/>		
			mH		
			% DESBALANCE <input type="text"/>		
14) VOLTAJE DE PASOS HIPOT					
VOLTAJE	<input type="text"/>	V	I_{FUGA} <input type="text"/>		
			A		
			RESISTENCIA <input type="text"/>		
			Ω		
15) PRUEBAS DE SURGE TEST					
L1 - L2:	<input type="text"/>	V	% DESBALANCE: <input type="text"/>		
L2 - L3:	<input type="text"/>	V	% DESBALANCE: <input type="text"/>		
L3 - L1:	<input type="text"/>	V	% DESBALANCE: <input type="text"/>		
16) AISLAMIENTO DE AISLADORES					
TENSIÓN		RESISTENCIA		CORRIENTE DE FUGA	
L1:	<input type="text"/>	V	L1:	<input type="text"/>	Ω
L2:	<input type="text"/>	V	L2:	<input type="text"/>	Ω
L3:	<input type="text"/>	V	L3:	<input type="text"/>	Ω
				<input type="text"/>	A
				<input type="text"/>	A
				<input type="text"/>	A
17) OBSERVACIONES					
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					
..... TÉCNICO RESPONSABLE		 SUPERVISOR RESPONSABLE		
NOMBRE: CÓDIGO MCP:			NOMBRE: CÓDIGO MCP:		

5.4.3. En el aspecto actitudinal

En este punto, el bachiller reflejó actitudes positivas referidas al liderazgo, pudiendo adquirir una experiencia mayor dentro del área de la ingeniería eléctrica, en la supervisión y mantenimiento y brindando saberes dentro del mundo laboral.

CONCLUSIONES

- Se realizó la planificación y supervisión del mantenimiento presente en el Área de Mantenimiento en la planta concentradora de Chinalco en fases 1 y 2, cumpliendo estándares de seguridad y ejecución.
- Se mejoró la herramienta de gestión en el procedimiento de paso a paso de las tareas y la estructura para su fácil entendimiento e interpretación de la actividad del mantenimiento.
- Las pruebas se llegan a desarrollar con el equipo Baker DX12, Baker AWA IV, registrando valores dentro de los estándares y poder registrar en el histórico de cada equipo intervenido durante el mantenimiento.
- En la inspección visual, se identificaron terminales y humedad de barras y cables sulfatados que existe dentro de la caja de bornes de los motores, de manera principal, en los motores que son de media tensión de la línea 4 en flotación fase 1.
- Se desarrollaron pruebas de aislamiento a cada uno de los aisladores tipo barra en los motores de media tensión, reflejando valores en óptimos estándares.

RECOMENDACIONES

- Presentar el plan de mejora presentado en el mantenimiento de motores eléctricos en la planta concentradora para continuar con los trabajos de calidad y en los tiempos programados.
- Realizar capacitaciones o especializaciones del uso del equipo de pruebas Baker DX12, Baker AWA IV a todo personal involucrado en la actividad del mantenimiento de motores en la planta concentradora.
- Mejorar en el reclutamiento de talento humano con nuevos conocimientos y habilidades que demandan una nueva generación, de la misma manera, ofrecer incentivos a todo el personal para un mejor desempeño y compromiso en las actividades.
- Cumplir con los tiempos programados de entrega de los materiales y equipos para cada servicio o tipo de mantenimiento en las distintas áreas de la unidad minera Chinalco.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **BOTERO, C.** *Manual de mantenimiento. Parte I: ¿qué es el mantenimiento?* 1993.
2. **Junta de Andalucía.** *Organización y gestión del mantenimiento de instalaciones.* 2013. Manual informativo.
3. **Biomass Users Network.** *Manual técnico Motores Eléctricos.* San José : s.n., 2011. 978-9968-904-36-0.
4. **LOPEZ, J.** *Motores Eléctricos.* s.l. : Biblio3, 2017.
5. **CALCINA, A.** *Optimización del funcionamiento de un motor de inducción para el ahorro de energía eléctrica en el laboratorio UNCP. Huancayo.* Huancayo : s.n., 2016.
6. **CORONEL, W.** *Mejoramiento del índice de consumo energético mediante sustitución de los motores eléctricos en minera Cerro Corona - 2019.* Lambayeque : s.n., 2019.
7. **INGEBORG, A.** *Proyecto piloto de reemplazo de motores eléctricos en la minería de cobre - Chile.* s.l. : International Copper, 2009.
8. **Safety Culture.** *Cómo mantener efectivamente su motor eléctrico.* [En línea] 1 de diciembre de 2022. [Citado el: 9 de Febrero de 2023.]
<https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-a-motores-electricos/#:~:text=El%20proceso%20del%20mantenimiento%20de,alguna%20falla%20en%20su%20sistema.>

ANEXOS

Anexo 1 Entregables

	
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION	Código : SER-ELE-PETS-18-01 Versión : 03 Página : 1 de 22

COPIA CONTROLADA N°:	
ASIGNADA A:	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Autorizado por:
Nombre(s): Dioser Arroyo Carbajal Amador navarro canto	Nombre (s): Danny Espinoza Castañeda Romel Sancarranco Tello	Nombre(s): Christian Del Pino Izquierdo	Nombre (s): Alfredo Pérez Paredes
Cargo(s): Supervisor de Mantenimiento eléctrico e instrumentación Personal Técnico	Cargo(s): Residente de Mantenimiento Residente de Mantenimiento	Cargo(s): Supervisor SSOMA	Cargo (s): Gerente General
Firma(s):	Firma(s):	Firma(s):	Firma(s):
			Fecha de Vigencia 25/12/2023

Lima-Perú

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 2 de 22

CONTROL DE CAMBIOS				
Versión	Item de Cambio	Cambio Realizado	Motivo del Cambio	Fecha
0	-	Creación del documento	-	15-08-2018
1	5	Actualización e incremento de las definiciones usadas en la actividad.	Mejoras de conceptos que se maneja	22-05-2022
2	12	Actualización del paso a paso de la actividad:	Mejoras en el paso a paso relacionado con la actividad	22-05-2022
3	12	Actualización del paso a paso de la actividad:	Mejoras en el paso a paso relacionado con la actividad	25-12-2022

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01

Versión : 03

Página : 3 de 22

1. Objetivo

El objetivo de este procedimiento consiste en establecer los pasos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo de motores en media tensión de manera segura y eficaz, evitando incidentes, daños al personal, al medio ambiente a los equipos y/o al proceso.

2. Alcance del Procedimiento:

Este procedimiento se aplica a todo el personal de electricidad de MAININ que realizan trabajos dentro de las instalaciones de MCP.

3. Documentos a Consultar

- 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.
- EST-SSO-001 Vehículos y equipos móviles.
- EST-SSO-002 Análisis de Trabajo Seguro (ATS) e IPERC Continuo
- EST-SSO-004 Bloqueo y Etiquetado.
- EST-SSO-005 Trabajos en Altura
- EST-SSO-006 Tormentas Eléctricas.
- EST-SSO-007 Trabajos con Energía.
- EST-SSO-023 Control para Materiales Peligrosos.
- EST-SSO-025 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro
- EST-SSO-026 Código de Señales y Colores
- EST-SSO-027 Herramientas Manuales y de Poder
- EST-SSO-028 Guardas de Seguridad.
- EST-SSO-029 Andamios y Plataformas de Trabajo
- EST-SSO-031 Uso de Escaleras
- EST-SSO-034 Orden y Limpieza
- EST-SSO-039 Barricadas y Señales
- INS-SSO-022 Evaluaciones ergonómicas

4. Formatos

- FOR-SSO-046 IPERC Continuo.
- FOR-SSO-050 PETAR trabajo con energía.
- FOR-SSO-051 PETAR trabajo en altura
- FOR-SSO-058 Check List de Herramientas Manuales y Eléctricas
- FOR-SSO-064 PETAR Bloqueo y Etiquetado.
- FOR-SSO-080 Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).
- FOR-SSO-089 Permiso trabajos nocturnos y extendidos

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 4 de 22

- FOR-SSO-090 Inspección de escaleras
- FOR-SSO-135 Check List para Arnés y Línea de Vida
- FOR-SSO-138 Análisis de Trabajo Seguro
- FOR-SSO-141 Tarjetas de Barricadas.

5. Definiciones:

- **MOTOR ELECTRICO:** El motor eléctrico es un equipo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, de manera que puede impulsar el funcionamiento de una máquina. Esto ocurre por acción de los campos magnéticos que se generan gracias a las bobinas, (aquellos pequeños cilindro con hilo metálico conductor aislado). Los motores eléctricos son muy comunes, máquinas de procesos mineros.
- **CARCASA:** Es la que sirve para cubrir y proteger el rotor y estator. Para fabricarse, el material a utilizar depende del tipo del motor, su aplicación y su diseño. Puede ser de tipo sumergible, totalmente cerrada, a prueba de goteo, abierta, o a prueba de explosiones.
- **ESTATOR:** El estator funciona como la base del motor, ya que es la parte que se encuentra fija. Permite que se realice la rotación del motor. Se mueve de forma magnética. Existen estatores ranurados y de polos salientes.
- **ROTOR:** Esta parte es conocida también como inductor. En ella es donde las piezas que permiten que el eje del motor gire, conocidas como espiras, pueden combinarse al eje. Estas espiras son conocidas como bobinado del motor, y de ellas depende el cambio que se realizará de energía eléctrica a mecánica.
- **VENTILADOR:** es el dispositivo que asegura la circulación de aire forzada en los sistema de refrigeración del motor, este aire se envía a las aletas del motor.
- **AISLADOR DE BARRA:** Soportes con óptima capacidad de aislamiento eléctrico que pueden emplearse para resistencia mecánica y/o como elemento espaciador y/o de rigidez de un sistema formado por barras conductoras.



- **RTD :**son sensores de temperatura resistivos. En ellos se aprovecha el efecto que tiene la temperatura en la conducción de los electrones para que, ante un aumento de temperatura, haya un aumento de la resistencia eléctrica que presentan.
- **HEATER:** Las calefactoras de los motores están diseñadas para evitar condensación de humedad durante el enfriamiento previo al uso los motores que usan este tipo de protección normalmente son motores de mucho porte y que proteger el bobinado es fundamental.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01

Versión : 03

Página : 5 de 22

- **CAPACITOR:** Un capacitor o condensador eléctrico es un dispositivo que se utiliza para almacenar energía (carga eléctrica) en un campo eléctrico interno.
- **BOTONERA PARADA DE EMERGENCIA:**
- Un botón pulsador de parada de emergencia es un interruptor de control a prueba de fallos que proporciona seguridad para la maquinaria y para la persona que utiliza la maquinaria.



- **MEGÓHMETRO:** Es un aparato o instrumento que permite establecer la resistencia de aislamiento existente en un conductor o sistema de tierras. Funciona en base a la generación temporal de una sobrecorriente eléctrica la cual se aplica al sistema hasta que se rompe su aislamiento, al establecerse un arco eléctrico.



6. Abreviaturas

CECOM: Centro de comunicación de emergencias.

MCP: Minera Chinalco Perú.

LOTO: Lock out, tag out – Bloqueo y etiquetado

DCS: Sistema de control distribuido (sala de control)

IPERC: Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control.

PETAR: Permiso escrito de trabajo de alto riesgo.

SSOMA: Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

MCC: Centro de control de motores.

PLC: Controlador Logico programado.

CDP: Control de procesos.

ATPV: Valor de proteccion termica de arco.

UMC: Controladores universales de motor

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
Versión : 03
Página : 6 de 22

7. Responsabilidades

Supervisor de mantenimiento de Electricidad:

- a) Verificar que se cumplan todos los estándares de seguridad y cuidado del medio ambiente para la ejecución de los trabajos.
- b) Cumplir con lo dispuesto en el artículo 38 del D.S. 024-2016 EM, referente a las obligaciones de los supervisores.
- c) Hacer cumplir con lo dispuesto en el artículo 44 del DS 024-2016 EM referente a las obligaciones de los trabajadores.
- d) Realizar y garantizar la difusión, entendimiento y entrega del PETS, hojas SDS a todo el personal de mantenimiento del área E&I.
- e) Realizar coordinaciones previas con la supervisión o personal técnico líder de MCP respecto a las actividades de mantenimiento.
- f) Garantizar su difusión, cumplimiento y entendimiento del presente procedimiento a todos sus trabajadores.
- g) Proporcionar asesoría técnica, acotaciones y mejoras de las actividades a los responsables asignados al mantenimiento.
- h) Entregar al área SSOMA la evidencia de la difusión y actas de entrega de los procedimientos y estándares para la ejecución de esta actividad.
- i) Asegurarse que el personal a intervenir esté entrenado y calificado con el procedimiento de Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo.
- j) Asegurar que solo el personal entrenado, calificado y certificado realice el trabajo, cumpliendo lo establecido en el perfil de puesto.
- k) Verificar que el personal cumpla con lo dispuesto en el presente procedimiento y usen correctamente los implementos de seguridad asignados.
- l) Es el responsable de gestionar, revisar y firmar los permisos de trabajo, IPERC continuo y otros que sean necesarios.
- m) Realizar inspecciones antes, durante el trabajo a fin de minimizar los riesgos en la ejecución de las actividades.
- n) Verificar y constatar que todo el personal ha sido capacitado en la ejecución de las tareas cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo 5 del DS 024-2016 EM.
- o) Paralizar las operaciones o trabajos en situaciones de alto riesgo hasta que se hayan eliminado o minimizado dichas situaciones riesgosas.
- p) Es el responsable de verificar que se haya realizado el correcto mantenimiento del equipo intervenido.
- q) Verificar que el personal este entrenado y calificado y cuente con los cursos críticos de BLOQUEO Y ETIQUETADO vigente y firmado por el responsable competente y se cumplan los procedimientos de bloqueo de los equipos que se encuentren en mantenimiento.
- r) Participar en la investigación de incidentes ocurridos en la actividad.
- s) Difundir los estados de alerta ROJA, NARANJA O AMARILLA que emite CECOM y organizar los trabajos según el tipo de alerta.
- t) Cumplir y hacer cumplir las 10 reglas por la vida de MCP.
- u) Implementar los controles sanitarios de plan para la vigilancia, prevención de los trabajadores con riesgo al COVID-19, bajo los lineamientos del PL-SSO-011-00

Técnico Electricista:

- a) Revisar y cumplir con lo dispuesto en el artículo 44 del DS 024-2016 EM referente a las obligaciones de los trabajadores.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 7 de 22

- b) Conocer, entender y cumplir con lo dispuesto en el presente procedimiento si nota alguna mejora continua respecto al PETS, informar al supervisor para la actualización.
- c) Verificar y constatar que se encuentre en el punto de trabajo el PETS de la actividad y que se evidencie su difusión en el formato de registro de capacitación (copia).
- d) Participar en la elaboración del IPERC Continuo, correspondiente, donde se establezcan todos los peligros presentes, así como sus respectivos controles y llenar los permisos de trabajo correspondiente (PETAR, CHECK LIST HERRAMIENTAS, etc.).
- e) Usar los implementos de protección personal recomendada y obligatoria (casco, barbiquejo, respirador, lentes, taponos auditivos, Zapatos dieléctricos con punta de baquelita, guantes kevlar, arnés, traje ignífugo de 14 cal/cm2, etc.) de acuerdo a la tarea realizarse y según el estándar de Minera Chinalco Perú y Mainin S.R.L.
- f) Seleccionar los equipos auxiliares, herramientas y materiales necesarios para el trabajo programado.
- g) Inspeccionar el buen estado de las herramientas y equipos a usar de forma permanente, constatar que los equipos se encuentren calibrados con fecha vigente y reportar a la supervisión a cargo de algún problema en la máquina, equipo y/o herramienta.
- h) Reportar a la supervisión a cargo cualquier acto o condición subestándar a fin de prevenir la ocurrencia de incidentes y/o accidentes.
- i) Paralizar las actividades cuando se vea en peligro su integridad física, haciendo uso de LA POLÍTICA DE NEGATIVA A REALIZAR UN TRABAJO INSEGURO.
- j) Mantener su área de trabajo señalizada, ordenada y limpia.
- k) Participar activamente en las charlas de seguridad de 5 minutos.
- l) Cumplir fielmente las 10 reglas por la vida de MCP.
- m) Cumplir fielmente las 10 reglas por la vida de MCP FRENTE AL COVID
- n) No sobrepasar, ni retirar las barreras rígidas sin autorización.
- o) Responsable de su seguridad y de sus compañeros de trabajo.
- p) Aplicar los controles sanitarios establecidos por el protocolo del plan para la vigilancia prevención y control de los trabajadores con riesgo de exposición al COVID-19, bajo los lineamientos del PL-SSO-011-00.

Ingeniero de Seguridad:

- a) Revisar y cumplir con lo dispuesto en el artículo 38 del DS 024-2016 EM referente a las obligaciones de los supervisores.
- b) Hacer cumplir con lo dispuesto en el artículo 44 del DS 024-2016 EM referente a las obligaciones de los trabajadores.
- c) Auditar el correcto llenado y ejecución IPERC CONTINUO, PETAR de trabajos críticos y los permisos que requiera la actividad, con los controles identificados en el IPERC CONTINUO y que todos los documentos cuenten con las firmas.
- d) Brindar el soporte técnico al personal, en la identificación de peligros y evaluación de riesgos y en la implementación de controles, antes y durante la ejecución de las tareas.
- e) Coordinar con el supervisor del trabajo la paralización de actividades, cuando se determine que la integridad física de los trabajadores esté en peligro.
- f) Brindar el soporte técnico al personal, para el llenado de los permisos de trabajos y los formatos del sistema de gestión de SSOMA de Mainin y MCP; antes y durante la ejecución de las tareas.
- g) Inspeccionar y controlar el cumplimiento de las medidas preventivas en la ejecución de los trabajos.
- h) Verificar las condiciones bajo las cuales se realizan las actividades involucradas en el presente procedimiento y que estas sean seguras.
- i) Asesorar en la investigación de incidentes y/o accidentes ocurridos en los trabajos.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 8 de 22

- j) Cumplir con lo dispuesto en el presente procedimiento.
- k) Cumplir y hacer cumplir las 10 Reglas por la Vida de Minera Chinalco Perú S.A.
- l) Verificar y hacer cumplir el plan para la vigilancia, prevención y control de los trabajadores con el riesgo a exposición al COVID-19 bajo los lineamientos PL-SSO-011-00.

8. Restricciones

- a) No realizar ninguna actividad en caso de alerta roja de tormenta eléctrica en trabajos a la intemperie excepciones lugares cerrados con un sistema de aterramiento adecuado.
- b) No se realizará trabajos sin los documentos de gestión debidamente rellenos y firmados por el personal involucrado.
- c) No se realizará los trabajos si el colaborador no cuenta con sus epps adecuados.
- d) Tener autorización para realizar trabajos eléctricos. (tarjeta ingreso salas eléctricas)
- e) Está prohibido ingresar al área de trabajo bajo efecto de alcohol y/o drogas.
- f) No operar o realizar trabajo alguno cuando se encuentre fatigado.
- g) No operar equipos si no se encuentra autorizado.
- h) Durante la ejecución de las actividades por ningún motivo el trabajador deberá sobrepasar las barreras rígidas o quitar las guardas de seguridad sin autorización.

9. Lineamientos y/o Consideraciones

- Se realizará la charla específica de la tarea a realizar.
- Las herramientas deben contar con la cinta del mes correspondiente.

Color	Mes	Color	Mes
Amarillo	Ene – Feb	Azul	Jul – Ago
Verde	Mar – Abr	Negro	Set – Oct
Rojo	May - Jun	Blanco	Nov – Dic

- Durante la ejecución de las actividades por ningún motivo el trabajador deberá sobrepasar las barreras rígidas o quitar las guardas de seguridad sin autorización.
- La delimitación del área de exclusión se hará con cinta rojas y/o, cinta amarilla y letrero de no pasar. verificar zona inferior de ser necesario para delimitar o superior de encontrarse en niveles.



Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 9 de 22

- De detectar alguna anomalía en el equipo o sistema a intervenir, informar inmediatamente al supervisor Electricista a cargo
- Contar con las hojas MSDS de los productos químicos que se empleen en el trabajo.
- El personal debe de contar con los cursos críticos vigentes actualizados.

10. Equipos de Protección Personal

- Casco de Seguridad dieléctrico, Tipo 1 Clase E ANSI/ISEA Z89.1-2014.
- Barbiquejo.
- Lentes de seguridad con lunas claras (ANSI Z87.1-2010).
- Zapatos dieléctricos con punta de baquelita.
- Guantes anticorte (kevlar).
- Orejeras / tapones auditivos cuando sea necesario (ANSI S3.19).
- Respirador de media cara o/ Full Face. (de acuerdo a la actividad)
- Filtros NIOSH 2097 y/o 6003.
- Arnés y línea de vida (ANSI Z359.1) (de acuerdo a la actividad)
- Chaleco reflectivo.
- Detector de gases Altair 4x (en caso de realizar trabajos en planta de molibdeno)
- Guantes dieléctricos Clase 0 (1000vac) con sobre guante.
- Guantes de Nitrilo.
- Cortaviento.
- Ropa ignífuga de categoría 3 con 14 cal/cm2 de ATPV como mínimo
- Traje desechable (si es necesario)
- Implementos antecovid-19 (doble mascarilla quirúrgica)
- Atomizador de alcohol
- Atomizador anti empañante de lentes

11. Equipos, Herramientas y Materiales

Verificar vigencia de certificados de calibración, cinta de inspeccion del mes y aisladas.

Equipos:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Linterna para casco	1
2	Pinza amperimétrica	1
3	Megohmetro	1
4	Microohmímetro digital	1
5	Kit de bloqueo y etiquetado	1
6	Multímetro digital	1
7	Revelador de tensión de media tension	1
8	Soplador	1
9	Radios portatiles (canal, coordinaciones planta y interno 1 para chancadora primaria)	1
10	Pistola de impacto	1

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01

Versión : 03

Página : 10 de 22

11	Pistola de calor	1
----	------------------	---

Herramientas:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Caja de herramientas menores	1
2	Aplicador de silicona	1
3	Juego de destornillador punta estrella	1
4	Juego de destornillador punta plana	1
5	Juego de llaves Allen	1
6	Juego de llaves Torx	1
7	Alicate punta plana	1
8	Alicate de corte	1
9	Cuchilla de electricista	1
10	Frascos pulverizadores	2
11	Prensa terminales	1
12	Juego de llaves mixtas de 6mm a 24mm	1
13	Juego de dados de 6mm a 22mm	1
14	Pelacable	1
15	Espatula de 4"	1
16	torquimetro	1

Materiales:

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PET8-18-01

Versión : 03

Página : 11 de 22

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Borrador abrasivo	Según actividad a realizar
2	Limpia contactos en Spray	
3	Spray Aflojatodo wd40	
4	Silicona de alta temperatura	
5	Trapos Industriales	
6	Solvente dieléctrico	
7	Inhibidor de corrosión	
8	Paños absorbentes Wypall	
9	Bolsas de residuos por colores	
10	Precintos de seguridad	
11	Deshumecedor	
12	Kit de terminación termocontrible	
13	Pernos milimétricos	
14	Cinta aislante	
15	Terminales tipo ojal	
16	Cinta vulcanizante	
17	Grasa isoflex	
18	Grasa conductiva cobreada	
19	Fire stop	
20	Lija n°200	
21	Pernos de tapas y conexión	
22	Borneras rtds, heater	
23	Terminales tipo tubular 18 awg, 21 awg, 12 awg	

12. Desarrollo:

El PETS de **"Mantenimiento preventivo de motores en media tensión"** es un documento que contiene la descripción específica respecto a las actividades de mantenimiento preventivo, además la forma de cómo llevar a cabo o desarrollar una tarea o actividad, teniendo en cuenta los peligros y riesgos que implica, se detalla los pasos a seguir desde el comienzo hasta el final, con responsabilidades muy bien detalladas.

N°	Pasos
Mobilización e Inspección del área de trabajo	
1	Comunicar al supervisor del área y operador sobre el ingreso de equipos, herramientas y materiales a la zona del proceso.
2	Trasladar al personal, equipos, herramientas y materiales al punto donde se desarrollará la actividad. Este traslado puede ser a través de camioneta para tramos largos o a pie para tramos cortos. Siempre transitar por zonas seguras y permitidas
3	El traslado de las herramientas o materiales deberán ser trasladadas manualmente, carretilla o caja de herramientas no sobrepasando los 25 Kg por persona, en caso sobrepase realizar el IPERC Continuo para el traslado de materiales, herramientas (especificando el equipo de izaje a usar); así mismo deberá ser por zonas autorizadas, libres de lodo o presencia de sustancias deslizantes, y durante el uso de escaleras se deberá aplicar los tres puntos de apoyo.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PET8-18-01

Versión : 03

Página : 12 de 22


4	Reconocimiento de los puntos de trabajo para identificar los peligros y evaluar y controlar los riesgos liderados por lo supervisores a cargo de cada equipo de trabajo previa coordinación con personal de MCP.
5	Habilitación de equipos, materiales y herramientas para realizar el trabajo encomendado teniendo el técnico la responsabilidad de verificar el buen estado de los mismos.
Elaboración del IPERC y permisos correspondientes	
1	El personal realizará el llenado de IPERC continuo, para el traslado de materiales, herramientas y equipos antes de iniciar la actividad, el que será evaluado por el Supervisor MAININ, verificando el correcto llenado y las firmas de todo el personal asignado en la tarea.
2	Comunicar al supervisor del área sobre el ingreso de equipos, herramientas y materiales a la zona del proceso.
3	Elaborar el IPERC Continuo según formato FOR-SSO-046 para identificar los peligros asociados a la actividad en el área de trabajo y aplicar los controles necesarios para eliminar y controlar los riesgos.
4	El personal realizará el llenado de IPERC continuo, PETAR de Bloqueo y Etiquetado y Check List (Inspección de herramientas, etc.) según amerite, antes de iniciar la actividad en la sala eléctrica; así mismo el personal involucrado que inicie o se incorpore deberá revisar la documentación y firmar
5	los permisos generados serán evaluados por el Supervisor electricista, verificando el correcto llenado y las firmas de todo el personal asignado en la tarea y de los responsables de autorizar la actividad. El personal que no firme será amonestado y sancionado según la ocurrencia del caso y el supervisor también si autoriza el inicio de las actividades sin contar con las firmas del responsable de MCP en caso del PETAR bloqueo y altura, ya que es el responsable de gestionar dicha firma.
Precauciones de seguridad	
1	Cumplir el estándar EST-SSO-141 / 039 (Tarjetas, Barricadas y Señales). Delimitación del área de trabajo con barricadas y cinta amarilla con su respectiva tarjeta donde indique el nombre de los responsables de la actividad.
2	Todos los materiales y herramientas para la limpieza de los equipos se deberán encontrar dentro de la delimitación.
3	Quitarse todas las joyas personales de metal antes de usar equipos eléctricos o trabajar con circuitos eléctricos.
4	Inspeccionar los EPPs Dieléctricos a utilizar durante la actividad. De encontrar algún defecto, se debe reportar de inmediato para su reemplazo.
5	Revisar el estado de los EPP específicos a utilizar durante la actividad. De encontrar algún defecto, debe reportarlo de inmediato para su reemplazo.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
Versión : 03
Página : 13 de 22

6	Uso obligatorio de traje ignífugo categoría 3 para maniobras en baja tensión y categoría 4 para maniobras en media tensión. Equipo con ATPV de 12 cal/cm ² como mínimo.
7	Cuando el mantenimiento requiera trabajos con andamios, el personal de mainin debe de verificar la validación de la tarjeta verde y con la fecha actualizada, caso contrario comunicar al supervisor operativo para la coordinación con el área respectiva para actualizar.
Bloqueo y Etiquetado	
1	El técnico líder de la actividad debe cumplir los pasos de bloqueo de acuerdo al estándar EST-SSO-004 (Bloqueo y Etiquetado).
2	Evaluar el tipo de energía a bloquear y sus consecuencias.
3	Identificar los puntos energización del equipo, sus auxiliares y sistema.
4	Para el bloqueo de energía eléctrica coordinar con el electricista de turno la desenergización y/o aislamiento de la fuente (s) de energía. Verificar en Sala Eléctrica que el TAG corresponda al equipo a intervenir.
5	Se recomienda tener en cuenta las 5 reglas de bloqueo y etiquetado: Coordinar / Aislar / Bloquear / Disipar / Verificar (prueba de no funcionamiento).
6	Proceder a realizar el bloqueo (LOTO) del equipo de acuerdo al estándar. 
7	Disipar la energía residual del equipo y auxiliares a intervenir.
8	Coordinar con el personal de MCP para que realice el aterramiento en sala eléctrica, verificamos en el display del rele REM 545
9	Realizar una prueba de arranque o activación en coordinación con sala de control, para comprobar su NO FUNCIONAMIENTO.
10	Proceder a colocar su candado de bloqueo en la caja de grupal e iniciar.
Inspección y limpieza externa del motor de media tensión	
1	Antes de intervenir con la limpieza en campo al motor, serciorarse con la prueba de NO FUNCIONAMIENTO intentando arrancar con la botonera en campo en modo local y accionando el pulsador parada de emergencia.
2	Inspección visual de anclaje de andamios en estructura fija y rígida, verificar que el andamio se encuentra operativo y con la tarjeta verde.
3	Realizar la limpieza de la carcasa externa de motor con paños wypall o trapos industriales con solvente dielectrico, de lo contrario utilizar el spray WD40, si en caso la carga del mineral sigue impregnada utilizar el producto químico BRANIF OXILINE, dejar unos 5 minutos aproximadamente que el producto químico actúe para poder retirar con espátula y escobilla de fierro.
4	Al momento de realizar la limpieza tener cuidado con la placa de características de no borrar la información con la escobilla de fierro, utilizar producto químico y paños wypall o trapo industrial.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.


PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01

Versión : 03

Página : 14 de 22

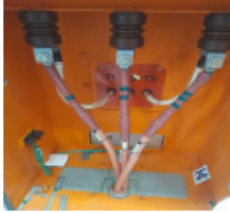

5	Inspeccionar y verificar los pernos de la guarda del ventilador, de las tapas del motor, y de la caja de conexiones que estén completos, de lo contrario informar al supervisor operativo o al técnico líder de MCP para su reemplazo durante el mantenimiento.
6	Inspeccionar la conexión del cable tierra en la carcasa del motor, realizar limpieza con escobilla de hierro y dar ajuste con llave mixta de acuerdo a su medida.
Limpieza e inspección del ventilador del motor	
1	Retirar la guarda del ventilador si en caso sea accesible y factible para proceder la limpieza del mismo con BRANIF OXILINE, escobilla de hierro, espátula y brocha para retirar la carga impregnada
2	Realizar la evaluación de retirar la guarda del ventilador para poder desmontar, si en caso no se puede realizar inspección de alaves del ventilador por rendijas.
3	Inspeccionar y verificar el estado de los alaves del ventilador, de encontrarse dañado reportar al supervisor y coordinar para realizar el cambio.
4	Dado la conformidad del supervisor se procede a realizar el montaje de la guarda del ventilador, asegurar con los pernos correspondientes.
5	Si en caso no procede el retiro de guarda por diversas condiciones, realizar la limpieza externa y ajuste de pernos y si en caso no presenta pernos completos informar al supervisor para la reposición de inmediato.
	
Apertura de la caja de conexión y desconexión de los cables del motor	
1	Retirar la silicona de la tapa con espátula y escobilla de hierro dejando libre de restos de silicona roja (alta temperatura).
2	Retirar todos los pernos con llave mixta, llave dado o con la pistola de impacto de la medida adecuada para no dañar la cabeza del perno, retirar la tapa con la ayuda de espátula. Este trabajo se tiene que hacer con la ayuda de un compañero por el peso que tiene la tapa
3	Realizar el revelado de tensión al conector antes de intervenir y tener contacto directo con los cables de fuerza. Este trabajo se realiza con los implementos de seguridad face shield, casco tipo E, guantes dieléctrico clase 1 (7500 v) con sobreguantes de cuero, traje ignífugo, revelador de media tensión sujetado a la pertiga dieléctrica, manteniendo la distancia
4	Antes de realizar el desconexión, realizar el tagueo respectivo de cada fase de alimentación con los cables del motor con cintas de colores, plumón indeleble o un marcador adecuado para evitar el cambio del conector e invertir el sentido de giro del motor.
5	Realizar el desconexión de los cables de la bobina y del cable de alimentación separando de la barra con llaves mixtas a la medida de la cabeza de perno y tuerca

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 15 de 22

6	Inspeccionar la chaqueta del cable, inspeccion de los terminales si se observa signos de sobrecalentamiento, decoloracion o alguna deformacion se cambiara de inmediato, asimismo realizar la inspeccion y estado del cable tierra.
7	En los aterramientos del motor y en la caja de bornes realizar limpieza con escobilla de fierro y al momento de conexionar untar con grasa cobreada para mejorar la conductividad.
8	Realizar limpieza de la barra de cobre luego de realizar el desmontaje del aislador tipo barra con lija n°200, borrador abasivo o con la ayuda de escobilla de fierro para quitar los signos de corrosion y sulfatacion. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Pruebas electricas del motor de media tension	
1	El personal involucrado debe de tener en claro cuando se realiza las pruebas electricas, toda actividad se paralaza y no intervenir al motor porque nos exponemos a la induccion electrica.
2	Realizar limpieza de los cables con alcohol isopropilico o limpia contacto y toda la caja de bornes dejando libre de corrosion y humedad.
3	Limpiar los terminales con borrador abrasivo quitando la sulfatacion y corrosion para un buen contacto al momento de realizar las pruebas correspondientes.
4	Haciendo uso del Megóhmetro megger, verificando el buen estado del equipo, fecha de calibracion y buen estado de las puntas de prueba, se procede a realizar la medición de aislamiento del motor desde los terminales, la tension inyectada es de 2500 v dc se tiene que ubicar en el selector del megóhmetro y la prueba a realizar ya sea DAR, IP, etc
Absorción dieléctrica	
1	La prueba de absorción dieléctrica, o "DAR," es una proporción de la lectura IR de sesenta segundos a la lectura IR de 30 segundos. En un sistema de aislamiento bueno, IR aumentará como una curva que comenzará razonablemente empinada entonces hace meseta, dependiendo de a qué velocidad el sistema de aislamiento polariza. Sin embargo, en sistemas de aislamiento fabricados después de 1970, no es raro para sistemas de aislamiento polarizar rápidamente y los sistemas de aislamiento con una lectura de temperatura corregida un minuto mayor a 5,000 Mega ohmio puede mostrar un valor bajo. En estos casos, el resultado de la prueba debe ser utilizado solo para la tendencia, y en el nuevo IEEE 43, los resultados de la prueba deben ser corregidos para la temperatura.
2	verificar el estado del aislamiento del bobinado del motor DAR (prueba de Absorción dieléctrica) según la disposición de T1-TIERRA, T2- TIERRA, T3- TIERRA, el tiempo que se hara esta prueba es de 1 minuto a 2500 v en cada fase del cable del motor.
3	El resultado aceptable de esta prueba como minimo es de 100 MΩ de aislamiento y la corriente de fuga el cual se registra en el protocolo de pruebas de acuerdo al formato de MCP

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PET8-18-01

Versión : 03

Página : 16 de 22


TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO</th> </tr> <tr> <th>Valor de resistencia de aislamiento</th> <th>Evaluación del aislamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2MΩ o menor</td> <td>Insatisfactorio</td> </tr> <tr> <td>< 50MΩ</td> <td>Peligroso</td> </tr> <tr> <td>50...100MΩ</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>100...500MΩ</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>500...1000MΩ</td> <td>Muy bueno</td> </tr> <tr> <td>>1000MΩ</td> <td>Excelente</td> </tr> </tbody> </table>		TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	2MΩ o menor	Insatisfactorio	< 50MΩ	Peligroso	50...100MΩ	Regular	100...500MΩ	Bueno	500...1000MΩ	Muy bueno	>1000MΩ	Excelente
TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO																	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento																
2MΩ o menor	Insatisfactorio																
< 50MΩ	Peligroso																
50...100MΩ	Regular																
100...500MΩ	Bueno																
500...1000MΩ	Muy bueno																
>1000MΩ	Excelente																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición del aislamiento</th> <th>Proporción de la Absorción Dielectrica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peligrosa</td> <td>< 1</td> </tr> <tr> <td>Cuestionable</td> <td>1.0 - 1.4</td> </tr> <tr> <td>Buena</td> <td>1.4 - 1.6</td> </tr> <tr> <td>Excelente</td> <td>> 1.6</td> </tr> </tbody> </table>		Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dielectrica	Peligrosa	< 1	Cuestionable	1.0 - 1.4	Buena	1.4 - 1.6	Excelente	> 1.6						
Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dielectrica																
Peligrosa	< 1																
Cuestionable	1.0 - 1.4																
Buena	1.4 - 1.6																
Excelente	> 1.6																
Indice de polarización																	
1	es un ensayo de absorción dieléctrica. Se define IP como la relación entre la resistencia de aislamiento (Ra) medida a los 10 minutos y la medida al minuto de aplicar la tensión continua																
2	<p>para realizar esta prueba se utiliza el megóhmetro MEGGER, conectar las puntas de prueba en los terminales del cable de la bobina del motor, colocando el selector del megóhmetro en IP y a 2500v y presionar el botón TEST del equipo, mientras se realiza la prueba ningún personal debe intervenir el motor. Entonces: $IP = Ra_{10 \text{ min}} / Ra_{1 \text{ min}}$</p> <p>Los valores se grafican en un diagrama donde en ordenadas se representan valores de Ra y en abscisas el tiempo. El aislamiento se encuentra en buen estado cuando el diagrama es una línea recta que aumenta apreciablemente con el tiempo de ensayo. La humedad, contaminación o deterioro conducirán a una línea recta que se elevara respecto del tiempo muy suavemente tendiendo a aplanarse. Un $IP < 1$ puede indicar excesiva humedad o carbonización sobre o dentro del aislamiento.</p>																
3	<p>Los datos obtenidos plasmarlo en el protocolo de prueba e informar al supervisor de inmediato y al técnico líder de MCP el estado del equipo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TOLERANCIA INDICE DE POLARIZACIÓN (IP)</th> </tr> <tr> <th>Indice de polarización</th> <th>Evaluación del aislamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ou menor</td> <td>Insatisfactorio</td> </tr> <tr> <td>< 1,5</td> <td>Peligroso</td> </tr> <tr> <td>1,5 a 2,0</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>2,0 a 3,0</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>3,0 a 4,0</td> <td>Muy bueno</td> </tr> <tr> <td>> 4,0</td> <td>Excelente</td> </tr> </tbody> </table>	TOLERANCIA INDICE DE POLARIZACIÓN (IP)		Indice de polarización	Evaluación del aislamiento	1 ou menor	Insatisfactorio	< 1,5	Peligroso	1,5 a 2,0	Regular	2,0 a 3,0	Bueno	3,0 a 4,0	Muy bueno	> 4,0	Excelente
TOLERANCIA INDICE DE POLARIZACIÓN (IP)																	
Indice de polarización	Evaluación del aislamiento																
1 ou menor	Insatisfactorio																
< 1,5	Peligroso																
1,5 a 2,0	Regular																
2,0 a 3,0	Bueno																
3,0 a 4,0	Muy bueno																
> 4,0	Excelente																
Desbalance resistivo del motor																	
1	según IEEE 1415 2006; el valor del desbalance debe estar <3% - 5%> del promedio medido																
2	Para realizar la prueba del desbalance se debe tener en cuenta que los terminales del cable de la bobina del motor deben estar en buen estado y realizar la limpieza si en caso presenta sulfatación con borrador abrasivo																
3	esta prueba se realizará con el micróhmimetro MEGGER DLRO 10X, el personal deberá de cerciorarse que el equipo debe estar con la fecha de calibración vigente y las condiciones de las puntas de prueba se encuentren en buen estado																

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
Versión : 03
Página : 17 de 22



4	Antes de realizar la prueba, configurar el equipo MEGGER DLRO 10X en modo automático de prueba y la corriente a 10mA con las direccionales del equipo
5	Realizar la prueba en los bornes de la bobina del motor, se aplicara 3 veces la prueba de desbalance del siguiente modo: U-V; V-W; U-W; para tener un valor correcto se debe aplicar una presión constante al terminal del cable saliente de la bobina durante unos segundos
6	Tomar apunte de los valores y registrarlos en el protocolo de mantenimiento eléctrico.
Pruebas electricas de aislamiento al cable de fuerza	
1	Para realizar la prueba de aislamiento del cable de fuerza que alimenta se debe de aislar la conexión del arrancador en sala electrica para ello el supervisor operativo de MAININ tiene que coordinar con el tecnico lider de MCP
2	Esta prueba se realiza con el megómetro megger, antes de ello colocar el selector en DAR por que la prueba se realiza durante 1 minuto y a 2500 v; L1-T; L2- T; L3- T; los valores registrar en el protocolo de prueba de mantenimiento electrico.
3	Comunicar al supervisor de los valores obtenidos en dicha prueba y al personal tecnico lider de MCP para la conformidad que presente un buen aislamiento, caso contrario encontrar la falla y subsanar inmediatamente.
4	Si en las pruebas realizadas al motor se obtienen resultados satisfactorios se procede a seguir con el mantenimiento del motor electrico.
Pruebas electricas de aislamiento del aislador	
1	Realizar limpieza e inspeccion si presenta fisura o alguna anomalia, en ese caso informar de inmediato al supervisor o al tecnico lider de MCP.
2	<p>La prueba de aislamiento de realiza con el megómetro MEGGER, colocando el selector en DAR y a 5000 v, colocar las puntas de prueba, LINEA – donde va conectado la barra respecto a TIERRA, asi de esta manera realizar la prueba en los 3 aisladores y tomar valores y registrarlos en el protocolo de prueba.</p> 
3	En caso de encontrar fatiga o alguna anomalia en el aislador tipo porta barra, se comunicara al lider electricista de MCP para coordinar y realizar el cambio considerando las características en medidas de longitud y capacidad.
Mantenimiento de capacitores	
1	Realizar inspeccion de los capacitores, si presenta alguna anomalia o fatiga, inspeccionar los cables de conexión y terminales.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 18 de 22


2	Realizar la desconexión para la Verificación de los terminales y el mantenimiento respectivo con borrador abrasivo, lija n°200 o escobilla de hierro para quitar la corrosión y sulfatación
3	Realizar la medición de la capacitancia y registrar en el protocolo de prueba, este se realiza si el multimetro tiene en sus funciones, colocar el selector en el lugar correspondiente y el resultado será en uF
4	Realizar el conexionado correspondiente para cada línea de alimentación con el torque adecuado en cada poste del capacitor y barra del conexionado 
Conexionado del cable de fuerza al motor	
1	Realizar limpieza general de la caja de conexionado con alcohol isopropilico y paños wipall dejando libre de herramientas y restos de residuos solidos
2	Realizar el conexionado de los aisladores tipo barra con un buen ajuste para asegurar el montaje
3	Conexionar de los cables de fuerza y los del motor a la barra con llaves mixtas de la medida de la cabeza del perno y tuerca para evitar deformaciones, realizar el ajuste final con el torquimetro a una fuerza requerida de acuerdo a la medida del perno
4	Cuando se realiza la conexión tener en cuenta el tagueo realizado en el desconexinado para no invertir las fases o cometer una equivoacion como consecuencia la inversion del sentido de giro del motor. 
Montaje de la tapa de la caja del conexionado del motor	
1	Realizar el sellado de las tuberías de la entrada del cable de fuerza si en caso requiera, este se hará con el sellador fire stop o silicona roja de alta temperatura dándole un acabado estetico con wd40
2	Colocar deshumecedores al interior de la caja de conexionado para evitar que exista demasiada humedad y esto perjudique al aislamiento, la cantidad será de acuerdo previa coordinación con el supervisor inmediato o tecnico lider de MCP

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PET8-18-01
 Versión : 03
 Página : 19 de 22

3	Inspeccionar los perfiles rectangulares del borde de la caja de conexiones si en caso exista alguna anomalia realizar el cambio de inmediato y este se sujetara con silicona en la parte metalica
4	Colocar la tapa de la caja de conexiones, tener cuidado con el atriccion de la mano por lo cual se realiza como minimo 2 personas, realizar el ajuste de los pernos con la llave mixta adecuada o se puede utilizar la pistola de impacto
5	Realizar el sellado de la tapa con silicona roja de alta temperatura en todo el borde de la tapa para evitar el ingreso de agua y humedad, darle el acabado estetico
	
Mantenimiento de los RTDs y HEATERS	
1	Antes de inicar con las actividades de mantenimiento, realizar el bloqueo respectivo de la fuente de energia en sala electrica, ubicado en el cubiculo del rele REM 545
2	Abrir caja de conexiones de RTD's, quitar la silicona con espátula y escobilla de fierro, verificar si los pernos de sujecion informar y reemplazar de inmediato si presenta anomalias
3	En la caja de conexiones verificar las terminaciones, cables y terminales en caja de conexiones, si se observa cortes y rajaduras, se deberá reportar su estado
4	Verificar los terminales de los RTDs que son de 3 hilos, presentan 8(2 por cada fase, 1 por cojinete de rodamientos y 2 spare de cojinetes), si en caso es necesario cambiar este se realizara con el prensaterminal tubular, untar con grasa ISOFLEX y conectar en la bornera con una presion adecuada para un buen contacto, tener cuidado de no cambiar el orden para no alterar los valores medidos y registrados en el rele REM 454
5	revisar estado de cables, verifique estado de borneras y terminales de conexión RTD's (cambiar borneras a los RTD's en caso requiera). Registre valores de resistencia en protocolo de pruebas
6	Verificar estado del cable, borneras y terminales del HEATER, realizar cambio si presenta sulfatacion, corrosion y en mal estado, realizar prueba de resistencia, energizar y tomar los parametros de voltaje de alimentacion, consumo de corriente y plasmario en el protocolo de prueba
7	Verificar si existe humedad en caja de conexiones de RTDs y HEATER, ver posible ingreso de agua y corregirla aplicando silicona
8	Realizar contrastacion en coordinacion con el tecnico lider de MCP en sala electrica en el rele de proteccion
9	Verificar oxidación, estado de pernos de anclaje y realizar limpieza de estos, realizar el montaje de tapas y sellar con silicona dandonde un acabado estetico.

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.


PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 20 de 22



Mantenimiento de la botonera de emergencia en campo


1	Ubicar el TAG correspondiente al equipo, sacar la funda protectora sin en caso tenga, asimismo realizar limpieza externa con alcohol isopropilico y paños wypall
2	Inspeccionar visualmente el interior de la botonera de campo en busca de posible ingreso de agua
3	Retirar la botonera con sumo cuidado para identificar las anomalías rápidamente de los cables desconectados, realizar inspección y verificación de los cables, terminales, presencia de humedad, presencia de corrosión y presencia de sulfatación, realizar ajuste de borneras, en caso de falla o cambio el personal de mainin debe de comunicar al personal encargado de MCP.
4	Realizar pruebas de funcionamiento del pulsador de start y pulsador de emergencia con el multimetro eligiendo el selector en continuidad, probar activando y desactivando los pulsadores manualmente
5	Utilizar el limpia contactos para el mantenimiento de los contactos de metal, evitar echar a las chaquetas de los cables
6	Colocar deshumecedores pequeños de 2"x2" en el interior de la botonera en puntos estratégicos para la captación de humedad , sellar con silicona o fire stop el lugar de ingreso de los cables lo más estético posible
7	Realizar montaje del pulsador, tener cuidado con la atrición de cables, asegurar correctamente con los 4 pernos y si en caso falta comunicar de inmediato al supervisor o al tecnico lider de MCP para su reemplazo
8	<p>hemetizar el borde de la botonera con silicona transparente o roja para evitar el ingreso de agua y humedad, dejar secar la silicona y colocar la funda protectora de plastico sujetando con cinta ploma.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 21 de 22

Orden y limpieza del área de trabajo, traslado de herramientas	
1	Al finalizar la actividad el área debe estar libre de herramientas, materiales y residuos los cuales serán segregados en sus respectivos cilindros o centros de acopio.
2	Esta actividad corresponde a realizar orden y limpieza del área de trabajo
3	Cumplir los pasos de las 5S.
4	El traslado de herramientas lo realizan de manera coordinada todos los miembros del grupo de trabajo, utilizando sus guantes de cuero y teniendo cuidado de no realizar sobre esfuerzos, y posturas inadecuadas
5	Segregar los desechos en los tachos de residuos apropiados. 
Desbloqueo, energización y pruebas del equipo	
1	Todo el personal técnico verificar que no haya dejado herramientas en el lugar de trabajo y queda en responsabilidad del supervisor electricista verificar y dar visto bueno de que se realizó.
2	Todo el personal involucrado en el trabajo deberá de retirar sus respectivos candados de bloqueo, luego realizará el retiro de su candado personal el líder del grupo de trabajo, dejando que el supervisor electricista sea el ultimo personal de la empresa contratista a retirar su candado de bloqueo, dejando al técnico líder de MCP la caja de bloqueo con su respectiva llave de la fuente de energía
3	Solo el personal electricista de MCP esta autorizado para el desbloqueo y energización del equipo intervenido con coordinación de sala de control.
4	Con el apoyo del técnico líder de MCP verificar en funcionamiento del motor mediante radio a sala de control, cerciorarse el correcto enclavamiento del contactor y demás componentes del arrancador ya sea de la fase I o la fase II.
5	Medir parámetros electricos con la ayuda de la pinza amperimétrica para ver el consumo de corriente, de ser necesario verificar con el HAND HELD.
<p style="text-align: center;">13. Peligros de las condiciones climáticas y entorno de trabajo asociados a la actividad:</p> <p>A continuación se muestra una tabla de peligros y medidas de control asociados, algunas condiciones climáticas o del entorno de trabajo que se presentan en varias tareas descritas en el presente PETS. Se declara que los EPPs básicos son: zapato dieléctrico con punta de baquelita, traje térmico, chaleco con cinta reflectivo, lentes de seguridad y casco dieléctrico.</p>	

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES MEDIA TENSION

Código : SER-ELE-PETS-18-01
 Versión : 03
 Página : 22 de 22



Tabla N°.1: Peligros y medidas de control de las condiciones climáticas y entorno de trabajo.

Ítem	Peligro	Medida de Control
1	Virus SARS COV-2	Uso obligatorio de doble mascarilla quirúrgica o KN95, evitar compartir herramientas, mantener distanciamiento social de 1.5 metros entre personas o distancias menores utilizar el protector facial de forma permanente, al estornudar colocar el antebrazo.
2	Superficies con SARS COV-2	Usar alcohol en gel, lavarse las manos, desinfectar las herramientas y superficies.
3	Vehículos en tránsito en las vías	Practicar manejo defensivo, respetar las señales de tránsito y dar preferencia al cruce de peatones, realizar contacto visual con el conductor antes de cruzar las vías.
4	Superficies resbaladizas: pisos, caminos, escaleras	Uso de 3 puntos de apoyo, verificar estado de accesos.
5	Polvo ambiental	Uso de respirador de media cara con filtro para partículas de polvo y lentes de seguridad.
6	Ruido	Uso de tapones auditivos u orejeras.
7	Postura ergonómica inadecuada	Adoptar postura adecuada para maniobra y realizar pausa activa.
8	Trabajos paralelos con otras disciplinas	Comunicación constante y coordinación con personal de otras áreas, delimitar el area de trabajo con barricadas y/o cinta amarilla.
9	Productos químicos, disolventes, limpia-contacto en spray, buffer	Nunca esparcir el lubricante WD40 y los aerosoles Novec 3M libremente al viento, utilizar siempre utilizar el rociador dirigida al punto objetivo. Verificar que no hayan personas en la línea de fuego, uso de tyveck y guantes de nitrilo.
10	Herramientas manuales	Uso de guantes anticorte para su manipulación.
11	Iluminación deficiente	Uso de reflectores portátiles y linternas.
12	Tormentas eléctricas	Verificar estado de alerta con CECOM, de ser necesario utilizar refugios aprobados.
13	Condiciones climáticas adversas: lluvia, radiación solar, nieve, granizo.	Para trabajos a nivel de piso, evaluar la condición y usar tyveck u otro protector / uso de bloqueador solar dos veces al día como mínimo, uso de ropa manga larga y cortaviento / uso de ropa térmica, tomar bebidas calientes.
14	Generación de residuos peligrosos / no peligrosos	Segregación adecuada de residuos, según NPT: 900.058_2019

Este documento es una copia no controlada. Es responsabilidad del usuario asegurarse que corresponde a la versión vigente en la base de datos del SIG.

N°	Entregables de SSO	Observación
1	Profesional de SSO (ingeniero de seguridad con su respectivo relevo)	Calificación de la evaluación del personal según la clasificación del riesgo del Contratista
2	Programa Anual de SSO (PASSO MCP)	En la elaboración considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Usar como referencia lo establecido en el anexo 3 de la R.M.N 050-2013-TR y lo establecido en el D.S.N° 024-2016-EM y Ley 29783. • Adecuado para el periodo de duración del Contrato y la naturaleza de las tareas a desarrollar en el Contrato con MCP.
3	Organización del Comité de SSO	Si tiene 20 o más trabajadores en su defecto el supervisor de seguridad al que hace referencia el DS 024-2016 EM.
4	Documento donde se definen las responsabilidades y competencias de los puestos mencionados en el organigrama funcional para MCP	Incluir las competencias del responsable de SSO según lo establecido por MCP en el procedimiento de Gestión de Contratistas
5	Reglamento interno de SSO	Para Contratistas que cuenten con 20 o más trabajadores
6	Programa de Capacitación e inducción en SSO	Determinar el Programa de capacitación que deberá desarrollarse de manera previa al inicio de actividades y durante la prestación del servicio. Para la elaboración considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicado a la obra o servicio en base a: Los riesgos asociados al servicio, resultados del IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos) y considerando los cursos específicos aplicables a los tipos de trabajo a realizar, citados por el anexo 6 del D.S. 024-2016 EM. • La inducción general (a cargo de MCP) y obligatorios, específicos a cargo del Contratista. • Considerar en la programación a todos los involucrados en la ejecución del contrato.
7	Programa de inspección y auditorías de SSO	Para la elaboración considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • El EST-SSO-013 Inspecciones de Seguridad. • El cronograma de obra, que incluya instalaciones, equipos, máquinas, herramientas, etc. • Lo establecido en la Ley 29783, D.S.N° 005-2012-TR y sus modificatorias, así como en el D.S.N° 024-2016-EM
8	Exámenes médicos	En la ejecución considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Lo establecido en el Procedimiento de Gestión de Higiene y Salud Ocupacional.

N°	Entregables de SSO	Observación
		<ul style="list-style-type: none"> Lo establecido en la Ley 29783, D.S.N° 005-2012-TR y sus modificatorias, así como en el D.S.N° 024-2016-EM
9	Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecimiento de controles	<p>En la elaboración considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Siguiendo los formatos y metodología establecido en Procedimiento de Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos (PRO-SSO-001)
10	Procedimiento seguros de trabajo (PETS)	Procedimientos escritos de trabajo para las tareas a ejecutar, acuerdo a los formatos de MCP
11	Plan de emergencias	<p>Para Contratistas Permanentes: Plan de Emergencia (Solicitar al área de servicios de emergencia el modelo)</p> <p>Contar con el 10% de trabajadores en el Equipo de Brigadas de Primera Respuesta conforme al Curso otorgado por MCP.</p> <p>Para Contratistas Temporales: Respetar los lineamientos básicos de notificación ante una emergencia, según el Plan de Emergencia de MCP.</p>
12	Lista y Características de EPPs y ropa de trabajo, Matriz de EPPs por puesto de trabajo.	<p>En la elaboración considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resultado de la matriz IPERC. PRO-SSO-005 Gestión del Equipo de Protección Personal (EPP). <p>La ropa de trabajo consiste en: pantalones, camisa o polo manga larga u otros dependiendo del tipo de actividad y la zona geográfica donde desempeñará la actividad. La ropa de trabajo deberá incluir la identificación del Contratista y ser visible.</p>
13	Lista de herramientas y equipos	<p>En la elaboración considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> EST-SSO-001 Vehículos y Equipos Móviles (Equipo Motorizado, Transito y Seguridad Vial). EST-SSO-027 Herramientas Manuales y Eléctricas Portátiles. Para los equipos móviles y/o izaje debe completar el FOR-SSO-041: Autorización para ingreso de equipos móviles y/o de izaje y los requisitos cumplidos antes de incorporarse a la operación regular del Contratista
14	Listado Sustancias químicas/peligrosas	Con sus respectivas hojas MSDS, según el formato establecido por MCP
15	Programa de Salud e Higiene, Plan para trabajos Nocturnos y Horarios Extendidos.	Esta información deberá entregarse antes de iniciar la obra o servicio
16	Registros de difusión de los PETS, Plan de Respuesta ante emergencias, Matrices IPERC, Política de SSO de MCP, Responsabilidades, Programa de Seguridad Vial, Programa de Fatiga y Somnolencia, Programa de Control de Riesgos Críticos, Plan para Climas Adversos.	Esta información deberá entregarse antes de iniciar la obra o servicio
17	Lista de requisitos legales y otros compromisos en SSO aplicables al servicio u obra	Considerar como mínimo lo Procedimiento Gestión de Contratistas PRO-SSO-007 Gestión de Contratistas en SSO.

Anexo 2
Evidencias
Aromp Feeder Fase 1 Área 205



Anexo 3

Chancadora Pebles, bombas Warman, fajas alimentadoras, Fase 1 Área 210



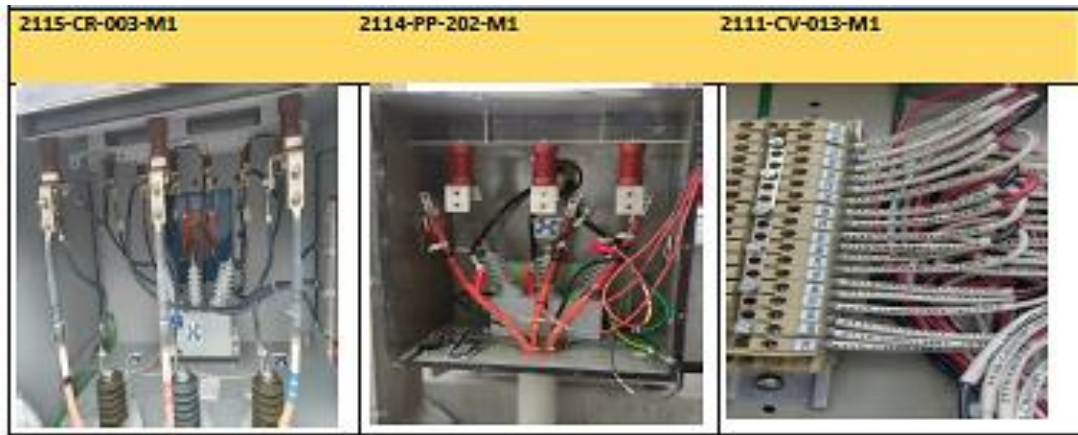
Anexo 4

Celdas de flotación Rougher Línea 5 y 6, fase 2



Anexo 5

Chancadora Pebles, bombas Warman, fajas de alimentación, fase 2 área 2115, 2114 y 2111





PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de BT

PRT-ELEC-001
Versión: 0
Página: 1 de 2

N.º OT: **10245371** TAG: **205-PP-002-M1** Fecha: **09/10/22**
Ejecutores: **CON000: MOLANPZA JUVENAL**

OBJETIVOS GENERALES

Establecer prácticas recomendadas por la norma IEEE Std.43-2013 IEEE Recommended Practice for Testing Insulation, donde describen los procedimientos de prueba con voltaje de CC para la medición de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización de un estator aislado y los devanados del rotor, así como la interpretación de los resultados.

CRITERIOS DE SEGURIDAD

1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y RIESGOS ASOCIADOS:

CASCO DE PROTECCIÓN OCULAR
PROTECCIÓN FACIAL

GUANTES DE PROTECCIÓN MANOS

ZAPATOS DE PROTECCIÓN PIES

PROTECCIÓN AUDITIVA

RESPIRADOR PARA POLVO

CORREA DE SEGURIDAD

RESBALONES

CAÍDA A MODO INTEL

OCL. P.E.

LESIONES DE LAS MANOS

CUIDADO ARRANQUE AUTOMÁTICO

ATENCIÓN RESONANCIA ELÉCTRICA

DATOS DE LOS EQUIPOS

1) DATOS DEL MOTOR

Marca: **SIEMENS** Modelo: **—** Serie: **—**
 Voltaje: **380 V** Corriente: **210 A** Potencia: **150**

2) DATOS DEL MEGÓMETRO UTILIZADO. Realizar prueba solo con humedad relativa menor al 75%

Marca: **MEGGAR** Modelo: **MIT 1025** Serie: **101133970**
 Fecha Calibración: **28/05/22** T. Ambien.: **—** % HR.: **—**

3) MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE BOBINAS DEL MOTOR

NIVEL DE VOLTAJE APLICADO		VALORES MÍNIMOS ESPERADOS	
Voltaje aplicado (V AC)	Voltaje mínimo (V AC)	Resistencia de aislamiento (MΩ)	Resistencia por cada bobina (MΩ)
< 1000	500	10 + 1MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970
1001 - 2500	500-1000	100 MegOhms	Estator después de 1970
2501 - 5000	1000-2500	5 MegOhms	Estator al azar de antes de 1970
5001 - 12000	2500-5000		
> 12001	5000-10000		

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL ARRANCADOR

N.º DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEBA	VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR	VALOR DE AISLAMIENTO CABLE	IP > 30 kW	DAR TODOS	I fuga
1) FASE "R" - TIERRA	500 V	62.4 GΩ	20.4 GΩ	2.35	1.67	5.32 mA
2) FASE "S" - TIERRA	500 V	70.3 GΩ	22.8 GΩ		1.70	6.20 mA
3) FASE "T" - TIERRA	500 V	68.6 GΩ	23.2 GΩ		1.69	8.19 mA

4) MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE BOBINAS (IEEE 1415 2006: DESBALANCE < 3%, 5% DEL PROMEDIO MEDIDO)

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL ARRANCADOR

M1 - U - V Ω M2 = V - W Ω M3 = U - W Ω

$P = \frac{M1+M2+M3}{3}$ DESBALANCE 1 = $\frac{|P-M1|}{P} \times 100\%$ DESBALANCE 2 = $\frac{|P-M2|}{P} \times 100\%$ DESBALANCE 3 = $\frac{|P-M3|}{P} \times 100\%$

El valor de porcentaje de desbalance resistivo se considera al mayor valor calculado, si se supera el 5% se debe investigar la causa



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
 Mantenimiento Eléctrico Motores de BT

PRT-ELEC-001
 Versión: 0
 Página: 2 de 2

5) RANGOS DE TOLERANCIA PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, IP, DAR					
TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		TOLERANCIA INDICE DE POLARIZACIÓN (IP)		TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	Índice de polarización	Evaluación del aislamiento	Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dieléctrica
2MΩ o menor	Insatisfactorio	1 o menor	Insatisfactorio	Peligrosa	< 1
< 50MΩ	Peligroso	< 1.5	Peligroso	Cuestionable	1.0 - 1.4
50 - 100MΩ	Regular	1.5 a 2.0	Regular	Buena	1.4 - 1.6
100 - 500MΩ	Bueno	2.0 a 3.0	Bueno	Excelente	> 1.6
500 - 1000MΩ	Muy bueno	3.0 a 4.0	Muy bueno		
> 1000MΩ	Excelente	> 4.0	Excelente		

6) DIAGNOSTICO DE TOLERANCIAS, VALORES DE AISLAMIENTO Y RESISTENCIA DE BOBINAS

De acuerdo a los valores obtenidos y las tablas de tolerancia, seleccione (✓) la condición del bobinado.




RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		ÍNDICE DE POLARIZACIÓN		ABSORCIÓN DIELECTRICA		RESISTENCIA DE BOBINAS	
Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input checked="" type="checkbox"/>	Balancedo	<input checked="" type="checkbox"/>
Muy bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Desbalanceado	<input type="checkbox"/>
Buena	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Cuestionable	<input type="checkbox"/>		
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Peligrosa	<input type="checkbox"/>		
Peligroso	<input type="checkbox"/>	Peligroso	<input type="checkbox"/>				
Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>	Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>				

7) OBSERVACIONES

- Mejora limpieza en todo el cubículo

TÉCNICO RESPONSABLE
 NOMBRE: *Perey Rojas*
 CÓDIGO MCP: *161787*

[Firma]
VILMA VASQUEZ MAGUINA
 Supervisor de Mantenimiento Eléctrico
 e Instrumentación
 MCP: 101835
MINERA CHINALCO PEEU S.A.
SUPERVISOR RESPONSABLE
 NOMBRE:
 CÓDIGO MCP:

		JOB CARD MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR Y ARRANCADOR DE BAJA TENSIÓN			JOC-MELE-001 Versión: 0 Página 1 de 1
N° DE OT:	10345371	TAG:	205-PP-002-M1	FECHA:	09/10/22
EJECUTORES:	CONDESI, Molleapaza Juvenal	SALA:	205-GR-004		
ADVERTENCIA: Asegúrese que el equipo se encuentre sin energía, realice el procedimiento de bloqueo y etiquetado					
A) Mantenimiento preventivo arrancador de BT:					Ejecutado
1. Realice limpieza del arrancador y cubículo, verifique el estado de los puntos de conexión a las barras del MCC					<input type="checkbox"/>
2. Verifique el estado de los cables y terminales de fuerza, reajuste todas las conexiones del circuito					<input type="checkbox"/>
3. Verifique el estado de cables y terminales del circuito de control, reajuste todas las conexiones					<input type="checkbox"/>
4. Verifique el estado de los fusibles del arrancador. Mida resistencia de cada fusible, reporte valores: _____ Ω					<input type="checkbox"/>
5. Realice mantenimiento a los contactos del contactor principal, use borrador abrasivo, funca lija					<input type="checkbox"/>
6. Verifique el accionamiento de bloqueo del interruptor principal, compruebe la apertura y cierre físico de sus contactos					<input type="checkbox"/>
7. Verifique la resistencia de bobinas y aislamiento del transformador de control. Reporte valores _____ Ω / _____					<input type="checkbox"/>
8. Reajuste las conexiones del relé UMC 22 / 100.3. Energice y compruebe las señales de entrada y salida con el HMI					<input type="checkbox"/>
9. Verifique el ajuste de corriente, fase de disparo y activación de las lámparas de señalización del arrancador					<input type="checkbox"/>
10. Limpie y lubrique los puntos de contacto de fuerza del arrancador, reporte estado estando sin grasa					<input type="checkbox"/>
11. Botón de campo: Limpie, revise terminales, reajuste, mida contactos, coloque protección plástica, verifique tag					<input type="checkbox"/>
12. Verificar estado de conexiones y capuchones de salida, de haber soltura o falso contacto corrija la condición					<input type="checkbox"/>
B) Mantenimiento preventivo motor eléctrico de BT:					Ejecutado
1. Mida aislamiento de bobinas desde los terminales de salida del arrancador conforme al protocolo PRT-ELEC-001					<input type="checkbox"/>
2. Mida resistencia con microohmímetro desde los terminales de salida del arrancador según protocolo PRT-ELEC-001					<input type="checkbox"/>
3. Realice limpieza de la carcasa, ventilador y caja de conexiones. Verifique el estado de las aletas del ventilador.					<input checked="" type="checkbox"/>
4. Verifique el estado de tapa y caja de conexiones, verifique la condición de los pernos de anclaje y orejes de sujeción					<input checked="" type="checkbox"/>
5. Verifique el estado de cables y terminales en la caja de conexiones. Descarte daño en el aislamiento y falso contacto					<input checked="" type="checkbox"/>
6. Revise estado de las tuberías de acometida y conectores conduí desde la bandeja hasta el motor. Corrija observaciones					<input checked="" type="checkbox"/>
7. Revise el estado de los cables y terminales de conexión a tierra en la carcasa y caja de conexiones.					<input checked="" type="checkbox"/>
8. Revise el estado de los fitting de lubricación en ambos rodamientos, genere aviso en caso de daño o deterioro					<input checked="" type="checkbox"/>
9. Si los resultados de las mediciones realizadas en la sala eléctrica presentan indicios de falla realice nuevamente las mediciones directamente en el motor y en el cable de alimentación para definir causa. De no ser así salte al punto 15					<input type="checkbox"/>
10. Marque los cables de alimentación y motor en pareja para evitar invertir giro, luego desconecte					<input checked="" type="checkbox"/>
11. Mida aislamiento de bobinas desde los terminales del motor conforme al protocolo PRT-ELEC-001					<input checked="" type="checkbox"/>
12. Mida resistencia con microohmímetro desde los terminales del motor según protocolo PRT-ELEC-001					<input checked="" type="checkbox"/>
13. Mida aislamiento de los cables de alimentación desde el motor según protocolo PRT-ELEC-001					<input checked="" type="checkbox"/>
14. Conecte, asegure torque según perno, use cintas 2510 Cambic, Scotch 23 y Super 33+ en ese orden					<input type="checkbox"/>
15. Solicite prueba funcional, asegure correcto sentido de giro en campo, verifique funcionamiento de la parada de emergencia					<input checked="" type="checkbox"/>
16. Registre datos de corriente en operación. U = <input type="text" value="—"/> V = <input type="text" value="—"/> W = <input type="text" value="—"/>					<input type="checkbox"/>
C) Observaciones:					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>  TÉCNICO RESPONSABLE NOMBRE: <u>Percy Lopez C.</u> CÓDIGO MCP: <u>101787</u> </p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>  SUPERVISOR RESPONSABLE NOMBRE: _____ CÓDIGO MCP: _____ MINERA CHINALCO PERÚ S.A. </p> </div> </div>					



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002

Versión: 0

Página: 1 de 3

N° OT: 1039525B

TAG:

210-CR-001-M1

Fecha:

09/10/2022

Ejecutives

JUAN CARLOS TERLO MALDONADO

OBJETIVOS GENERALES

Establecer prácticas recomendadas por la norma IEEE Std.43-2013 IEEE Recommended Practice for Testing Insulation, donde describen los procedimientos de prueba con voltaje de CC para la medición de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización de un estator aislado y los devanados del rotor, así como la interpretación de los resultados.

CRITERIOS DE SEGURIDAD

1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y RIESGOS ASOCIADOS



DATOS DE LOS EQUIPOS

1) DATOS DEL MOTOR

Marca: WEG Modelo: — Serie: —
 Voltaje: 4160V Corriente: 131A Potencia: 1000HP

2) DATOS DEL MEGÓMETRO UTILIZADO: Realizar prueba solo con humedad relativa menor al 75%

Marca: MEGGER Modelo: MIT-1025 Serie: 10H33920
 Fecha Calibración: 28-05-2022 T. Ambien.: — % HR: —

3) MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE BOBINAS DEL MOTOR

NIVEL DE VOLTAJE APLICADO

Voltaje del Equipamiento	Voltaje aplicado (V)
<1000	500
1001 - 2500	500-1000
2501 - 5000	1000-2500
5001 - 12000	2500-5000
> 12001	5000-10000

VALORES MÍNIMOS ESPERADOS

Capacidad de voltaje (kV)	Debesa con este tiempo (min)
1V + 1MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970
100 MegOhms	Estator después de 1970
1 MegOhms	Estator el caso de menos de 1000 volts después de 1970

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR

N° DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEVA	VALOR DE AISLAMIENTO		IP	DAR	I fuga
		MOTOR	CABLE			
1) FASE "R" - TIERRA	2500v	164 MΩ	1.67 GΩ	1.4	13	1.90 mA
2) FASE "S" - TIERRA	2500v		2.01 GΩ			
3) FASE "T" - TIERRA	2500v		1.58 GΩ			

4) MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE BOBINAS (IEEE 1415 2016) DESBALANCE <3%, 5% DEL PROMEDIO MEDIO

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR

DESBALANCE RESISTIVO = 0.48%

M1 = U - V 0.138 Ω

M2 = V - W 0.139 Ω

M3 = U - W 0.139 Ω

$$P = \frac{M1 + M2 + M3}{3}$$

$$\text{DESBALANCE 1} = \left| \frac{P - M1}{P} \right| \cdot 100\%$$

$$\text{DESBALANCE 2} = \left| \frac{P - M2}{P} \right| \cdot 100\%$$

$$\text{DESBALANCE 3} = \left| \frac{P - M3}{P} \right| \cdot 100\%$$

0.139

0.48%

-0.24%

-0.24%

El valor de porcentaje de desbalance resistivo se considera al mayor valor calculado, si se supera el 5% se debe investigar la causa



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002
 Versión: 0
 Página: 2 de 3

5) RANGOS DE TOLERANCIA PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. IP. DAR

TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		TOLERANCIA ÍNDICE DE POLARIZACIÓN (IP)		TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	Índice de polarización	Evaluación del aislamiento	Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dieléctrica
2MΩ o menor	Insatisfactorio	1 o menor	Insatisfactorio	Peligrosa	< 1
< 50MΩ	Peligroso	< 1.5	Peligroso	Cuestionable	1.0 - 1.4
50 ... 100MΩ	Regular	1.5 a 2.0	Regular	Buena	1.4 - 1.6
100 ... 500MΩ	Buena	2.0 a 3.0	Buena	Excelente	> 1.6
500 ... 1000MΩ	Muy buena	3.0 a 4.0	Muy buena		
> 1000MΩ	Excelente	> 4.0	Excelente		

6) DIAGNOSTICO DE LAS TOLERANCIA DE LOS VALORES DE AISLAMIENTO Y RESISTENCIA DE BOBINAS

De acuerdo a los valores obtenidos y las tablas de tolerancia, seleccione (✓) la condición del bobinado.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		ÍNDICE DE POLARIZACIÓN		ABSORCIÓN DIELECTRICA		RESISTENCIA DE BOBINAS	
Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Balancedo	<input checked="" type="checkbox"/>
Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Desbalanceado	<input type="checkbox"/>
Buena	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Cuestionable	<input checked="" type="checkbox"/>		
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Peligrosa	<input type="checkbox"/>		
Peligroso	<input type="checkbox"/>	Peligroso	<input checked="" type="checkbox"/>				
Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>	Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>				

7) SENSORES DE TEMPERATURA DE BOBINAS Y RODAMIENTOS DEL MOTOR (D)

RTD 1			RTD 2			RTD 3		
A1 - B1	A1 - B1	B1 - B1	A2 - B2	A2 - B2	B2 - B2	A3 - B3	A3 - B3	B3 - B3
105.8	105.4	0.6	106.2	106.1	0.7	106.5	106.4	0.6
RTD 4			RTD 5			RTD 6		
A4 - B4	A4 - B4	B4 - B4	A5 - B5	A5 - B5	B5 - B5	A6 - B6	A6 - B6	B6 - B6
105.6	105.7	0.3	106.5	106.6	0.4	106.8	106.7	0.2
RTD 7			RTD 8					
A7 - B7	A7 - B7	B7 - B7	A8 - B8	A8 - B8	B8 - B8			
106.7	106.7	0.2	106.4	106.4	0.2			
RTD 7 A (SPARE)			RTD 8 A (SPARE)					
A7A - B7A	A7A - B7A	B7A - B7A	A8A - B8A	A8A - B8A	B8A - B8A			
105.8	105.9	0.6	106.4	106.4	0.2			

TEMPERATURA EN RELÉ REM 545- SALA ELÉCTRICA							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8

TEMPERATURA SEGÚN TABLA DE WEG DE ACUERDO A VALOR MEDIDO							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8
16.9	17.3	16.83	17.04	16.45	17.34	17.45	17.09

OPCIONAL SI NO CUENTA CON TABLA: FORMULA PARA CONVERTIR EL VALOR DE RESISTENCIA MEDIDO (Ω) A GRADOS CENTIGRADOS (°C)

$$T = \frac{\Omega - 100}{0.386}$$



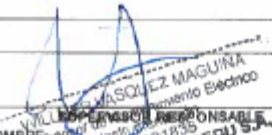
Puede contrastar los valores obtenido con la fórmula con los valores registrados en el relé REM 545

8) RESISTENCIA DE HEATERS DEL MOTOR (D)

H1	140.5	Ω	H2	134.5	Ω
VOLTAJE	220	V	AMPERAJE	0.9	A

9) CAPACITANCIA CONDENSADORES DE MOTOR (μF)

Fase U	—	μF	Fase V	—	μF	Fase W	—	μF
--------	---	----	--------	---	----	--------	---	----

		JOB CARD MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR Y ARRANCADOR DE MEDIA TENSIÓN			JOC-MELE-002 Versión: 0 Página: 1 de 1
N° DT:	10395258	TAG:	210-CB-001-M	FECHA:	09/10/22
EJECUTORES:	CONDORI MOLLEPOMA JUVENAL			SALA:	205-E17-009
ADVERTENCIA: Asegure que el equipo se encuentre en energía, realice el procedimiento de bloqueo y etiquetado					
A) Mantenimiento preventivo arrancador de MT:					Ejecutado
CUBÍCULO DE CONTROL					
1. Verifique la presencia de alarmas pendientes en el relé y forzado de RTD's. Realice backup de los Setting del relé antes de iniciar los trabajos					<input type="checkbox"/>
2. Realice limpieza de cubículo, verifique condición de componentes de control y lámparas de señalización. Reporte hallazgos					<input type="checkbox"/>
3. Reajuste las borneras de los equipos de control, relé de MT ABB y conector Profibus en módulo SPA					<input type="checkbox"/>
4. Verifique estado entradas y salidas del relé en PS1, PS2, BIO1, BIO2, registre en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 si es VSC o VDA					<input type="checkbox"/>
5. Verifique ajuste de las conexiones de tierra en borneras y bornes de los equipos de control y protección. Incluya puerta y chasis					<input type="checkbox"/>
CUBÍCULO DE MANIOBRA: CONTACTOR VSC O INTERRUPTOR VDA					
6. Desarrolle el protocolo de acuerdo al equipo, registre mediciones en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 según corresponda					<input type="checkbox"/>
7. Verifique estado de la puerta del cubículo, estado y fijación de vidrios, sellos, manija y barras para fijación, dispositivo para bloqueo					<input type="checkbox"/>
8. Retire equipo de maniobra con masa de desplazamiento, realice limpieza del cubículo y del equipo retirado. Incluya tulpas de conexión					<input type="checkbox"/>
9. Lubrique las tulpas de entrada y salida del dispositivo de maniobra. Utilice grasa Isoflex Topas NB52.					<input type="checkbox"/>
CUBÍCULO DE CABLES DE SALIDA AL MOTOR O VARIADOR					
10. Verifique el estado de la puerta del cubículo, homocidad, fijación sellos, manija y barras para fijación mecánica, dispositivo para bloqueo					<input type="checkbox"/>
11. Realice la limpieza del cubículo; incluya aisladores, pararrayos, cables, terminaciones, transformador de falla a tierra					<input type="checkbox"/>
12. Verifique ajuste de las conexiones de los cables de fuerza y conexiones de aterramiento de las pantallas, inspeccione terminaciones					<input type="checkbox"/>
13. Verifique marcas de torque de las conexiones de las barras de fuerza, aisladores y pararrayos					<input type="checkbox"/>
14. Verifique ajuste de las conexiones del secundario del transformador de corriente de falla a tierra, revise estado del cable					<input type="checkbox"/>
15. Verifique el ajuste de terminales prensados en las barras de conexión a tierra, cubículo, puerta y chasis. Utilice guantes dieléctricos.					<input type="checkbox"/>
B) Mantenimiento preventivo motor eléctrico de MT:					Ejecutado
1. Realice la limpieza integral de la carcasa y cajas de conexiones. Verifique la señalética del sentido de giro en la tapa del ventilador					<input checked="" type="checkbox"/>
2. Verifique el estado y limpieza del ventilador o caja de refrigeración del motor de acuerdo al tipo de motor.					<input checked="" type="checkbox"/>
3. Revise estado de los accesorios para lubricación en ambos rodamientos sea grasa o aceite, genere aviso en caso de falla					<input checked="" type="checkbox"/>
4. Verifique ajuste de los pernos de sujeción de la caja de conexiones, algunos motores prescriben brida intermedia. Incluyala					<input checked="" type="checkbox"/>
5. Revise signos de sobrecalentamiento en terminaciones, cables y terminales de conexión, anillos aislantes sobre placa de fibra, busque cortes o rajaduras del aislamiento.					<input checked="" type="checkbox"/>
6. Verifique el estado y ajuste de aisladores, barras, condensadores, pararrayos, transformadores de corriente según tipo de motor					<input checked="" type="checkbox"/>
7. Revise el estado de la tubería rígida, flexible y conectores conduit desde la bandeja hasta el motor. Corrija condición de ser el caso					<input checked="" type="checkbox"/>
8. Revise los cables y terminales de conexión a tierra en carcasa y caja de conexiones. Verifique que pantallas de cables estén sujetadas					<input checked="" type="checkbox"/>
9. Marque los cables de fuerza, desconéctelos y mida resistencia de aislamiento, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002					<input checked="" type="checkbox"/>
10. Mida la resistencia del bobinado del motor conforme al protocolo de mantenimiento, reporte valores medidos en PRT-ELEC-002					<input checked="" type="checkbox"/>
11. Mida resistencia de aislamiento del cable que alimenta al motor, reporte en PRT-ELEC-002. Abra sectionador de tierra del arrancador					<input checked="" type="checkbox"/>
12. Verifique estado de borneras y terminales de conexiones RTD's y heaters del motor. Registre valores en protocolo PRT-ELEC-002					<input checked="" type="checkbox"/>
13. Si el motor tiene condensadores desconéctelos y mida su capacitancia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002					<input checked="" type="checkbox"/>
14. Si el motor tiene CT's de protección diferencial desconéctelos y mida su resistencia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002					<input checked="" type="checkbox"/>
15. Conecte motor y condensador de tenerlo, asegure torque según tabla de pernos. Use arandela plana y presión					<input checked="" type="checkbox"/>
16. Si el motor es controlado por variador PF7000 verifique estado del carbón y porta carbón para descarga de corrientes del rotor					<input checked="" type="checkbox"/>
17. Revise estado de tapas de cajas de conexiones, verifique estado de pernos, tuercas y orejas de sujeción, corrija y reporte estado					<input checked="" type="checkbox"/>
18. Solicite poner en marcha el equipo y verifique en campo sentido de giro, verifique detención activando parada de emergencia					<input checked="" type="checkbox"/>
19. Registre datos de corriente en operación.					<input checked="" type="checkbox"/>
C) Observaciones:					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>  TÉCNICO RESPONSABLE NOMBRE: <i>Andrés Vargas G.</i> CÓDIGO MCP: <i>101381</i> </p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>  RESPONSABLE NOMBRE: <i>VILLASQUEZ MAGUÑA</i> CÓDIGO MCP: <i>MCP. 101835</i> MINERA CHINALCO PERU S.A. </p> </div> </div>					



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002

Versión: 0

Página: 1 de 3

N° OT: 10410891 TAG: 210-PP-001-M1 Fecha: 10/10/2022
Ejecutores: JUAN PERLO MALDONADO

OBJETIVOS GENERALES

Establecer prácticas recomendadas por la norma IEEE Std.43-2013 IEEE Recommended Practice for Testing Insulation, donde describen los procedimientos de prueba con voltaje de CC para la medición de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización de un estator aislado y los devanados del rotor, así como la interpretación de los resultados.

CRITERIOS DE SEGURIDAD

1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y RIESGOS ASOCIADOS



2) DATOS DE LOS EQUIPOS

1) DATOS DEL MOTOR:

Marca: WEG Modelo: — Serie: —
Voltaje: 4000 V Corriente: 332.1 A Potencia: 2600 Hp

2) DATOS DEL MEGÓMETRO UTILIZADO: Realizar prueba solo con humedad relativa menor al 75%

Marca: MEGGER Modelo: MIT-1025 Serie: 101133770
Fecha Calibración: 28-05-2022 T. Ambian.: — % HR: —

3) MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE BOBINAS DEL MOTOR

NIVEL DE VOLTAJE APLICADO		VALORES MÍNIMOS ESPERADOS	
Voltaje del Devanado	Voltaje de Aislamiento D.C.	Resistencia de aislamiento mínima	Devanado de esta categoría
<1000	500	10 ⁷ + 1 MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970
1001 - 2500	500-1000	100 MegOhms	Estator después de 1970
2501 - 5000	1000-2500	1 MegOhms	Estator al estar de menos de 1000 volts después de 1970
5001 - 12000	2500-5000		
>12001	5000-10000		

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR

N° DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEVA	VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR	CABLE	IP	DAR	I fuga
1) FASE "R" - TIERRA	<u>2500 V</u>	<u>1205 MΩ</u>	<u>—</u>	<u>>2</u>	<u>4.9</u>	<u>0.26</u>
2) FASE "S" - TIERRA	<u>2500 V</u>		<u>—</u>			
3) FASE "T" - TIERRA	<u>2500 V</u>		<u>—</u>			

4) MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE BOBINAS (IEEE 1415 2006: DESBALANCE <3%, 5% DEL PROMEDIO MEDIDO)

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR **DESBALANCE RESISTIVO = 0.35%**

M1 = U - V 0.0566 Ω M2 = V - W 0.0571 Ω M3 = U - W 0.0567 Ω

$P = \frac{M1+M2+M3}{3}$ DESBALANCE 1 = $\frac{|P-M1|}{P} \cdot 100\%$ DESBALANCE 2 = $\frac{|P-M2|}{P} \cdot 100\%$ DESBALANCE 3 = $\frac{|P-M3|}{P} \cdot 100\%$

0.0568 0.35% -0.53% 0.18%

El valor de porcentaje de desbalance resistivo se considera al mayor valor calculado, si se supera el 5% se debe investigar la causa



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002
 Versión: 0
 Página: 2 de 3

6) RANGOS DE TOLERANCIA PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, P, D&R

TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		TOLERANCIA INDICE DE POLARIZACIÓN (P)		TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	Índice de polarización	Evaluación del aislamiento	Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dielectrónica
2MΩ o menor	Insatisfactorio	1 ou menor	Insatisfactorio	Peligrosa	< 1
< 50MΩ	Peligroso	< 1.5	Peligroso	Cuestionable	1.0 - 1.4
50 - 100MΩ	Regular	1.5 a 2.0	Regular	Buena	1.4 - 1.6
100 - 500MΩ	Buena	2.0 a 3.0	Buena	Excelente	> 1.6
500 - 1000MΩ	Muy buena	3.0 a 4.0	Muy buena		
> 1000MΩ	Excelente	> 4.0	Excelente		

6) DIAGNOSTICO DE LAS TOLERANCIAS DE LOS VALORES DE AISLAMIENTO Y RESISTENCIA DE BOBINAS

De acuerdo a los valores obtenidos y las tablas de tolerancia, seleccione (✓) la condición del bobinado.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		ÍNDICE DE POLARIZACIÓN		ABSORCIÓN DIELECTRICA		RESISTENCIA DE BOBINAS	
Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Balanceado	<input type="checkbox"/>
Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Desbalanceado	<input type="checkbox"/>
Buena	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Cuestionable	<input type="checkbox"/>		
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Peligrosa	<input type="checkbox"/>		
Peligroso	<input type="checkbox"/>	Peligroso	<input type="checkbox"/>				
Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>	Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>				

7) SENSORES DE TEMPERATURA DE BOBINAS Y RODAMIENTOS DEL MOTOR (Ω)

RTD 1			RTD 2			RTD 3		
A1 - B1	A1 - B1	B1 - B1	A2 - B2	A2 - B2	B2 - B2	A3 - B3	A3 - B3	B3 - B3
104.3	104.3	1.3	104.3	104.2	1.2	104.3	104.5	1.2
RTD 4			RTD 5			RTD 6		
A4 - B4	A4 - B4	B4 - B4	A5 - B5	A5 - B5	B5 - B5	A6 - B6	A6 - B6	B6 - B6
104.2	104.2	1.1	104.9	104.9	1.2	104.2	104.1	1.4
RTD 7			RTD 8					
A7 - B7	A7 - B7	B7 - B7	A8 - B8	A8 - B8	B8 - B8			
104.6	104.6	0.4	103.5	103.5	0.6			
RTD 7 A (SPARE)			RTD 8 A (SPARE)					
A7A - B7A	A7A - B7A	B7A - B7A	A8A - B8A	A8A - B8A	B8A - B8A			
104.5	104.5	0.4	103.5	103.5	0.6			

TEMPERATURA EN RELÉ REM 545 - SALA ELÉCTRICA							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8

TEMPERATURA SEGÚN TABLA DE WEG DE ACUERDO A VALOR MEDIDO							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8
11.1	11.1	11.1	10.8	12.6	10.8	11.9	9.06

OPCIONAL SI NO CUENTA CON TABLA: FORMULA PARA CONVERTIR EL VALOR DE RESISTENCIA MEDIDO (Ω) A GRADOS CENTIGRADOS (°C)

$$T = \frac{\Omega - 100}{0.386}$$

Puede contrastar los valores obtenido con la fórmula con los valores registrados en el relé REM 545

8) RESISTENCIA DE HEATERS DEL MOTOR (Ω)

H1	<input type="text" value="142.1"/> Ω	H2	<input type="text" value="141.9"/> Ω
VOLTAJE	<input type="text" value="228.7"/> V	AMPERAJE	<input type="text" value="0.6"/> A

9) CAPACITANCIA CONDENSADORES DE MOTOR (μF)

Fase U	<input type="text" value="—"/> μF	Fase V	<input type="text" value="—"/> μF	Fase W	<input type="text" value="—"/> μF
--------	-----------------------------------	--------	-----------------------------------	--------	-----------------------------------



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002

Versión: 0

Página: 3 de 3

10) RESISTENCIA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PROTECCIÓN DIFERENCIAL DEL MOTOR (Ω)

Fase U Ω

Fase V Ω

Fase W Ω

11) OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS DE AISLAMIENTO, PI, DA DEL BOBINADO SON ACEPTABLES.

AISLAMIENTO DE AISLADORES ACEPTABLE

TECNICO RESPONSABLE
NOMBRE: Pedro Rojas
CÓDIGO MCP: 101787

WILLMER YASQUEZ MAGUÑA
Supervisor de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentación
MCP 101835
MINERA CHINALCO PERU S.A.
SUPERVISOR RESPONSABLE

NOMBRE:
CÓDIGO MCP:

PRUEBA DE AISLAMIENTO DE AISLADORES (2500V)

FASE 1: 97.25 GΩ
FASE 2: 84.76 GΩ
FASE 3: 95.15 GΩ

VOLTAGE DE PASOS HIPOT (9000V)


I (μA) : 0.50
RESIST. (Mohm): 17 920 At 40°C 2240

CAPACITANCIA A TIERRA.

316 nF

INDUCTANCIA

8.41 mH 8.42 mH 8.42 mH % DESBALANCE
0.08%

	JOB CARD MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR Y ARRANCADOR DE MEDIA TENSIÓN			JOC-MELE-002	
				Versión: 0	
				Página: 1 de 1	
N° OT:	10410891	TAG:	210-PP-003 M3	FECHA:	10/10/22
EJECUTORES:	CONDOZI, MOLLESAPOZA JUVENAL			SALA:	
ADVERTENCIA: Asegure que el equipo se encuentre sin energía, realice el procedimiento de bloqueo y etiquetado					
A) Mantenimiento preventivo arrancador de MT:				Ejecutado	
CUBÍCULO DE CONTROL					
1. Verifique la presencia de alarmas pendientes en el relé y forzado de RTD's. Realice backup de los Setting del que antes de iniciar los trabajos				<input type="checkbox"/>	
2. Realice limpieza de cubículo, verifique condición de componentes de control y lámparas de señalización. Repare hallazgos				<input type="checkbox"/>	
3. Reajuste las bornas de los equipos de control, relé de MT ABB y conector Profibus en módulo SPA				<input type="checkbox"/>	
4. Verifique estado entradas y salidas del relé en PS1, PS2, BIO1, BIO2, registre en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 si es VSC o VD4				<input type="checkbox"/>	
5. Verifique ajuste de las conexiones de tierra en borneras y bornes de los equipos de control y protección. Incluya puerta y chasis				<input type="checkbox"/>	
CUBÍCULO DE MANIOBRA: CONTACTOR VSC O INTERRUPTOR VDS					
6. Desarrolle el protocolo de acuerdo al equipo, registre mediciones en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 según corresponda				<input type="checkbox"/>	
7. Verifique estado de la puerta del cubículo, estado y fijación de vidrios, sellos, manija y barras para fijación, dispositivo para bloqueo				<input type="checkbox"/>	
8. Refine equipo de maniobra con mesa de desplazamiento, realice limpieza del cubículo y del equipo retirado. Incluya tulpas de conexión				<input type="checkbox"/>	
9. Lubrique las tulpas de entrada y salida del dispositivo de maniobra. Utilice grasa Isoflex Topas NB52.				<input type="checkbox"/>	
CUBÍCULO DE CABLES DE SALIDA AL MOTOR O VARIADOR					
10. Verifique el estado de la puerta del cubículo, hermeticidad, fijación sellos, manija y barras para fijación mecánica, dispositivo para bloqueo				<input type="checkbox"/>	
11. Realice la limpieza del cubículo; incluya aisladores, pararrayos, cables, terminaciones, transformador de falla a tierra				<input type="checkbox"/>	
12. Verifique ajuste de las conexiones de los cables de fuerza y conexiones de aterramiento de las pantallas. Inspeccione terminaciones				<input type="checkbox"/>	
13. Verifique las marcas de torque de las conexiones de las barras de fuerza, aisladores y pararrayos				<input type="checkbox"/>	
14. Verifique ajuste de las conexiones del secundario del transformador de corriente de falla a tierra, revise estado del cable				<input type="checkbox"/>	
15. Verifique el ajuste de terminales prensados en las barras de conexión a tierra, cubículo, puerta y chasis. Utilice guantes dieléctricos.				<input type="checkbox"/>	
B) Mantenimiento preventivo motor eléctrico de MT				Ejecutado	
1. Realice la limpieza integral de la carcasa y cajas de conexiones. Verifique la señalética del sentido de giro en la tapa del ventilador				<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Revise el estado y limpieza del ventilador o caja de refrigeración del motor de acuerdo al tipo de motor.				<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Revise estado de los accesorios para lubricación en ambos rodamientos sea grasa o aceite, genere aviso en caso de falla				<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Verifique ajuste de los pernos de sujeción de la caja de conexiones, algunos motores presentan brida intermedia. Incluyala				<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Revise signos de sobrecalentamiento en terminaciones, cables y terminales de conexión, anillos aislantes sobre placa de fibra, busque cortes o rajaduras del aislamiento.				<input checked="" type="checkbox"/>	
6. Verifique el estado y ajuste de aisladores, barras, condensadores, pararrayos, transformadores de corriente según tipo de motor				<input checked="" type="checkbox"/>	
7. Revise el estado de la tubería rígida, flexible y conectores conduit desde la bandeja hasta al motor. Corrija condición de ser el caso				<input checked="" type="checkbox"/>	
8. Revise los cables y terminales de conexión a tierra en carcasa y caja de conexiones. Verifique que pantallas de cables están sujetadas				<input checked="" type="checkbox"/>	
9. Marque los cables de fuerza, desconéctelos y mida resistencia de aislamiento, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
10. Mida la resistencia del bobinado del motor conforme al protocolo de mantenimiento, reporte valores medidos en PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Mida resistencia de aislamiento del cable que alimenta al motor, reporte en PRT-ELEC-002. Abra seccionador de tierra del arrancador				<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Verifique estado de borneras y terminales de conexiones RTD's y heaters del motor. Registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
13. Si el motor tiene condensadores desconéctelos y mida su capacitancia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
14. Si el motor tiene CT's de protección diferencial desconéctelos y mida su resistencia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
15. Conecte motor y condensador de tenerlo, asegure torque según tabla de pernos. Use arandela plana y presión				<input checked="" type="checkbox"/>	
16. Si el motor es controlado por variador PF7000 verifique estado del carbón y parte carbón para descarga de corrientes del rotor				<input checked="" type="checkbox"/>	
17. Revise estado de tapas de cajas de conexiones, verifique estado de pernos, tuercas y orejas de sujeción, corrija y reporte estado				<input checked="" type="checkbox"/>	
18. Solicite poner en marcha el equipo y verifique en campo sentido de giro, verifique detención activando parada de emergencia				<input checked="" type="checkbox"/>	
19. Registre datos de corriente en operación.				<input checked="" type="checkbox"/>	
C) Observaciones					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>TECNICO RESPONSABLE</p> <p>NOMBRE: <i>Mateo Lopez</i></p> <p>CÓDIGO MCP: <i>101787</i></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>SUPERVISOR RESPONSABLE</p> <p>NOMBRE: <i>[Firma]</i></p> <p>CÓDIGO MCP: <i>[Firma]</i></p> <p style="font-size: small;"> MINERA CHINALCO PERU S.A. Supervisión de Mantenimiento Eléctrico 15120 </p> </div> </div>					



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002
Versión: 0
Páginas: 1 de 3

N° DT: 10345952 TAG: 2111-CV-013-M1 Fecha: 15/10/2022
Ejecutor(es): JUAN MENDO MALDONADO

OBJETIVOS GENERALES

Establecer prácticas recomendadas por la norma IEEE Std.43-2013 IEEE Recommended Practice for Testing Insulation, donde describen los procedimientos de prueba con voltaje de CC para la medición de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización de un estator aislado y los devanados del rotor, así como la interpretación de los resultados.

CRITERIOS DE SEGURIDAD

1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y RIESGOS ASOCIADOS



DATOS DE LOS EQUIPOS

1) DATOS DEL MOTOR

Marca: WEG Modelo: Serie:
Voltaje: 4000v Contactor: 53 A Potencia: 400 HP

2) DATOS DEL MEGOMETRO UTILIZADO: Realizar prueba solo con humedad relativa menor al 75%

Marca: 1866ER Modelo: 517-1025 Serie: 701133220
Fecha Calibración: 28-05-2022 T. Ambien. % HR:

3) MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE BOBINAS DEL MOTOR

NIVEL DE VOLTAJE APLICADO		VALORES MÍNIMOS ESPERADOS	
Voltaje del Devanado	Voltaje aplicado D - F	Resistencia por estator (en Ω)	Devanado por esta prueba
<1000	500	kV + 1 MegOhms	La mayoría de devanados fabricados después de 1970
1001 - 2500	500-1000	100 MegOhms	Estator después de 1970
2501 - 5000	1000-2500	5 MegOhms	Estator al azar de menos de 1000 volts después de 1970
5001 - 12000	2500-5000		
> 12001	5000-10000		

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR

N° DE PRUEBA	VOLTAJE DE PRUEBA	VALOR DE AISLAMIENTO MOTOR	CABLE	IP	EAR	Índice
1) FASE "R" - TIERRA	<u>2500v</u>	<u>1887 Ω</u>	<u>-</u>	<u>6.3</u>	<u>3.8</u>	<u>0.19</u>
2) FASE "S" - TIERRA	<u>2500v</u>	<u> </u>	<u>-</u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
3) FASE "T" - TIERRA	<u>2500v</u>	<u> </u>	<u>-</u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

4) MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE BOBINAS (IEEE 1415 2006: DESBALANCE <3% 5% DEL PROMEDIO MEDIDO)

PRUEBA DESDE LOS BORNES DEL MOTOR DESBALANCE RESISTIVO = 0.18%

M1 = U - V 0.564 Ω M2 = V - W 0.565 Ω M3 = U - W 0.566 Ω

$P = \frac{M1+M2+M3}{3}$ DESBALANCE 1 = $\frac{|P-M1|}{P} \cdot 100\%$ DESBALANCE 2 = $\frac{|P-M2|}{P} \cdot 100\%$ DESBALANCE 3 = $\frac{|P-M3|}{P} \cdot 100\%$

0.565 0.18% 0.0% -0.18%

El valor de porcentaje de desbalance resistivo se considera al mayor valor calculado, si se supera el 5% se debe investigar la causa



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002

Versión: 0

Página: 2 de 3

5) RANGOS DE TOLERANCIA PARA LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, IP, DAR

TOLERANCIA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		TOLERANCIA ÍNDICE DE POLARIZACIÓN (IP)		TOLERANCIA ABSORCIÓN DIELECTRICA	
Valor de resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento	Índice de polarización	Evaluación del aislamiento	Condición del aislamiento	Proporción de la Absorción Dieléctrica
2MΩ o menor	Insatisfactorio	1 o menor	Insatisfactorio	Peligrosa	< 1
< 50MΩ	Peligroso	< 1.5	Peligroso	Cuestionable	1.0 - 1.4
50 - 100MΩ	Regular	1.5 a 2.0	Regular	Buena	1.4 - 1.6
100 - 500MΩ	Bueno	2.0 a 3.0	Bueno	Excelente	> 1.6
500 - 1000MΩ	Muy bueno	3.0 a 4.0	Muy bueno		
> 1000MΩ	Excelente	> 4.0	Excelente		

6) DIAGNOSTICO DE LAS TOLERANCIAS DE LOS VALORES DE AISLAMIENTO Y RESISTENCIA DE BOBINAS

De acuerdo a los valores obtenidos y las tablas de tolerancia, seleccione (✓) la condición del bobinado.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		ÍNDICE DE POLARIZACIÓN		ABSORCIÓN DIELECTRICA		RESISTENCIA DE BOBINAS	
Excelente	<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente	<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente	<input checked="" type="checkbox"/>	Balancedo	<input checked="" type="checkbox"/>
Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Desbalanceado	<input type="checkbox"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Cuestionable	<input type="checkbox"/>		
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Peligrosa	<input type="checkbox"/>		
Peligroso	<input type="checkbox"/>	Peligroso	<input type="checkbox"/>				
Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>	Insatisfactorio	<input type="checkbox"/>				

7) SENSORES DE TEMPERATURA DE BOBINAS Y RODAMIENTOS DEL MOTOR (°C)

RTD 1			RTD 2			RTD 3		
A1 - B1	A1 - B1	B1 - B1	A2 - B2	A2 - B2	B2 - B2	A3 - B3	A3 - B3	B3 - B3
105.3	105.2	0.5	105.2	105.0	0.6	105.0	105.1	0.7
RTD 4			RTD 5			RTD 6		
A4 - B4	A4 - B4	B4 - B4	A5 - B5	A5 - B5	B5 - B5	A6 - B6	A6 - B6	B6 - B6
105.2	105.2	0.6	105.1	105.1	0.2	105.2	105.2	0.7
RTD 7			RTD 8					
A7 - B7	A7 - B7	B7 - B7	A8 - B8	A8 - B8	B8 - B8			
105.1	105.1	0.5	105.3	105.3	0.4			
RTD 7 A (SPARE)			RTD 8 A (SPARE)					
A7A - B7A	A7A - B7A	B7A - B7A	A8A - B8A	A8A - B8A	B8A - B8A			
105.4	105.3	0.3	105.0	105.3	0.4			

TEMPERATURA EN RELÉ REM 545 - SALA ELÉCTRICA							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8

TEMPERATURA SEGÚN TABLA DE WEG DE ACUERDO A VALOR MEDIDO							
CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8
12	12	12	13	13	13	12	11

OPCIONAL SI NO CUENTA CON TABLA: FORMULA PARA CONVERTIR EL VALOR DE RESISTENCIA MEDIDO (Ω) A GRADOS CENTIGRADOS (°C)

$$T = \frac{\Omega - 100}{0.386}$$

Puede contrastar los valores obtenido con la fórmula con los valores registrados en el relé REM 545

8) RESISTENCIA DE HEATERS DEL MOTOR (Ω):

H1	<input type="text" value="135.8"/>	Ω	H2	<input type="text" value="137.3"/>	Ω
VOLTAJE	<input type="text" value="220.5"/>	V	AMPERAJE	<input type="text" value="0.8"/>	A

9) CAPACITANCIA CONDENSADORES DE MOTOR (μF)

Fase U	<input type="text" value="—"/>	μF	Fase V	<input type="text" value="—"/>	μF	Fase W	<input type="text" value="—"/>	μF
--------	--------------------------------	----	--------	--------------------------------	----	--------	--------------------------------	----



PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
Mantenimiento Eléctrico Motores de MT

PRT-ELEC-002

Versión: 0

Página: 3 de 3

10) RESISTENCIA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PROTECCION DIFERENCIAL DEL MOTOR (Ω)

Fase U

Ω

Fase V

Ω

Fase W

Ω

11) OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS DE AISLAMIENTO, PI, DAR DEL BOBINADO
SON ACEPTABLES.

AISLAMIENTO DE AISLADORES ACEPTABLES.

WILLMER VAQUERO MACHUCA
Supervisor de Mantenimiento Eléctrico
Instrumentación
MCP: 101835
MINERA CHINALCO PERU S.A.

TÉCNICO RESPONSABLE

SUPERVISOR RESPONSABLE

NOMBRE:

NOMBRE:

CÓDIGO MCP:

CÓDIGO MCP:

PRUEBA DE AISLAMIENTO DE AISLADORES (2500V).

FASE 1: 40.32 G_R

FASE 2: 50.37 G_R

FASE 3: 23.45 G_R

VOLTAJE DE PASOS HIPOT (9000V)

I (μA) : 0.70

RESIST. (MOHM): 12857 At 40°C 1846

CAPACITANCIA A TIERRA:

268 mH

INDUCTANCIA:


39.0 mH

38.9 mH

39.0 mH

% DESBALANCE:

0.17%

	JOB CARD MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR Y ARRANCADOR DE MEDIA TENSIÓN			JOC-MELE-002	
				Versión: 0	
				Página: 1 de 1	
N.º OT:	1039 5952	TAG:	2111 - CV - 013 M1	FECHA:	15/10/22
EJECUTORES:	CANCORI MOLLEPOZO JUVENAL			SALA:	
ADVERTENCIA: Asegure que el equipo se encuentre sin energía, realice el procedimiento de bloqueo y etiquetado					
A) Mantenimiento preventivo arrancador de MT. Ejecutado					
CUBÍCULO DE CONTROL					
1. Verifique la presencia de alarmas pendientes en el relé y forzado de RTD's. Realice backup de los Setting del relé antes de iniciar los trabajos				<input type="checkbox"/>	
2. Realice limpieza de cubículo, verifique condición de componentes de control y lámparas de señalización. Repare hallazgos				<input type="checkbox"/>	
3. Reajuste las bornas de los equipos de control, relé de MT ABB y conector Profibus en módulo SPA				<input type="checkbox"/>	
4. Verifique estado entradas y salidas del relé en PS1, PS2, BIO1, BIO2, registre en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 si es VSC o VDI				<input type="checkbox"/>	
5. Verifique ajuste de las conexiones de tierra en bornas y bornas de los equipos de control y protección. Incluya puerta y chasis				<input type="checkbox"/>	
CUBÍCULO DE MANIOBRA: CONTACTOR VSC O INTERRUPTOR VDI					
6. Desarrolle el protocolo de acuerdo al equipo, registre mediciones en PRT-ELEC-003 o PRT-ELEC-004 según corresponda				<input type="checkbox"/>	
7. Verifique estado de la puerta del cubículo, estado y fijación de vidrios, sellos, manija y barras para fijación, dispositivo para bloqueo				<input type="checkbox"/>	
8. Retire equipo de maniobra con mesa de desplazamiento, realice limpieza del cubículo y del equipo retirado. Incluya tulpas de conexión				<input type="checkbox"/>	
9. Lubrique las tulpas de entrada y salida del dispositivo de maniobra. Utilice grasa isoflex Topas NBS2.				<input type="checkbox"/>	
CUBÍCULO DE CABLES DE SALIDA AL MOTOR O VARIADOR					
10. Verifique el estado de la puerta del cubículo, hermeticidad, fijación sellos, manija y barras para fijación mecánica, dispositivo para bloqueo				<input type="checkbox"/>	
11. Realice la limpieza del cubículo incluya aisladores, pararrayos, cables, terminaciones, transformador de falla a tierra				<input type="checkbox"/>	
12. Verifique ajuste de las conexiones de los cables de fuerza y conexiones de aterramiento de las pantallas, inspeccione terminaciones				<input type="checkbox"/>	
13. Verifique los marcas de torque de las conexiones de las barras de fuerza, aisladores y pararrayos				<input type="checkbox"/>	
14. Verifique ajuste de las conexiones del secundario del transformador de corriente de falla a tierra, revise estado del cable				<input type="checkbox"/>	
15. Verifique el ajuste de terminales prensados en las barras de conexión a tierra, cubículo, puerta y chasis. Utilice guantes dielécticos.				<input type="checkbox"/>	
B) Mantenimiento preventivo motor eléctrico de MT. Ejecutado					
1. Realice la limpieza integral de la carcasa y cajas de conexiones. Verifique la señalética del sentido de giro en la tapa del ventilador				<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Verifique el estado y limpieza del ventilador o caja de refrigeración del motor de acuerdo al tipo de motor.				<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Revise estado de los accesorios para lubricación en ambos rodamientos sea grasa o aceite, genere aviso en caso de falla				<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Verifique ajuste de los pernos de sujeción de la caja de conexiones, algunos motores presentan brida intermedia. Inclúyala				<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Revise signos de sobrecalentamiento en laminaciones, cables y terminales de conexión, anillos aislantes sobre placa de fibra, busque cortes o rajaduras del aislamiento.				<input checked="" type="checkbox"/>	
6. Verifique el estado y ajuste de aisladores, barras, condensadores, pararrayos, transformadores de corriente según tipo de motor				<input checked="" type="checkbox"/>	
7. Revise el estado de la tubería rígida, flexible y conectores conduit desde la bandeja hasta el motor. Corrija condición de ser el caso				<input checked="" type="checkbox"/>	
8. Revise los cables y terminales de conexión a tierra en carcasa y caja de conexiones. Verifique que pantallas de cables estén sujetadas				<input checked="" type="checkbox"/>	
9. Marque los cables de fuerza, desconéctelos y mida resistencia de aislamiento, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
10. Mida la resistencia del bobinado del motor conforme al protocolo de mantenimiento, reporte valores medidos en PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Mida resistencia de aislamiento del cable que alimenta al motor, reporte en PRT-ELEC-002. Abra seccionador de tierra del arrancador				<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Verifique estado de bornas y terminales de conexiones RTDs y heaters del motor. Registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
13. Si el motor tiene condensadores desconéctelos y mida su capacitancia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
14. Si el motor tiene CT's de protección diferencial desconéctelos y mida su resistencia, registre valores en protocolo PRT-ELEC-002				<input checked="" type="checkbox"/>	
15. Conecte motor y condensador de tonarlo, asegure torque según tabla de pernos. Use arandela plana y presión				<input checked="" type="checkbox"/>	
16. Si el motor es controlado por variador PF7000 verifique estado del carbón y porta carbón para descarga de corrientes del rotor				<input checked="" type="checkbox"/>	
17. Revise estado de tapas de cajas de conexiones, verifique estado de pernos, tuercas y orejas de sujeción, corrija y reporte estado				<input checked="" type="checkbox"/>	
18. Solicite poner en marcha el equipo y verifique en campo sentido de giro, verifique detención activando parada de emergencia				<input checked="" type="checkbox"/>	
19. Registre datos de corriente en operación.				<input checked="" type="checkbox"/>	
C) Observaciones:					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>TECNICO RESPONSABLE</p> <p>NOMBRE: <u>Percey Topas</u></p> <p>CÓDIGO MCP: <u>101787</u></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>ENCARGADO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO</p> <p>NOMBRE: <u>ENRIQUE MASQUEZ MAGDAÑA</u></p> <p>CÓDIGO MCP: <u>101538</u></p> <p>MATERIA CHINALCO PERU S.A.</p> </div> </div>					