UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2019

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE LUBRICACIÓN PARA MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA CODELCO ANDINA

IBARRA JARA, DANIEL ALEJANDRO

https://hdl.handle.net/11673/46922

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

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

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE LUBRICACIÓN PARA MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA CODELCO ANDINA

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de Ingeniero de Ejecución en MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumnos:
Daniel Ibarra Jara

Profesor Guía:
Pablo Duque Ramírez

2019

RESUMEN

KEYWORDS: MANTENCIÓN MOTOR ELÉCTRICO – LUBRICACIÓN – PLAN DE MANTENIMIENTO – RODAMIENTOS

En la planta concentradora de división Andina de Codelco durante 2016 y 2017 han aumentado en más de un 300%, con respecto a 2014 y 2015, los costos por reparación de motores eléctricos con fallas relacionadas a rodamientos, además se han registrado evidencias de sobrelubricación. Este cambio en la tendencia coincide con la implementación de un sistema de lubricadores automáticos durante el segundo semestre de 2015, los cuales en términos generales poseen características desfavorables para la lubricación de rodamientos de motores eléctricos y adicionalmente se encuentran fuera de servicio actualmente.

Este proyecto impulsó un nuevo plan de lubricación que se ajusta a las necesidades de cada motor e implementa la tecnología del ultrasonido para agregar a esta actividad mayor precisión y evitar que los rodamientos falles por sobrelubricación y/o falta de lubricación.

Para diseñar el plan se recabo la información de cada motor inclusive las recomendaciones de lubricación de rodamientos que da el fabricante, se planteó una metodología para calcular la cantidad y ciclo de engrase para los motores que no posean la recomendación, se estableció un calendario anual y rutas de lubricación que incluyen la información necesaria para que el ejecutor pueda realizar la tarea de manera precisa e incluye la tecnología de ultrasonido y finalmente el proyecto se evalúa económicamente.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN
INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA CONCENTRADORA CODELCO ANDINA

1.2 INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES ELÉCTRICOS Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

1.2.1. Componentes principales de los motores de inducción trifásicos tipo jaula de ardilla

1.2.2. Placa de características de los motores eléctricos

1.3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS RODAMIENTOS UTILIZADOS EN MOTORES ELÉCTRICOS

1.3.1. Aplicación de rodamientos de rodamientos rígidos de bolas de una hilera en motores eléctricos

1.3.2. Aplicación de rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular en motores eléctricos

1.3.3. Aplicación de rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos en motores eléctricos

1.3.4. Sistema de designación de rodamientos

1.3.5. Designación de rodamientos ISO

1.4. PRINCIPIOS DE LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS CON GRASA

1.5. CONDICIÓN ACTUAL DE LA LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELÉCTRICOS EN LA PLANTA CONCENTRADORA

1.5.1. Ausencia de un plan de lubricación en el plan matriz de mantenimiento

1.5.2. Falta de competencias en lubricación del personal a cargo de la actividad

1.5.3. Desempeño del sistema de lubricadores automáticos desde el año 2015 hasta la actualidad

1.5.4. Aumento del número de fallas en rodamientos de motores eléctricos

1.5.5. Evidencia de fallos por sobrelubricación

1.5.6. Aumento de los costos no operacionales
1.5.7. Costos operacionales

1.6. FUNDAMENTOS PARA IMPLEMENTAR UNA NUEVA ESTRATEGIA DE LUBRICACIÓN PARA LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA

CAPÍTULO 2: CRITERIO GENERAL PARA LA LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELÉCTRICOS

2.1 INVENTARIO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA

2.2 MOTORES SIN INFORMACIÓN DE CANTIDAD DE GRASA Y CICLO EN ENGRASA EN PLACA DE CARACTERÍSTICAS

2.2.1 Cálculo de cantidad de grasa de relubricación
2.1.2. Cálculo de ciclo de engrase

2.3 AJUSTE DEL CICLO DE ENGRASE SEGÚN LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA CONCENTRADORA

2.3.1 Definición del tipo de grasa a aplicar
2.3.2. Características grasas Polyrex serie EM

CAPÍTULO 3: PLAN DE LUBRICACIÓN Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN Y PLAN DE LUBRICACIÓN

3.2. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE ENGRASE

3.2.1. Pistola de engrase automática con medición de flujo
3.2.2. Técnica de ultrasonido en lubricación con grasa
3.2.3. Ejecución de engrase con equipo de ultrasonido Ultraprobe 201

3.3. PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL

3.4. RUTAS DE LUBRICACIÓN

CAPÍTULO 4: COSTOS IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE LUBRICACIÓN

4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE LUBRICIÓN

4.2. COSTOS ACTUAL MANTENIMIENTO LUBRICADORES AUTOMÁTICOS

4.3. COSTOS ANUALES PLAN DE LUBRICACIÓN PROYECTADO

4.3.1. Cálculo de costo de horas hombre anuales para el proyecto

4.3.2. Cálculo de costo de insumo de grasa anual

4.3.3. Cálculo de costo de insumo de accesorios de engrase

4.3.4. Cálculo de costo totales anual con proyecto

4.4. INVERSIÓN INICIAL Y GASTOS DE PUESTA EN MARCHA PROYECTADO

4.5. REDUCCIÓN DE COSTOS ANUALES CON PROYECTO

4.6. FLUJO DE CAJA INCREMENTAL CON PROYECTO

4.6.1. Cálculo de tasa de descuento

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1: HOJA DE DATOS MOTOR ELÉCTRICO

ANEXO 2: DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ANEXO 3: TABLAS DE CONVERSIÓN ABMA - SKF

ANEXO 4: DESIGNACIÓN BÁSICA DE RODAMIENTOS

ANEXO 5: SISTEMA DE DESIGNACIÓN PREFIJOS Y SUFIJOS RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS

ANEXO 6: SISTEMA DE DESIGNACIÓN ISO PREFIJOS Y SUFIJOS RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS

ANEXO 7: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA CONVENCIONAL

ANEXO 8: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA MOLINO UNITARIO 1

ANEXO 9: LEVANTAMIENTO MOTORES PLANTA MOLINO UNITARIO 2

ANEXO 10: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA SAG

ANEXO 11: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA FLOTACIÓN

ANEXO 12: LISTADO DE MOTORES SIN ESPECIFICACIÓN DE LUBRICACIÓN, CON CANTIDAD DE GRASA Y CICLO DE ENGRASE CALCULADO

ANEXO 13: GRÁFICO CICLO DE LUBRICACION RODAMIENTOS

ANEXO 14: INSTRUCTIVO DE LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELECTRICOS CON EQUIPO DE ULTRASONIDO ULTRAPROBE 201

ANEXO 15: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA CONVENCIONAL

ANEXO 16: PLAN LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

ANEXO 17: PLAN LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 18: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 19: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 20: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL
ANEXO 21: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL
ANEXO 22: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL
ANEXO 23: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1
ANEXO 24: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1
ANEXO 25: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1
ANEXO 26: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1
ANEXO 27: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 28: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 29: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 30: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 31: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2
ANEXO 32: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 33: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 34: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 35: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 36: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA MOLIENDA SAG
ANEXO 37: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 38: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 39: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 40: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 41: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 42: RUTA DE LUBRICACIÓN N°6 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 43: RUTA DE LUBRICACIÓN N°7 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 44: RUTA DE LUBRICACIÓN N°8 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 45: RUTA DE LUBRICACIÓN N°9 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 46: RUTA DE LUBRICACIÓN N°10 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 47: RUTA DE LUBRICACIÓN N°11 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 48: RUTA DE LUBRICACIÓN N°12 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 49: RUTA DE LUBRICACIÓN N°13 PLANTA FLOTACIÓN
ANEXO 50: RUTA DE LUBRICACIÓN N°14 PLANTA FLOTACIÓN

ANEXO 51: DETALLES DE RECURSOS POR RUTA DE LUBRICACIÓN

ANEXO 51: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Esquema proceso productivo Andina

Figura 1-2. Componentes de un motor de inducción de jaula de ardilla

Figura 1-3. Placa característica motor marca WEG

Figura 1-4. Componentes básicos de un rodamiento

Figura 1-5. Rodamiento angular de una hilera de bolas

Figura 1-6. Motor de instalación vertical en Celda de Flotación, Planta Concentradora

Figura 1-7. Rodamiento de rodillos de una hilera

Figura 1-8. Motor media tensión 1300 HP con rodamiento de rodillos en lado carga

Figura 1-9. Ejemplo sistema de designación ABMA

Figura 1-10. Ejemplo sistema de designación ISO

Figura 1-11. Ejemplo de equivalencia entre un número de parte ABMA y uno ISO (SKF)

Figura 1-12. Designación ISO de rodamientos

Figura 1-13. Dimensiones de un rodamiento

Figura 1-14. Dimensiones de un rodamiento

Figura 1-15. Lubricación por capa limite

Figura 1-16. Lubricación hidrodinámica

Figura 1-17. Deformación elástica en los rodamientos

Figura 1-18. Fenómeno de sobre lubricación en rodamientos

Figura 1-19. Ejemplo del concepto de consistencia de las grasas

Figura 1-20. Especificaciones de lubricación rodamientos motor eléctrico

Figura 1-21. Lubricador automático Easylube 150 RFID

Figura 1-22. Motores eléctricos en redundancia total

Figura 1-23. Pila lubricador automático

Figura 1-24. Motor de Correa transportadora A13, Planta SAG, con lubricador automático de 150g

Figura 1-25. Extracto de placa de datos de motor de correa transportadora A13, Planta SAG

Figura 1-26. Configuración de tiempo lubricador automático

Figura 1-27. Rodamiento excesivamente lubricado

Figura 1-28. Bobinado de estator de con grasa
Figura 2-1. Plano rodamiento tipo UN
Figura 2-2. Medidas de rodamiento NU326 según fabricante
Figura 2-3. Gráfico intervalo de relubricación rodamiento NU326 MC3 a 1000 rpm
Figura 2-4. Factor de corrección orientación del eje
Figura 2-5. Factor de corrección por presencia de humedad y polvo
Figura 2-6. Factor de corrección por temperatura de funcionamiento
Figura 2-7. Recomendación grasa motores eléctricos Toshiba
Figura 2-8. Recomendación grasa motores eléctricos Baldor-Reliance
Figura 2-9. Recomendación grasa motores eléctricos WEG
Figura 2-10. Propiedades, ventajas y beneficios potenciales grasa Mobil Polirex EM
Figura 2-11. Placa de datos motor WEG de 150 [HP] montado verticalmente con recomendación grasa Mobil Polirex EM 103
Figura 2-12. Características técnicas grasa Mobil Polirex EM y Mobil Polirex EM 103
Figura 3-1. Pistola de engrase automático con
Figura 3-2. Pantalla informativa pistola engrasadora automática
Figura 3-3. Especificaciones técnicas de pistola de engrase Alemite modelo 596D
Figura 3-4. Espectro sonoro
Figura 3-5. Longitudes de ondas de baja y alta frecuencia
Figura 3-6. Equipo de ultrasonido Ultraprobe 201 (Pistola de engrase referencial)
Figura 3-7. Equipo de ultrasonido Ultraprobe 201
Figura 3-8. Controlador del equipo Ultraprobe
Figura 3-9. Extracto de Plan de Lubricación
Figura 3-10. Extracto de Plan de Lubricación
Figura 4-1. Accesorios para adaptación lubricadores automáticos
Figura 4-2 Formatos disponibles de grasa Polyrex serie EM en Chile
Figura 4-3 Ejemplo de inserción de cartridge en pistola grasera
Figura 4-4. Distintos formatos de graseras para motor eléctrico

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Costos por reparación de motores a causa de fallos por rodamientos año 2017
Tabla 2-1. Factores de corrección para ciclo de engrase de rodamientos

Tabla 2-2. Factores de corrección ciclo de engrase por planta
Tabla 4-1. Costos anuales lubricadores automáticos
Tabla 4-2. Costo horas hombre con proyecto
Tabla 4-3. Consumo anual de grasa proyectado
Tabla 4-4. Costos Anuales de distintos formatos de grasa Polyrex serie EM
Tabla 4-5. Costos anuales de accesorios
Tabla 4-6. Costos anuales insumos varios
Tabla 4-7. Costos anuales totales con proyecto
Tabla 4-8. Inversión inicial Plan de Lubricación
Tabla 4-9. Ahorro anual con proyecto Plan de Lubricación
Tabla 4-10. Flujo de caja incremental con proyecto
Tabla 4-11. Indicadores económicos
Tabla 4-12. Datos de cierre mensual IPSA 2008/2018

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Diagrama Pareto 2015
Gráfico 1-2. Diagrama Pareto 2016
Gráfico 1-3. Causas de fallas en rodamientos Año 2015
Gráfico 1-4. Causas de fallas en rodamientos 2016
Gráfico 1-5. Costos de reparación por concepto de fallas en rodamientos

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA

HH : Horas hombre
AT : Alta tensión
SAG : Semiautógeno
CC : Corriente continua
ABMA : American Bearing Manufacturers Association
ISO : International Organization for Standardization
IEC : International Electrotechnical Commission
NEMA : National Electrical Manufacturers Association

B. SIMBOLOGÍA

A : Intensidad de corriente
V : Voltaje
K : kilo
m : metro
$: Peso Chileno
USD : Dólares americanos
% : Porcentaje
g : Gramo
mm : Milímetro
P : Potencia eléctrica
A : Amperes
RPM : Revoluciones por minuto
W : Watt
IP : Índice de protección

T° : Temperatura
°C : Grados Celsius
dB : Decibel
NGLI : Grado de consistencia de la grasa
Hz : Frecuencia
HP : Caballos de fuerza

INTRODUCCIÓN

En la Planta Concentradora de División Andina, Los Andes, perteneciente a CODELCO Chile (Corporación nacional del cobre), los motores eléctricos son utilizados para mover cintas transportadoras, impulsar bombas hidráulicas, impulsar ventiladores, mover molinos de gran tonelaje, impulsar chancadores, entre otros.

Estos motores se dividen en los que poseen rodamientos y los que poseen cojinetes lisos. Este trabajo se centrará en los que poseen rodamientos.

Los rodamientos de los motores eléctricos deben ser lubricados para disminuir su roce y evitar el desgaste, lubricados con grasa o aceite. Este trabajo se centrará en los lubricados con grasa.

En la Planta Concentradora se optó durante el año 2015 implementar un sistema de lubricación automática. Este sistema se basa en la instalación de dispositivos que lubrican los rodamientos de manera continua y en un tiempo configurable. Sus objetivos principales eran reducir los costos de mano de obra, los de insumos de lubricación y evitar fallos. No obstante, a 3 años de implementación no se han cumplido los objetivos planteados, aumentado diametralmente los costos operacionales y no operacionales a causa de fallos en rodamientos relacionados con problemas de lubricación. Ese sistema hoy se encuentra fuera de servicio y la Planta concentradora no cuenta con un plan de lubricación para motores eléctricos.

Este trabajo tiene por objeto proponer una nueva metodología en la cual se aplique la técnica de ultrasonido, de tal forma lubricar los rodamientos de los motores eléctricos manualmente de manera óptima para evitar los fallos por falta y/o excesiva lubricación.

Para elaborar el Plan de Lubricación se tomarán como guía las recomendaciones de los fabricantes de motores, los fabricantes de rodamientos y los fabricantes de equipos de ultrasonido para responder a las siguientes preguntas: ¿Cuánto debo lubricar?, ¿Cuándo debo lubricar?, ¿Qué lubricante debo utilizar? y ¿Cómo debo lubricar?

OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

  - Diseñar un Plan de Lubricación para motores eléctricos de baja y alta tensión que posean rodamientos lubricados con grasa de la Planta Concentradora de División Andina, aplicando la técnica de ultrasonido para evitar fallos por falta y/o excesiva lubricación.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

  - Describir la situación actual de los motores eléctricos de la Planta Concentradora, analizando datos históricos de fallas y pérdidas para fundamentar la implementación de un nuevo plan de lubricación.
  - Establecer criterio general para la lubricación de rodamientos de motores eléctricos, realizando inventario para determinar cantidad de grasa, ciclo de engrase y tipo de grasa.
  - Elaborar planes y rutas aplicando técnica de ultrasonido para lograr una lubricación precisa de los rodamientos de motores eléctricos.
  - Determinar costos para la implementación del plan de lubricación, evaluando situación actual y futura para determinar viabilidad del proyecto.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

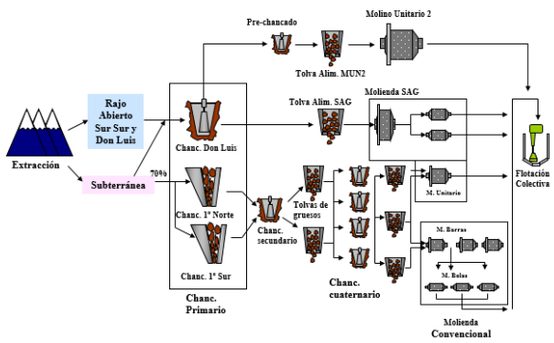
1. DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

- **INTRODUCCIÓN AL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA CONCENTRADORA CODELCO ANDINA**

División Andina es una faena minera perteneciente a la Corporación Nacional del Cobre (Codelco) que desempeña sus operaciones en el sector de Lagunillas a 60 kilómetros de la comuna de Los Andes, Valparaíso.

La Gerencia de Plantas abarca los procesos de chancado primario, chancado secundario, molienda, flotación y espesamiento.

La Planta Concentradora, construida de manera subterránea, se constituye por las Planta: Molienda SAG, Molienda Unitario 2, Molienda Unitario 1, Molienda Convencional y Flotación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-1. Esquema proceso productivo Andina

- **INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES ELÉCTRICOS Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas giratorias capaces de transformar la energía eléctrica en energía mecánica la cual se encuentra disponible en su eje. A nivel industrial los principales tipos de motores que se ocupan son:

- Motores de corriente continua
- Motores de inducción trifásicos (asincrónicos)

- Motores sincrónicos

En el caso de la Planta Concentradora la totalidad los motores eléctricos con rodamientos son motores de inducción trifásicos del tipo jaula de ardilla. Esto es muy común en la industria en general, puesto que es un motor simple, resistente, barato y fácil de mantener, con respecto a los demás tipos de motores trifásicos y los motores de corriente continua.

Su velocidad depende de la frecuencia de la red eléctrica (en Chile 50Hz) y del número de polos del motor, sin embargo, es muy común que se utilicen juntos a equipos electrónicos llamados variadores de frecuencia que son capaces de variar la velocidad del motor en función de las necesidades del proceso.

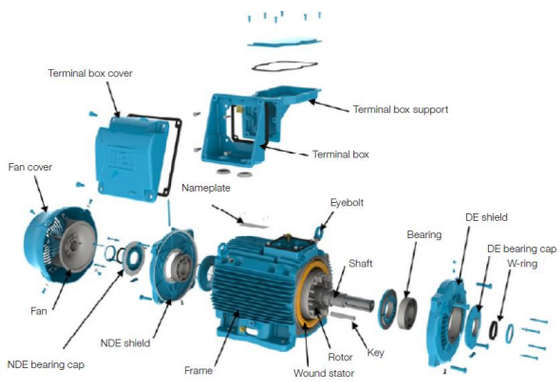
1.2.1. Componentes principales de los motores de inducción trifásicos tipo jaula de ardilla

Los motores eléctricos en general cuentan con dos partes principales: el estator y un rotor.

El estator está constituido por un armazón de acero que soporta un núcleo laminado que cuenta con varias ranuras en las cuales se encuentra el bobinado trifásico.

El rotor de jaula de ardilla está compuesto por barras de cobre (existen de aluminio y otras aleaciones) cortocircuitadas en sus extremos por dos anillos. Todo el conjunto se asemeja a una jaula de ardilla de ahí su nombre.

Otros componentes importantes son el eje, los rodamientos, sellos, la tapa trasera y delantera, el ventilador, la tapa del ventilador, la caja de conexiones, elementos de izaje y la placa de características técnicas.

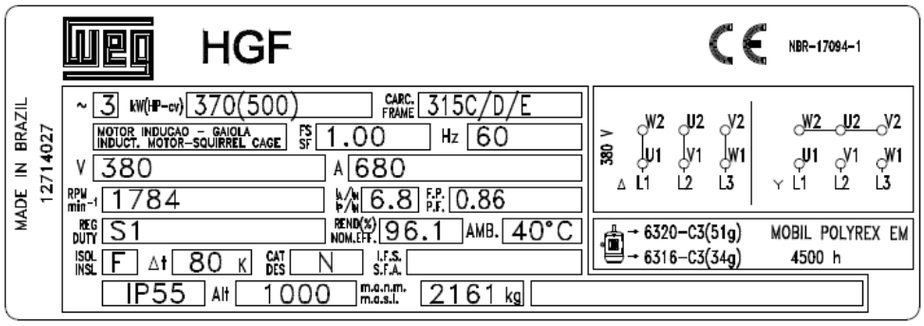


Fuente: Manual general de motores WEG

Figura 1-2. Componentes de un motor de inducción de jaula de ardilla

1.2.2. Placa de características de los motores eléctricos

La placa de características indica los datos de diseño del motor. Esta se encuentra en todos los motores adosada al estator.



Fuente: Manual general de motores WEG

Figura 1-3. Placa característica motor marca WEG

Por lo general las placas de características de técnicas de los motores eléctricos contienen la siguiente información:

- Marca
- País de origen
- Potencia: esta información se expresa en HP o kW.
- Frame: Medidas y parámetros eléctricos estandarizados
- Fecha de fabricación
- Número de serie
- Velocidad nominal: dato expresado en revoluciones por minuto (RPM)
- Tensión nominal
- Corriente nominal
- Frecuencia de red: en Chile 50Hz
- Eficiencia del motor
- Factor de servicio
- Factor de potencia
- Clase de aislamiento
- Índice de protección: se le conoce como IP, el cual indican las condiciones ambientales de operación
- Peso del motor.

- Altura geográfica de trabajo máxima.
- Temperatura de operación nominal.
- Tipo de rodamientos: en la placa se indica el tipo de rodamiento del lado delantero (o lado de la carga), del rodamiento trasero (lado cola), la cantidad de gramos de grasa a aplicar, el ciclo de engrase y una recomendación del tipo de grasa.

Adicionalmente a la placa de características el fabricante entrega al usuario al momento de la adquisición la hoja de datos, donde aparece con más detalle la información del motor. Ver hoja de datos en Anexo 1.

1.3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS RODAMIENTOS UTILIZADOS EN MOTORES ELÉCTRICOS

El rodamiento es un elemento mecánico constituido básicamente por dos anillos, uno interior y otro exterior, elementos rodantes y una jaula. Se clasifican también en dos grandes grupos, los rodamientos de bolas y rodamientos de rodillo, y entre ellos también se subdividen en más clasificaciones según las necesidades de las distintas aplicaciones.

Los rodamientos que se utilizan en los motores eléctricos son 3 tipos principalmente:

- Rodamientos rígidos de bolas de una hilera
- Rodamientos de una hilera de bolas de contacto angular
- Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos

En los motores es posible encontrar solo un tipo de rodamiento o una combinación de ellos, de acuerdo a la aplicación. Comúnmente los motores eléctricos cuentan con dos rodamientos, sin embargo, existen aplicaciones en las que se utilizan más de 2.

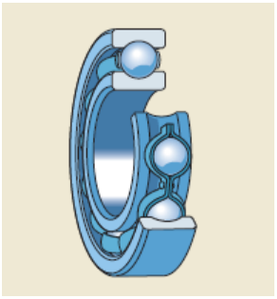
Fuente: Manual de rodamientos SKF

Figura 1-4. Componentes básicos de un rodamiento

1.3.1. Aplicación de rodamientos de rodamientos rígidos de bolas de una hilera en motores eléctricos

Los rodamientos rígidos de bolas son los más versátil y populares de todos los rodamientos, ya que, puede soportar tanto cargas radiales como axiales y son apropiados para una amplia gama de aplicaciones, con diferentes magnitudes de carga y altas velocidades de operación. Su bajo rozamiento le permite trabajar a baja temperatura y pueden ser sellados de por vida para muchas aplicaciones.

Son utilizados en la mayoría de los motores eléctricos. En motores de baja tensión es frecuente que solo se ese este tipo de rodamiento. En motores mayores a 600 HP de baja y alta tensión es usual que se encuentren en combinación con rodamientos de contacto angular y/o rodamientos de rodillos.



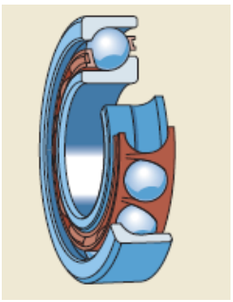
Fuente: Manual de rodamientos SKF

Figura 1-5. Rodamiento rígido de bolas de una hilera

1.3.2. Aplicación de rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular en motores eléctricos

El rodamiento de bolas con contacto angular tiene la capacidad de soportar grandes cargas axiales y radiales combinadas a alta velocidad con gran precisión. Se deben usar siempre en pares opuestos, cara con carga o en conjunto de un rodamiento rígido de bolas. Cuando aumenta el ángulo en el cual trabaja el rodamiento también aumenta la carga axial. Este rodamiento puede soportar cargas axiales en solo un sentido.

En la gama de motores eléctricos de la planta concentradora, esta configuración se utiliza en las celdas de flotación, donde el motor trabaja de manera vertical.



Fuente: Manual de rodamiento SKF

Figura 1-5. Rodamiento angular de una hilera de bolas

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-6. Motor de instalación vertical en Celda de Flotación, Planta Concentradora

1.3.3. Aplicación de rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos en motores eléctricos

Los rodamientos de rodillos cilíndricos están diseñados para soportar elevadas cargas radiales, a alta velocidad y aceleraciones rápidas. Dependiendo del diseño pueden resistir cargas axiales en un sentido o en ambos sentidos.

En la planta concentradora los motores de gran potencia como los motores de 1300HP de las bombas de alimentación de ciclones de la Planta SAG cuentan con este tipo de rodamientos en el lado carga.

Fuente: catálogo general de rodamientos NSK

Figura 1-7. Rodamiento de rodillos de una hilera

Fuente: www.weg.net

Figura 1-8. Motor media tensión 1300 HP con rodamiento de rodillos en lado carga

1.3.4. Sistema de designación de rodamientos

Los rodamientos cuentan con una designación que corresponde a sus características de diseño. Existen dos sistemas de designación, la designación ISO (International Organization of Standardization) y la designación ABMA (American Bearing Manufacturers Association).

Los rodamientos distribuidos en Chile, por lo general, cuentan con designación ISO, y por el mismo motivo es la designación que más se conoce y se maneja en la industria. En la Planta concentradora el 90% de los rodamientos de motores cuentan con designación ISO.

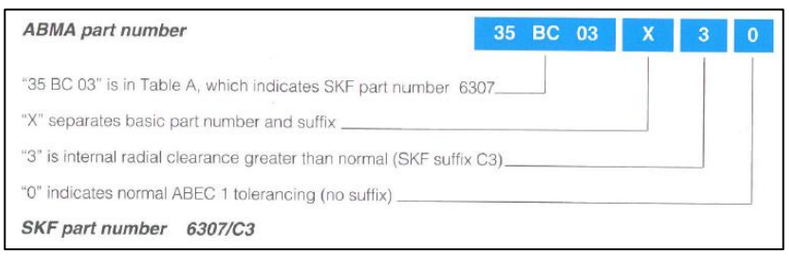
Fuente: ABMA to SKF Product Number Comparison

Figura 1-9. Ejemplo sistema de designación ABMA

Fuente: ABMA to SKF Product Number Comparison

Figura 1-10. Ejemplo sistema de designación ISO

Entre ambas designaciones es posible realizar una equivalencia, en la figura 1-11 se muestra un ejemplo y en el Anexo 3 se muestra la equivalencia entre la designación ISO y la designación ABMA.

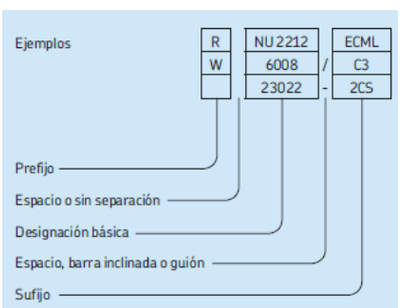


Fuente: ABMA to SKF Product Number Comparison

Figura 1-11. Ejemplo de equivalencia entre un número de parte ABMA y uno ISO (SKF)

1.3.5. Designación de rodamientos ISO

La designación ISO se utiliza para entregar la información de forma rápida a los usuarios. Esta designación identifica los siguientes aspectos: el tipo de rodamiento, el diseño básico y las dimensiones principales.

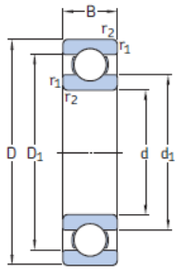


Fuente: Manual de rodamientos SKF

Figura 1-12. Designación ISO de rodamientos

La designación básica es una combinación de letras y números que identifica el tipo de rodamiento y su tamaño. El primer digito, letra o combinación de letras identifica el tipo de rodamiento. Los siguientes dígitos identifican la serie de dimensiones ISO. Los últimos dos dígitos identifican el diámetro interior del rodamiento divido en 5, es decir, los últimos dígitos equivalen a (d)/5. Ver anexo 4: Designación Básica de rodamientos.

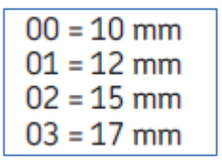
Los prefijos y sufijos identifican las variantes o las características particulares de un rodamiento. En el Anexo 5 y 6 se muestran los diferentes prefijos y sufijos para rodamientos de bolas y rodillos.



Fuente: Manual Rodamientos SKF

Figura 1-13. Dimensiones de un rodamiento

Existen algunas excepciones en la designación. En los rodamientos con diámetro interior 10, 12, 15 o 17 se identifican con un código particular, que muestra en la figura 1-14.



Fuente: Manual Rodamientos SKF

Figura 1-14. Dimensiones de un rodamiento

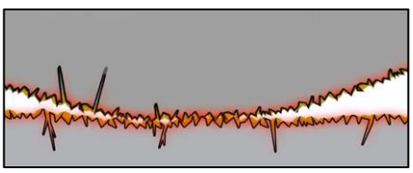
Los rodamientos que tienen un diámetro interior menor a 10 milímetros y mayor a 500 milímetros, no se codifica esta dimensión y se separa de la demás designación a través de una barra inclinada, por ejemplo, 618/8 (d=8) o 511/530 (d=530).

1.4. PRINCIPIOS DE LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS CON GRASA

Un componente esencial en los rodamientos es la lubricación. La gran mayoría son lubricados con grasa por las ventajas que esta posee. La lubricación de rodamientos es necesaria, ya que las superficies no son perfectamente lisas y necesitan el lubricante para reducir la fricción entre los elementos rodantes y los anillos externos e internos. Además los lubricantes actuales contienen aditivos que benefician a los rodamientos a no sufrir las consecuencias de la humedad, contaminación y corrosión.

La grasa lubricante consiste en un aceite mineral o sintético mezclado con un jabón espesante. Los jabones más utilizados son el de litio, calcio o sodio, cada cual para aplicaciones distintas. Todos los jabones funcionan de la misma forma, absorben el aceite como una esponja y lo liberan cuando el rodamiento lo requiere.

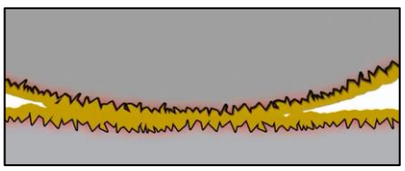
La cantidad de grasa que se aplica al rodamiento depende de su volumen, la aplicación, las condiciones ambientales y la velocidad de operación. Si se le aplica muy poco lubricante a un rodamiento se corre el riesgo de que los metales lleguen a entrar en contacto, este tipo de lubricación se denomina lubricación por capa límite.



Fuente: www.sdtultrasound.com

Figura 1-15. Lubricación por capa limite

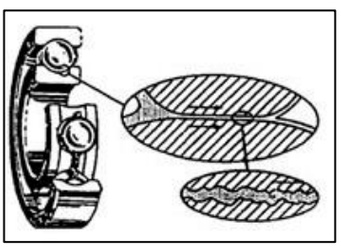
Si la lubricación es óptima las partes metálicas no entrarán en contacto y la fricción en el rodamiento será muy baja, este tipo de lubricación se denomina lubricación hidrodinámica. También existe un tipo de lubricación que se sitúa entre la lubricación por capa limite y la lubricación hidrodinámica, la cual, se denomina lubricación hidrodinámica parcial.



Fuente: www.sdtultrasound.com

Figura 1-16. Lubricación hidrodinámica

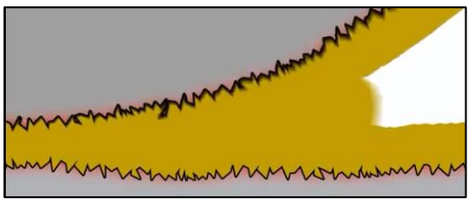
En el caso de los rodamientos se genera un fenómeno denominado lubricación elastohidrodinámica cuando el elemento rodante, rueda bajo una carga muy elevada por el camino de rodadura y se deforma elásticamente en forma aplanada por un instante de tiempo. La presión que se genera entre el elemento rodante y la pista de rodadura podría variar la viscosidad del lubricante. Es por ello que para aplicaciones en donde la carga es muy elevada suelen ocuparse lubricantes muy específicos que puedan soportar la presión que se produce y a la vez evitar que las partes metálicas entren en contacto.



Fuente: www.sdtultrasound.com

Figura 1-17. Deformación elástica en los rodamientos

Por otro lado si es demasiado el lubricante el que se aplica aumenta la fricción y la presión en el rodamiento; como consecuencia de ello la temperatura del rodamientos aumenta y pueden romperse los sellos del mismo, especialmente cuando se trabaja a velocidades elevadas.



Fuente: www.sdtultrasound.com

Figura 1-18. Fenómeno de sobrelubricación en rodamientos

La sobrelubricación además de afectar a los rodamientos podría afectar a los bobinados del motor y en algunos casos provocar fallas. La aplicación indiscriminada de grasa podría dañar el aislamiento de las bobinas del motor y provocar cortocircuitos.

En la gama de rodamientos también existen los cuales son sellados completamente y el fabricante le aplica una cantidad suficiente de grasa para cumplir su vida útil, por lo tanto no requiere relubricación.

La consistencia es la propiedad fundamental de la grasa y determina, en términos simples, qué tan espesa es. Su unidad de medida es el NGLI y para rodamientos se ocupan valores de 1 a 3. La temperatura afecta la consistencia de la grasa, a temperaturas muy bajas la consistencia podría ser tan alta que no sea capaz de lubricar y en caso contrario si la temperatura es demasiado alta, la grasa se podría derretir disolviendo el espesante. Cuando la grasa se derrite no vuelve a tener la misma consistencia y podría perder todo el aceite que contiene. En tal caso el espesante posteriormente se seca y se endurece y en consecuencia no es capaz de lubricar. Para la selección del tipo de grasa a utilizar se deben considerar algunos factores como: rango de temperatura de operación, consistencia, viscosidad del aceite base, protección contra la corrosión, capacidad de carga y miscibilidad.

Fuente: Manual Lubricación SKF

Figura 1-19. Ejemplo del concepto de consistencia de las grasas

La miscibilidad es la capacidad de mezclar una grasa con otra sin tener efectos adversos. Si se mezclan grasas no compatibles la consistencia de la grasa puede variar drásticamente y provocar a los rodamientos daños graves. Grasas con el mismo espesante y aceites base similares, por lo general se pueden mezclar sin problemas.

La fricción que experimenta el rodamiento determina la cantidad de calor que genera. Y la cantidad de fricción depende de las cargas a las cuales es sometido, tipo y tamaño de rodamiento, la velocidad de funcionamiento y las propiedades y cantidad del

lubricante. La resistencia al giro de un rodamiento resulta de la fricción deslizante y por rodadura en las áreas de contacto entre los elementos rodantes y los caminos de rodadura, y los demás elementos que pudiese contar el rodamiento en su interior, como los diferentes tipos de jaula. Para calcular el momento de fricción en el rodamiento, el fabricante determina un coeficiente de fricción para cada diseño.

Los rodamientos tienen un límite de velocidad de trabajo, esta depende en gran medida del límite de temperatura que puede trabajar la grasa y de los materiales con los cuales está construido el rodamiento. Los rodamientos lubricados con grasa podrían experimentar alzas de temperatura durante la puesta marcha y luego de un tiempo de rodaje bajar a valores de temperatura normales de trabajo. La temperatura generada por el rodamiento también depende de otros factores como: tipo y tamaño del rodamiento, la carga, la lubricación, el diseño interno y la alineación.

A medida que el rodamiento trabaja, la grasa va perdiendo sus propiedades de lubricación producto del envejecimiento y el ingreso de contaminantes. Por lo tanto, periódicamente se debe renovar o reponer la grasa. La cantidad de grasa debe ocupar un porcentaje del total del rodamiento, este porcentaje es inversamente proporcional a la velocidad de operación. Algunos fabricantes para velocidades muy bajas recomiendan el 100% de volumen ocupado por el lubricante, sin embargo para altas velocidades este porcentaje varía entre el 30 y el 50%

Los fabricantes de motores eléctricos especifican la cantidad de grasa, ciclo de engrase y tipo de grasa para la lubricación de los rodamientos. Ésta especificación está hecha en función de las características del motor y sus parámetros de funcionamiento nominales, y en un ambiente de trabajo en condiciones óptimas.

Carcasa		Polos	Rodamiento	Cantidad de grasa (g)	Intervalos de relubricación (horas)				
IEC	NEMA				ODP (Carcasa abierta)		W21 (Carcasa cerrada)		(Ca
					50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50
90	143/5	2	6205	4	-	-	20000	20000	
		4							
		6							
		8							

Fuente: Manual General Motores Eléctricos WEG

Figura 1-20. Especificaciones de lubricación rodamientos motor eléctrico

1.5. CONDICIÓN ACTUAL DE LA LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELÉCTRICOS EN LA PLANTA CONCENTRADORA

La lubricación de motores eléctricos en la planta concentradora ha evolucionado en los últimos 4 años. En 2014 no existía un plan de lubricación y se lubricaba de manera informal. En 2015 se implementa un sistema de lubricadores automáticos. Actualmente el sistema de lubricación automática está fuera de servicio y los motores no se están lubricando.

En seguida se describirán las vulnerabilidades actuales de Planta concentradora referente a lubricación de motores eléctricos.

Ver diagrama Ishikawa en Anexo 2.

1.5.1. Ausencia de un plan de lubricación en el plan matriz de mantenimiento

A pesar de haber existido una estrategia de lubricación en base a lubricadores automáticos durante el año 2015, en el Plan Matriz de Mantenimiento no existe un Plan de Lubricación asociado a los motores eléctricos. Por consiguiente, no se generan tareas asociadas a engrase de rodamientos.

1.5.2. Falta de competencias en lubricación del personal a cargo de la actividad

Los Mantenedores Eléctricos saben la importancia de la lubricación de acuerdo a su experiencia, sin embargo, carecen de las competencias necesarias para poder realizar la actividad de la manera óptima. Al no existir una pauta, el mantenedor lubrica a su criterio, aplicando el tipo de grasa que desee, la cantidad que estime conveniente y en el momento que sea.

1.5.3. Desempeño del sistema de lubricadores automáticos desde el año 2015 hasta la actualidad

Durante el segundo semestre del año 2015 se instalaron lubricadores automáticos a los motores de eléctricos de la planta concentradora. En primera instancia a los motores

de media tensión y luego a los motores de baja tensión potencia mayor a 30 [HP]. La implementación fue ejecutada por una empresa externa a través de un contrato marco con División Andina. La empresa en cuestión también ejecutaba las reposiciones de las cargas de grasa.

Los lubricadores automáticos son de marca Easylube modelo 150 RFID. Este equipo contiene un depósito de 150 gramos de grasa que se aplica bajo en un tiempo configurable entre 1 y 12 meses.

Este proyecto tenía como objetivo:

- Reducir los costos de mano de obra
- Reducir costos en insumos para lubricación

Sin embargo, luego de 3 años de implementación no se han podido cumplir los objetivos planteados, puesto que:

- los costos de mano de obra se han mantenido, ya que, el personal que ejecutaba las labores de lubricación es el que ha debido mantener el sistema de lubricación automático.
- Los costos en insumos para la lubricación han aumentado, pues mensualmente un 5% de lubricadores automáticos se rompen, fallan o se extravían.
- Las recargas de 150 [g] con grasa Mobil Polyrex EM cuestan alrededor de 1/3 del valor del lubricador automático, lo que encarece el presupuesto.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-21. Lubricador automático Easylube 150 RFID

Además, el sistema presenta algunas características desfavorables para la lubricación de rodamientos de motores eléctricos; los que se describen a continuación:

- Estos dispositivos no discriminan si el equipo está en servicio o no, por lo tanto, aplicará grasa al rodamiento cuando este detenido y probablemente antes de haber cumplido las horas de operación necesarias para relubricar. En consecuencia, el rodamiento del motor se sobrelubrica, aumenta su fricción y en consecuencia aumenta su temperatura.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-22. Motores eléctricos en redundancia total

- La relubricación continua no es aconsejable en las aplicaciones con alta velocidad, ya que, la agitación de la grasa se vuelve demasiado intensa y ello eleva drásticamente la temperatura de funcionamiento y destruye la estructura del espesante de la grasa. Este método solo se aconseja en aplicaciones donde la velocidad de operación es baja y los intervalos de lubricación son demasiado cortos productos de la contaminación severa.
- El dispositivo utiliza una pila única especialmente diseñada por el fabricante del lubricador automático, lo que hace imposible la adquisición mediante otro proveedor, lo que dificulta el proceso de compra. Entonces el funcionamiento del sistema depende de que el fabricante siga fabricando y distribuyendo la pila en Chile.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-23. Pila lubricador automático

- Luego de la implementación se han detectado equipos en los cuales el lubricador está sobredimensionado. Por ejemplo, en la figura 1-24 se muestra un motor de inducción de jaula de ardilla de 30HP con un lubricador automático de 150g

configurado para 12 meses, es decir, dosificará 12,5 gramos mensuales. Si nos vamos a la placa de datos de motor que se muestra en la figura 1-25 veremos que el fabricante recomienda 21 gramos cada 13290 horas de operación, es decir, aproximadamente cada 18 meses. Por lo tanto, el lubricador aplica en un año 7 veces más grasa de lo que necesita el rodamiento del motor.

Fuente: Imagen en terreno, Planta SAG.

Figura 1-24. Motor de Correa transportadora A13, Planta SAG, con lubricador automático de 150g

Fuente: Imagen en terreno, Planta SAG.

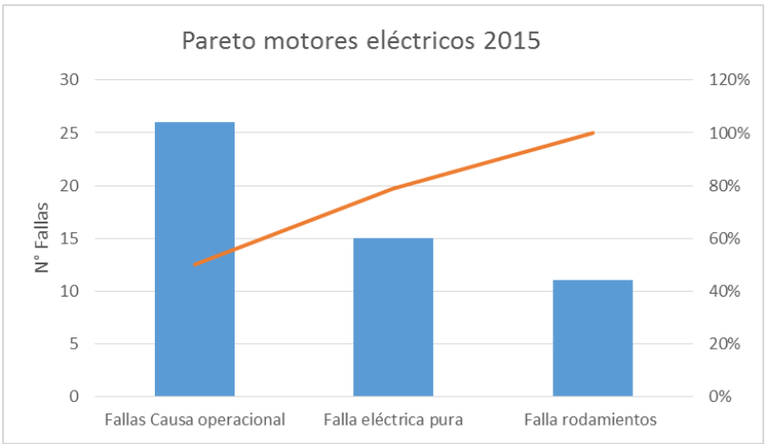
Figura 1-25. Extracto de placa de datos de motor de correa transportadora A13, Planta SAG

Fuente: Imagen en terreno, Planta SAG.

Figura 1-26. Configuración de tiempo lubricador automático

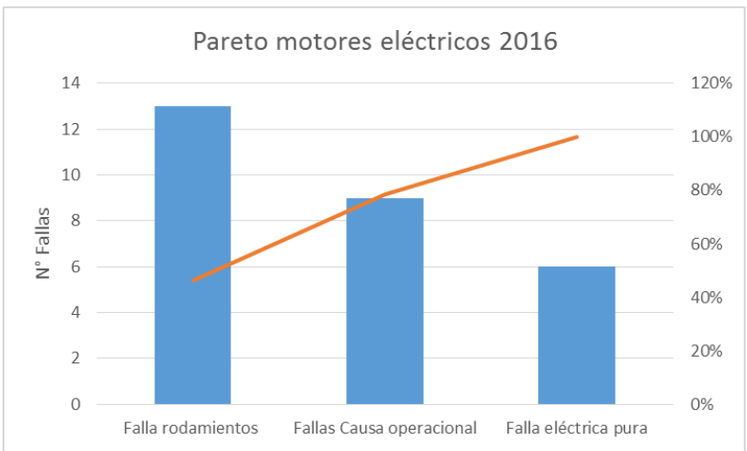
1.5.4. Aumento del número de fallas en rodamientos de motores eléctricos

Analizando los diagramas Pareto de los años 2015 y 2016 se puede apreciar el cambio de tendencia, aumentando el porcentaje de fallos a causa de rodamientos con respecto al total de un 21% a un 46%.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-1. Diagrama Pareto 2015

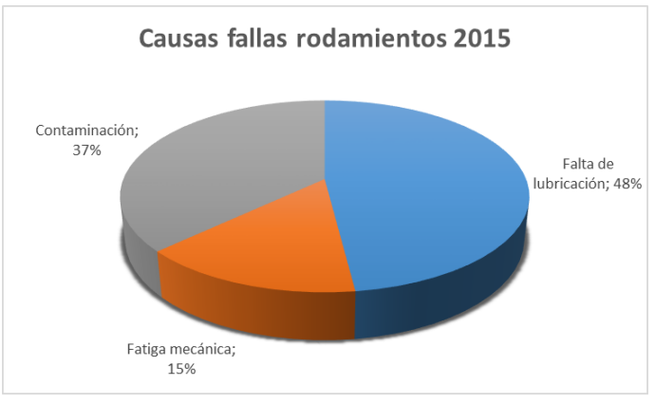


Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-2. Diagrama Pareto 2016

1.5.5. Evidencia de fallos por sobrelubricación

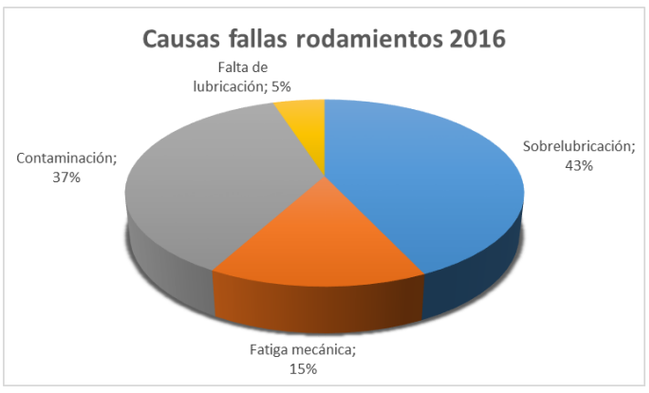
La reparación de motores eléctricos está encargada a una empresa externa llamada Borybor. Según sus registros los fallos en rodamientos durante el año 2015 se debió principalmente por: contaminación, falta de lubricación y fatiga mecánica.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-3. Causas de fallas en rodamientos Año 2015

Durante el año 2016 las causas de falla en rodamientos cambiaron, apareciendo una nueva falla; sobrelubricación, llevándose el 43% del total de las causas. Esta tendencia se mantuvo durante el 2017. En los informes de reparación se señala que durante el desarme se han encontrado rodamientos con una cantidad excesiva de grasa y además bobinados de los motores contaminados con lubricante.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-4. Causas de fallas en rodamientos 2016

Fuente: Informe de reparación empresa Borybor

Figura 1-27. Rodamiento excesivamente lubricado

Fuente: Informe de reparación empresa Borybor

Figura 1-28. Bobinado de estator con grasa

1.5.6. Aumento de los costos no operacionales

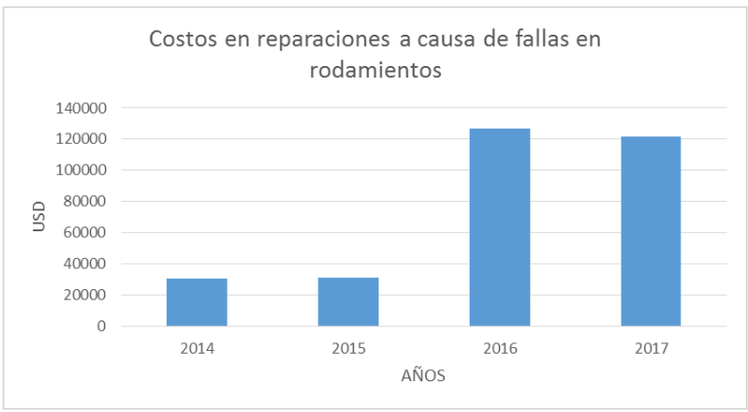
Los fallos en motores eléctricos tienen diferentes costos de reparación y depende principalmente de la potencia y el tipo de fallo. Los costos no operacionales por concepto de fallos en rodamientos significaron costos mayores a 100.000 USD durante el año 2017 y esto se debe a que las fallas se han centrado en motores de alta y baja tensión de gran potencia entre de 75 a 1300 [HP].

Tabla 1-1. Costos por reparación de motores a causa de fallos por rodamientos año 2017

COSTOS POR REPARACIÓN DE MOTORES A CAUSA DE FALLAS EN RODAMIENTOS					
EQUIPO	POTENCIA DEL MOTOR	N° FALLAS	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	VALOR DE REPARACION (USD)	VALOR TOTAL POR ITEM (USD)
Motor bomba de ciclones SAG n°3	1700	2	1	$ 17.991	$ 35.982
Motor bomba de ciclones SAG n°4	1700	1	1	$ 17.991	$ 17.991
Motor bomba de rebose n°1 Planta Unitario 1	150	2	1	$ 5.997	$ 11.994
Motor celda de flotación n°17 sección A	250	1	12	$ 5.997	$ 5.997
Motor celda de flotación n°9 sección B	250	1	12	$ 5.997	$ 5.997
Motor bomba de transferencia n°1	600	2	1	$ 11.994	$ 23.988
Motor celda de flotación N°5 sección E	250	1	12	$ 5.997	$ 5.997
Motor celda de flotación N°9 sección E	250	1	12	$ 5.997	$ 5.997
Motor celda de flotación N°9 sección B	150	1	12	$ 5.997	$ 5.997
Motor Celda Flotacion N°5	75	1	3	$ 1.274	$ 1.274
TOTAL EN PÉRDIDAS POR REPARACIONES					**$ 121.214**

Fuente: Elaboración propia

Este costo por concepto de reparaciones a causa de falla de rodamiento ha significado un aumento mayor al 300% con respecto a los años anteriores.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-5. Costos de reparación por concepto de fallas en rodamientos

1.5.7. Costos operacionales

El modo de fallo de rodamientos ligado a deficiencias de lubricación tiene distintos impactos en la operación. Los costos operacionales asociados dependen del equipo involucrado y el proceso que ha sido afectado.

En el caso de los motores de media tensión cuentan con medición de temperatura de rodamientos. Esta señal es monitoreada por la protección del motor, entonces cuando llega a niveles de falla, el dispositivo opera y detiene el motor antes que se produzca un fallo catastrófico. Los motores de baja tensión no cuentan con medición de temperatura.

En ambos casos los tiempos de detención del proceso depende de la gravedad de la falla y si existe un equipo en redundancia total.

Si la falla es grave, el equipo no puede seguir operando y no tiene otro equipo en redundancia total, el tiempo de detención será equivalente a las horas que demore la sustitución del motor.

Si la falla es grave y existe un equipo en redundancia total, la detención será equivalente al tiempo que requiere las maniobras operacionales para poner en servicio el equipo stand by.

Valorizar los fallos de motores a causa de rodamientos requiere un cálculo complejo que considera variables de leyes de mineral, precio del cobre, tonelaje de procesamiento, niveles de humedad, entre otros. No obstante, las pérdidas operacionales a causa de fallas en rodamientos durante el 2017 y el primer semestre de 2018 fueron cercanas a 1,3 MUSD.

1.6. FUNDAMENTOS PARA IMPLEMENTAR UNA NUEVA ESTRATEGIA DE LUBRICACIÓN PARA LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Con los antecedentes anteriores se podría considerar evaluar la factibilidad de ejecutar tareas de mantenimiento proactivo para anticiparse a la falla del rodamiento, no obstante, desde 2013 está establecido un plan de mantenimiento sintomático basado en monitoreo de vibraciones y temperatura. Mediante medición de vibraciones, la sobrelubricación no se pudo detectar, solo se detectó su efecto en las mediciones rutinarias de temperatura con cámaras termografías.

Cuando la condición de alta temperatura se había detectado se lubricaban los rodamientos pensando que el problema era falta de lubricación, sin embargo, la

temperatura no bajaba. En consecuencia, el motor se retiraba se forma preventiva y enviado a reparación.

Anterior al año 2016 los fallos se debían principalmente a falta de lubricación, en cambio luego se centraron en fallos por lubricación excesiva, por lo tanto, se hace necesario implementar un nuevo Plan de Lubricación que evite ambos fallos.

Los fabricantes de motores eléctricos dan su recomendación referente a la lubricación de rodamientos. Para obtener esta información se hace necesario inventariar todos los motores de la planta concentradora.

CAPÍTULO 2: CRITERIO GENERAL PARA LA LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELÉCTRICOS

2. CRITERIO GENERAL PARA LA LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELÉCTRICOS

2.1 INVENTARIO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Se realizará un inventario de todos los motores eléctricos de los equipos productivos de la Planta Concentradora de Andina, se recopilarán los datos desde la placa de características del motor o se pedirá la hoja de datos a los fabricantes. Los datos deben ser los siguientes:

- Equipo productivo involucrado
- Características técnicas básicas del motor: identificaremos la marca, tensión nominal, velocidad nominal, frame.
- Tipo de rodamientos
- Ciclo de engrase
- Cantidad de grasa

En el caso de rodamientos sin especificación de lubricación por parte del fabricante se indican en el inventario como: “S/E”.

En los casos en los cuales los rodamientos con designación ISO terminen en ZZ, 2RS, 2Z y con designación ABMA contengan “PP” u “EE” se indican como: “Sellado”. Este tipo de rodamiento es sellado completamente, y poseen lubricación que está contemplada para trabajar toda la vida útil del rodamiento.

La información del inventario de motores de la Planta Concentradora se puede ver en detalle en los Anexos del 7 al 11.

2.2 MOTORES SIN INFORMACIÓN DE CANTIDAD DE GRASA Y CICLO EN ENGRASA EN PLACA DE CARACTERÍSTICAS

En el inventario se encuentran motores que no contienen información acerca de la recomendación de cantidad de grasa y ciclo de engrase en su placa de características técnicas y tampoco se ha podido llegar al dato a través del fabricante del motor. Para estos

casos utilizaremos las recomendaciones de los fabricantes de rodamientos para calcular la cantidad de grasa y el ciclo de engrase.

Para conocer las dimensiones del rodamiento determinaremos la equivalencia de ABMA a ISO, ya que se cuenta con los planos y las medidas del manual de SKF, el cual, ocupa designación ISO.

En el Anexo 13 se encuentran los motores eléctricos de la Planta Concentradora que no contienen recomendación del fabricante.

2.2.1 Cálculo de cantidad de grasa de relubricación

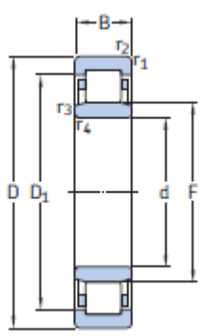
El cálculo de la cantidad de engrase para los rodamientos de motores eléctricos está determinado por la siguiente ecuación:

$$Gp = 0{,}005 * D * B$$

Donde:

- Gp: cantidad de grasa a añadir durante de la reposición [g]
- B: Ancho total de rodamiento [mm]
- D: Diámetro exterior del rodamiento [mm]

Como ejercicio de aplicación se calcula la cantidad de grasa para la lubricación de un rodamiento con designación ABMA 130RU03M30X26. Este rodamiento tiene una equivalencia ISO NU326 MC3, el cual corresponde a un rodamiento de una hilera de rodillos. A través de su plano y según tabla determinaremos sus medidas.



Fuente: Manual de rodamientos SKF

Figura 2-1. Plano rodamiento tipo NU

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
			dinámica	estática		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	–
100	150	24	89,7	122	15	5 000	5 000	1,45	NU 1020 M/C3VL0241
	180	34	251	310	38	3 800	4 500	4,02	NU 220 ECM/C3VL0241
	215	47	391	440	51	3 000	3 800	8,65	NU 320 ECM/C3VL0241
110	150	28	130	173	20,8	4 500	4 500	2,3	NU 1022 M/C3VL0241
	200	38	297	375	44	3 400	4 000	5,62	NU 222 ECM/C3VL0241
	240	50	468	540	61	2 600	3 400	11,99	NU 322 ECM/C3VL0241
120	180	28	138	190	22,4	4 000	4 000	2,55	NU 1024 M/C3VL2071
	215	40	341	440	50	3 000	3 600	6,63	NU 224 ECM/C3VL0241
	260	55	539	620	69,5	2 400	3 200	14,94	NU 324 ECM/C3VL0241
130	200	33	168	232	27	3 800	5 600	3,85	NU 1026 ML/C3VL2071
	230	40	369	465	52	2 800	3 400	7,62	NU 226 ECM/C3VL2071
	280	58	627	750	81,5	2 200	3 000	18,3	NU 326 ECM/C3VL2071
140	210	33	179	255	29	3 600	3 600	4,05	NU 1028 M/C3VL2071
	250	42	396	520	58,5	2 600	3 200	9	NU 228 ECM/C3VL2071
	300	62	682	830	88	2 200	2 800	25,12	NU 328 ECM/C3VL2071
150	225	35	205	300	33,5	3 200	5 000	4,9	NU 1030 ML/C3VL2071
	270	45	457	610	65,5	2 400	2 800	11,8	NU 230 ECM/C3VL2071
	320	65	765	950	100	2 000	2 600	31,06	NU 330 ECM/C3VL2071

Fuente: Manual de rodamientos SKF

Figura 2-2. Medidas de rodamiento NU326 según fabricante

Para el modelo de rodamientos NU326 MC3 las medidas son las siguientes:

- B: 58 [mm]
- D: 280 [mm]

Por lo tanto, para calcular la cantidad de grasa tenemos que:

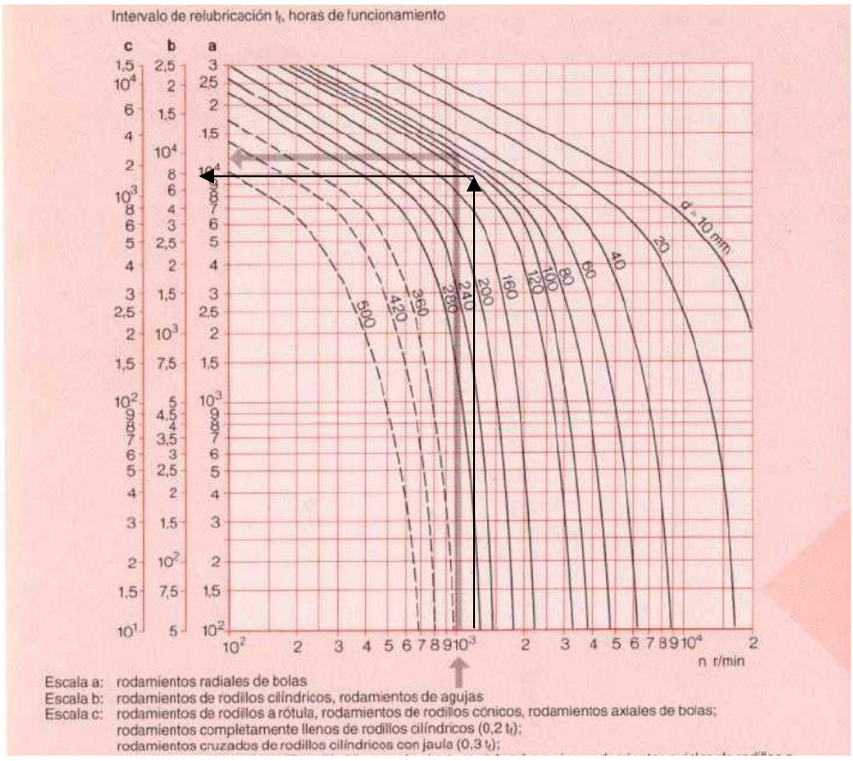
$$Gp = 0{,}005 * D * \mathrm{B}$$
$$Gp = 0{,}005 * 280 * 58$$
$$Gp = 81{,}2\ [g]$$

Entonces para la reposición de grasa en un rodamiento NU326 MC3 se necesitan 81,2 [g].

Ésta metodología para calcular la cantidad de grasa según las medidas del rodamiento será replicada para todos los demás motores que no contengan la recomendación del fabricante en el Anexo 12.

2.1.2. Cálculo de ciclo de engrase

Para calcular el ciclo de engrase de debe hacer referencia a al gráfico del Anexo 13 y la figura 2-3.



Fuente: Manual de Rodamientos SKF

Figura 2-3. Gráfico intervalo de relubricación rodamiento NU326 MC3 a 1000 rpm

En el gráfico en el eje “Y” (vertical) está el tiempo en horas del ciclo de lubricación con distintas escalas según el tipo de rodamiento. En el eje “X” (horizontal) está la velocidad en RPM a la cual opera el rodamiento, en consecuencia, del motor eléctrico. Y las curvas corresponden a los diámetros interiores de los rodamientos.

Continuando con el ejemplo anterior donde se calculó la cantidad de grasa para la relubricación de un rodamiento NU326 MC3, ahora se calculará su ciclo de engrase.

Se sabe por dato de placa de datos del motor que opera a una velocidad nominal de 996 rpm (ver Inventario de motor Planta Molienda Unitario 1) y el rodamiento es de una hilera de rodillos cilíndricos con un diámetro interior (d) igual a 130[mm].

Para determinar el ciclo de engrase subiremos desde 10^3 [r/min] en el eje “X” hasta llegar un poco antes de la curva de los rodamientos de 120 [mm] de diámetro interior (d) y uniremos con una línea recta hasta el eje “Y”, en este caso en la escala “b” (por ser un rodamiento de rodillos).

Para este tipo de rodamiento da como resultado 8000 horas de intervalo de engrase.

2.3 AJUSTE DEL CICLO DE ENGRASE SEGÚN LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Los ciclos de engrase que son recomendados por el fabricante del motor eléctrico son para las condiciones normales de operación del motor dentro de los límites de capacidad de carga, condiciones ambientales, velocidad nominal del equipo, temperatura del rodamiento según sus especificaciones y la posición de instalación del motor eléctrico según su diseño.

Cuando las condiciones de operación y las condiciones ambientales son extremas y escapan a las consideraciones del fabricante del motor eléctrico, acortan la vida útil de la grasa, por lo tanto, se deben hacer correcciones en el ciclo de engrase.

Las condiciones en las plantas mineras son bastante adversas para el funcionamiento de los motores eléctricos por los siguientes motivos:

- Contaminación de polvo
- Sectores de alta humedad
- Derrames concentrados de cobre
- Temperaturas extremas

Los fabricantes de rodamientos sugieren factores de corrección para ajustar el ciclo de engrase, los cuales se muestran en la tabla 2-1. La mayoría de estos factores el fabricante del motor eléctrico los considera cuando calcula el ciclo de engrase y lo establece como recomendación. Sin embargo, algunos no los considera porque dependen netamente de las características de operación y del ambiente del lugar donde el motor será instalado.

Tabla 2-1. Factores de corrección para ciclo de engrase de rodamientos

FACTORES DE CORRECCIÓN DE CICLO EN ENGRASE	
C1	Factor de corrección para los conjuntos de rodamientos y distintas clases de precarga
C2	Factor de corrección para los rodamientos híbridos
C3	Orientación del eje
C4	Carga del rodamiento
C5	Fiabilidad
C6	Flujo de aire a través del rodamiento
C7	Presencia de humedad y polvo
C8	Temperatura de funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

Los factores C1, C2, C4, C5 y C6 son considerados por el fabricante del motor eléctrico para calcular el ciclo de engrase recomendado.

El factor C3 se debe aplicar al ciclo de engrase de los motores que se instalan de manera vertical pero que han sido diseñados para trabajar de manera horizontal. Caso que no se da en la Planta Concentradora

Condiciones de funcionamiento	Factor de corrección	
Orientación del eje		
Vertical	C_3	0,5
Horizontal		1

Fuente: Manual de Rodamientos SKF

Figura 2-4. Factor de corrección orientación del eje

Los factores C7 y C8 deben ser considerados por el usuario para corregir el ciclo de engrase. Estos factores multiplican el número de horas del ciclo de relubricación.

Para el ciclo de engrase de los motores eléctricos de la planta concentradora se aplicarán los factores C3, C7 y C8 según la condición de instalación y las condiciones ambientales.

Presencia de humedad y polvo		
Baja	C_7	1
Moderada		0,5
Alta		0,3
Muy alta		0,1

Fuente: Manual de Rodamientos SKF

Figura 2-5. Factor de corrección por presencia de humedad y polvo

Temperatura de funcionamiento		
40 °C *(105 °F)*	C_8	2
55 °C *(130 °F)*		2
70 °C *(125 °F)*		1
85 °C *(185 °F)*		0,5
100 °C *(210 °F)*		0,25

Fuente: Manual de Rodamientos SKF

Figura 2-6. Factor de corrección por temperatura de funcionamiento

En la tabla 2-2 se resume los factores que se aplicarán según la condición de cada planta.

Tabla 2-2. Factores de corrección ciclo de engrase por planta

FACTORES DE CORRECCIÓN PLANTA CONCENTRADORA			
Planta	Factor		
	C3	C7	C8
Molienda Convencional	1	0,5	1
Molienda Unitario 1	1	0,5	1
Molienda Unitario 2	1	0,5	1
Molienda SAG	1	0,5	1
Flotación	1	0,5	1

Fuente: Elaboración propia

Para demostrar cómo aplicar los factores de corrección se tomará el ciclo de engrase calculado en el ejemplo del punto 2.2.2 donde el resultado fue 8000 horas. Para

calcular el ciclo de engrase corregido suponiendo que este motor se encuentra en la Planta Molienda SAG se debe plantear de la siguiente forma:

$$CEC = CER * C3 * C7 * C8$$
$$CEC = 8000 * 1 * 0{,}5 * 1$$
$$CEC = 4000\ [h]$$

Donde:

- CEC: Ciclo de engrase corregido
- CER: Ciclo de engrase recomendado
- C3: Factor de corrección orientación del eje
- C7: Factor de corrección polvo y humedad
- C8: Factor de corrección temperatura de funcionamiento

En conclusión, el ciclo de engrase corregido es de 4000 horas de funcionamiento.

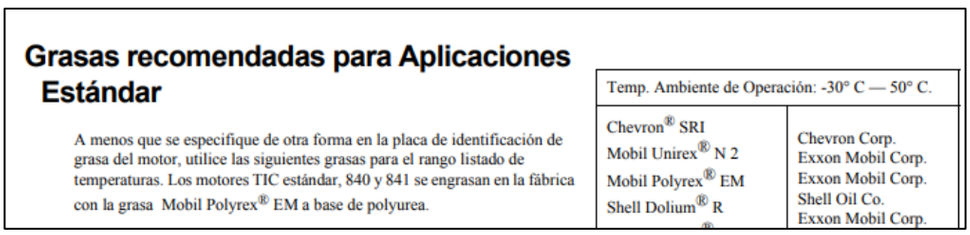
2.3.1 Definición del tipo de grasa a aplicar

El tipo de grasa que será utilizado para la lubricación de los rodamientos de los motores eléctricos de la planta concentradora será definido según:

- Recomendación de los fabricantes de motores eléctricos
- Lubricante que se encuentra en los rodamientos

Los fabricantes de motores eléctricos recomiendan lubricantes adecuados para los rodamientos. En el parque de motores de la Planta Concentradora el 80% son marca WEG, el 20% restante se reparte en motores de marca Siemens, Baldor-Reliance y Toshiba.

La grasa lubricante que recomienda Baldor-Reliance, Toshiba y WEG recomienda la grasa Mobil Polirex EM.



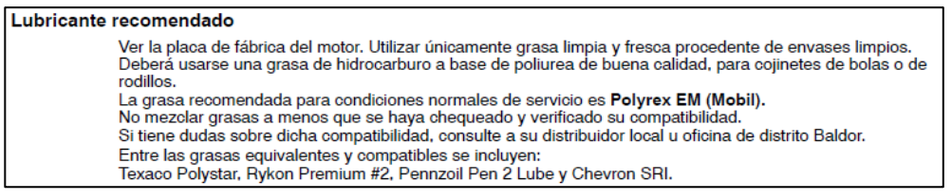
Grasas recomendadas para Aplicaciones Estándar

A menos que se especifique de otra forma en la placa de identificación de grasa del motor, utilice las siguientes grasas para el rango listado de temperaturas. Los motores TIC estándar, 840 y 841 se engrasan en la fábrica con la grasa Mobil Polyrex® EM a base de polyurea.

Temp. Ambiente de Operación: -30° C — 50° C.	
Chevron® SRI	Chevron Corp.
Mobil Unirex® N 2	Exxon Mobil Corp.
Mobil Polyrex® EM	Exxon Mobil Corp.
Shell Dolium® R	Shell Oil Co.
	Exxon Mobil Corp.

Fuente: Manual Motores Eléctricos Toshiba

Figura 2-7. Recomendación grasa motores eléctricos Toshiba

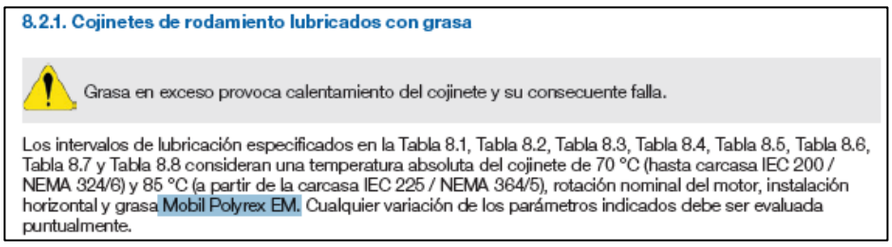


Lubricante recomendado

Ver la placa de fábrica del motor. Utilizar únicamente grasa limpia y fresca procedente de envases limpios. Deberá usarse una grasa de hidrocarburo a base de poliurea de buena calidad, para cojinetes de bolas o de rodillos.
La grasa recomendada para condiciones normales de servicio es **Polyrex EM (Mobil).**
No mezclar grasas a menos que se haya chequeado y verificado su compatibilidad.
Si tiene dudas sobre dicha compatibilidad, consulte a su distribuidor local u oficina de distrito Baldor.
Entre las grasas equivalentes y compatibles se incluyen:
Texaco Polystar, Rykon Premium #2, Pennzoil Pen 2 Lube y Chevron SRI.

Fuente: Manual Motores Eléctricos Baldor-Reliance

Figura 2-8. Recomendación grasa motores eléctricos Baldor-Reliance



8.2.1. Cojinetes de rodamiento lubricados con grasa

Grasa en exceso provoca calentamiento del cojinete y su consecuente falla.

Los intervalos de lubricación especificados en la Tabla 8.1, Tabla 8.2, Tabla 8.3, Tabla 8.4, Tabla 8.5, Tabla 8.6, Tabla 8.7 y Tabla 8.8 consideran una temperatura absoluta del cojinete de 70 °C (hasta carcasa IEC 200 / NEMA 324/6) y 85 °C (a partir de la carcasa IEC 225 / NEMA 364/5), rotación nominal del motor, instalación horizontal y grasa Mobil Polyrex EM. Cualquier variación de los parámetros indicados debe ser evaluada puntualmente.

Fuente: Manual Motores Eléctricos WEG

Figura 2-9. Recomendación grasa motores eléctricos WEG

Los motores eléctricos de la Planta Concentradora están lubricados actualmente con Grasa Mobil Polyrex EM, la cual, fue la grasa utilizada en el sistema de lubricadores automáticos.

Tomando en cuenta la recomendación de los fabricantes y la grasa que actualmente se encuentra en los rodamientos por concepto de miscibilidad, el lubricante definido para el plan de lubricación de motores eléctricos es la grasa Mobil Polyrex serie EM.

2.3.2. Características grasas Polyrex serie EM

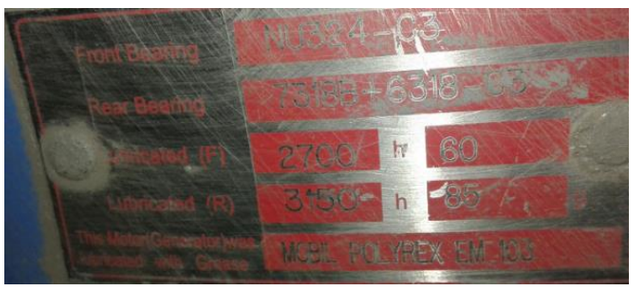
Esta grasa está diseñada para la lubricación de rodamientos de bolas o rodillos cilíndricos de motores eléctricos que funcionan a alta temperatura.

Propiedades	Ventajas y Beneficios Potenciales
Excepcional vida útil de la grasa	Excepcional lubricación de larga duración a altas temperaturas de cojinetes de bolas y de rodillos, en particular en aplicaciones selladas de por vida
Espesante avanzado de poliurea	Mayor durabilidad en comparación con las grasas convencionalesde poliurea cuando están sujetas a fuerzas mecánicas de esfuerzo cortante
Excelente resistencia a la corrosión	Las grasas Mobil PolyrexEM y Mobil Polyrex EM 103 proporcionan protección contra la herrumbre y la corrosión. En comparación con Polyrex EM 103, la grasa Mobil Polyrex EM brinda protección adicional bajo condiciones moderadas de lavado con agua salada
Propiedades de ruido bajo	La grasa Mobil Polyrex EM es apropiada para la lubricación de cojinetes en muchas aplicaciones sensibles al ruido

Fuente: Catalogo Grasa Mobil Polyrex serie EM

Figura 2-10. Propiedades, ventajas y beneficios potenciales grasa Mobil Polyrex EM

La grasa Mobil Polirex EM 103 es una variante orientada a aplicaciones donde los motores trabajan montados verticalmente o para motores muy grandes donde las cargas exijan una grasa de mayor consistencia.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-11. Placa de datos motor WEG de 150 [HP] montado verticalmente con recomendación grasa Mobil Polirex EM 103

	Mobil Polyrex EM	Mobil PolyrexEM 103
Grado NLGI	2	3
Color	Azul	Azul
Viscosidad del aceite base, ASTM D 445		
cSt @ 40°C	115	115
cSt @ 100°C	12,2	12,2
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	95	95
Penetración, ASTM D217 trabajada, 60x, mm/10	285	250
Cambio de penetración después de 100.000 golpes, ASTM D217, mm/10	40	40
Punto de goteo, ASTM D 2265, °C (°F)	260	270
Prueba de separación del aceite, ASTM D 1742, %	0,5	0,1
Vida de la grasa a altas temperaturas, ASTM D 3336, horas a 177°C	750+	750+

	Mobil Polyrex EM	Mobil PolyrexEM 103
Muesca de desgaste de 4 bolas, ASTM D 2266, a 40 kgs, 1200 rpm, 75°C, 1 hora, mm	0,41	0,6
Par motor a bajas de temperaturas, ASTM D 1478, g-cm- a 29°C		
De arranque	7500	9300
En funcionamiento	800	1000
Desempeño de corrosión EMCOR, agua de mar sintética al 10 % ASTM D 6138 (preparado según ASTM D 665B)	0,1 (sin herrumbre)	
Protección contra la herrumbre, ASTM D 1743, agua destilada	Pasa	Pasa
Resistencia a la corrosión de cobre, ASTM D 4048	1A	1ª
Lavado por agua, ASTM D 1264, %	1,9	0,8

Fuente: Catalogo Grasa Mobil Polirex EM

Figura 2-12. Características técnicas grasa Mobil Polirex EM y Mobil Polirex EM 103

CAPÍTULO 3: PLAN DE LUBRICACIÓN Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN

3. PLAN DE LUBRICACIÓN Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN Y PLAN DE LUBRICACIÓN

Este capítulo está orientado a definir como se debe ejecutar la actividad de lubricación y determinar el plan a seguir.

3.2. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE ENGRASE

La metodología de ejecución debe cubrir dos necesidades. La primera necesidad es medir cuanta grasa se le aplica al rodamiento y la segunda es determinar cuanta es la cantidad precisa de grasa que necesita el rodamiento para evitar la sobrelubricación.

3.2.1. Pistola de engrase automática con medición de flujo

Actualmente en el mercado existe una gran variedad de modelos de pistolas de engrase automático con medición de flujo en tiempo real. Además, cuentan con baterías recargables que les entregan bastante autonomía.

La pistola de engrase automática con batería recargable marca Alemite modelo 596D es un de dispositivos que mide en tiempo real la cantidad de gramos que se está inyectando, la capacidad de carga de la batería y el nivel de llenado del depósito de grasa, y lo muestra través de una pantalla LCD. También tiene características adicionales como: contar con dos niveles flujo, linterna led y se puede seleccionar la unidad de medida en onzas o gramos. Según el fabricante con una batería cargada de podría descargar 15 depósitos de grasa. El equipo cuenta con batería de repuesto y cargador.

Fuente: Catalogo Alemite

Figura 3-1. Pistola de engrase automático con batería

Fuente: Catalogo Alemite

Figura 3-2. Pantalla informativa pistola engrasadora automática

El uso de este tipo de dispositivos elimina la incertidumbre de no saber cuánta grasa se aplica al momento de lubricar, y es la herramienta necesaria para dosificar de manera precisa la cantidad de gramos.

Model Number	Li-Ion Battery			70-minute Charger	Pressure	Flow Rate		Cartridges per Battery Charge		Weight
	Quantity	Voltage	mAh			High	Low	High Speed	Low Speed	
596-A	1	20 V*	1500	110 V/60 Hz	10,000 psi (690 bar)	6 oz/min (170 g/min)	4 oz/min (113 g/min)	13	15	6.3 lb (2.9 kg)
596-B	2									
596-C	1			220 V/50 Hz						
596-D	2									

*Maximum initial voltage without workload

Fuente: Catalogo Alemite

Figura 3-3. Especificaciones técnicas de pistola de engrase Alemite modelo 596D

Este modelo de equipo de engrase es el recomendado y es referencial, la compañía es libre de elegir el equipo que estime conveniente.

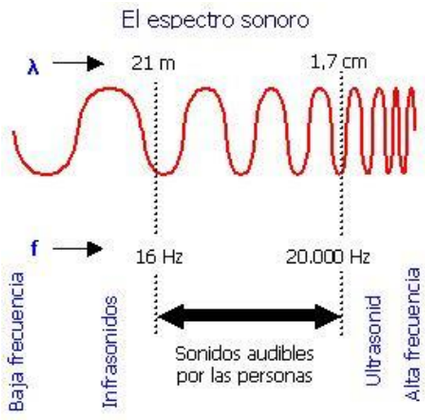
3.2.2. Técnica de ultrasonido en lubricación con grasa

Como se ha visto anteriormente la lubricación de los rodamientos se basa en dos consignas: tiempo y cantidad. También se sabe que los proveedores de motores eléctricos recomiendan una cierta cantidad de grasa y una cantidad de horas para lubricar, sin embargo, existen factores que corrigen el ciclo de relubricación según la condición de operación del motor. Los ciclos de engrase corregidos son estimaciones que se acercan a las necesidades de los rodamientos, pero existen condiciones que son muy difíciles de determinar que podrían modificar el ciclo de engrase:

- Variaciones de velocidad: especialmente en motores que son accionados por variadores de frecuencia y operan en función de alguna variable operacional. Por ejemplo, las bombas de concentrado varían su velocidad en función del nivel de un estanque. Hay que recordar que las recomendaciones de ciclo de engrase de los fabricantes de motores son en base a funcionamiento a velocidad nominal.
- Variaciones de temperatura: Dependiendo la estación podrían generarse temperaturas muy bajas en inverno y muy altas en verano.
- Variaciones en la humedad ambiental
- Vibraciones mecánicas excesivas

Las variaciones que puedan existir en los ciclos de engrase podrían provocar dos resultados negativos a la hora de lubricar: aplicar demasiada grasa o aplicar muy poca grasa. Para evitar tales resultados y aplicar la cantidad de grasa precisa es posible utilizar la técnica de ultrasonido mientras se ejecuta la acción de lubricar.

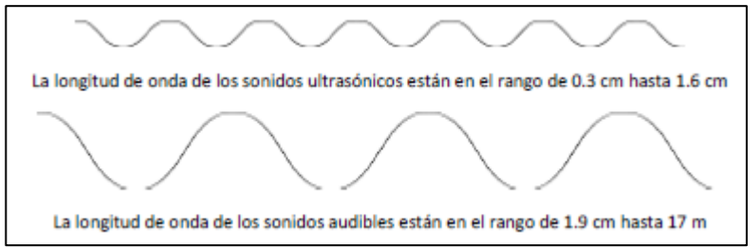
La tecnología de ultrasonido puede trabajar en ambientes ruidosos y el capaz de captar las ondas ultrasónicas que producen los rodamientos. La tecnología se basa en el censado de sonidos de alta frecuencia. Se consideran ondas ultrasónicas a las ondas con una frecuencia mayor o igual a 20 [kHz]. En este rango de ondas el oído humano no es capaz oír. Los instrumentos con tecnología de ultrasonido son capaces de medir ondas 20 [kHz] hasta 100 [kHz].



Fuente: http://fisioterapeia.blogspot.com

Figura 3-4. Espectro sonoro

Las ondas de ultrasonido son de menor amplitud a las ondas de baja frecuencia. Las ondas de baja frecuencia viajan altas distancias y son de alta intensidad. Las ondas de alta frecuencia son de baja intensidad y no viajan tan lejos.



Fuente: Guía de lubricación UE Systems

Figura 3-5. Longitudes de ondas de baja y alta frecuencia

Los equipos de ultrasonido cuentan con elementos electrónicos llamados transductores que captan las ondas ultrasónicas inaudibles para el ser humano y las traducen a ondas de baja frecuencia para que los operadores las puedan oír, este proceso se denomina heterodino. Esta información los equipos ultrasónicos la entregan como sonido a través de audífonos y/o como intensidad sonora en decibeles.

En los rodamientos durante su operación, considerando cargas normales, experimentan una deformación elástica en el área de contacto. Las superficies al no ser perfectamente lisas no permiten una distribución uniforme del estrés que se produce. El lubricante permite que el estrés se distribuya de mejor manera y por lo tanto el rodamiento producirá menos ruido. Entonces a medida que el lubricante se va deteriorando o se va perdiendo, el rodamiento tendrá una mayor carga acústica y los metales estarán más propensos a hacer contacto entre ellos, y en consecuencia provocando desgaste y fisuras.

En el otro extremo, cuando se adiciona demasiado lubricante puede aumentar la temperatura del rodamiento, lo que puede causar entres y deformaciones. La sobrelubricación también aumenta la fricción y por consiguiente su carga acústica.

Los equipos ultrasónicos son sensibles a los cambios de fricción en los rodamientos. Un rodamiento bien lubricado tendrá muy poca fricción. En esta condición cuando el rodamiento gira produce un sonido similar a una “cascada de agua” a este sonido se le conoce como “ruido blanco”. Cuando los rodamientos se encuentran en mal estado, con lubricación deficiente o sobrelubricados el sonido que producen es similar a una “radio desintonizada”

El principal objetivo de este método es evitar la sobrelubricación, para ello, se debe determinar la línea base. La línea base es el nivel de ruido en decibles que emite el rodamiento cuando trabaja bajo condiciones normales. Los niveles de ruido normales varían principalmente por tamaño y el diseño del rodamiento. La línea base se puede determinar de 3 formas:

- Comparación: cuando hay más de un rodamiento del mismo tipo, rpm y carga, es posible hacer una comparación entre ellos. Si no hay diferencias sustanciales mayores a 8 dB se establece una línea base con el promedio de dichos valores.
- Establecerla mientras se lubrica: en el momento de ejecuta la lubricación se aplica una cantidad pequeña de lubricante, los decibeles comenzarán a bajar. Se debe parar de lubricar cuando el sonido pare de bajar o cuando aumenta levemente. El valor de dB que se manifieste en ese momento se considerará como línea base.
- Histórico: se toma una medición inicial y si el valor de dB no ha variado más de 8 dB en treinta días se establece el valor inicial como línea base.

3.2.3. Ejecución de engrase con equipo de ultrasonido Ultraprobe 201

El equipo de ultrasonido Ultraprobe 201 es un accesorio para las pistolas de engrase y está diseñado para permitir a un solo operador lubricar y monitorear los niveles de ultrasonido simultáneamente para prevenir la sobrelubricación. Se selecciona este dispositivo principalmente porque no existe otro en el mercado que se adapte a las pistolas de grasa y además su lógica de funcionamiento permite que un operador con un breve entrenamiento previo pueda utilizarlo rápidamente.

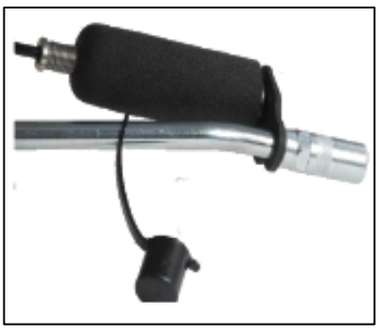
Cuando los niveles de lubricación descienden, los niveles de fricción aumentan, produciendo ondas ultrasónicas. El equipo de ultrasonido se adapta fácilmente a una engrasadora estándar, detecta los sonidos ultrasónicos y los traduce a una señal audible a través de audífonos, además de un visualizador led indicador de intensidad sonora en decibeles. Para utilizar el equipo correctamente, los usuarios necesariamente deben familiarizarse con los sonidos de los rodamientos.

Fuente: Manual Ultraprobe 201

Figura 3-6. Equipo de ultrasonido Ultraprobe 201 (Pistola de engrase referencial)

El Ultraprobe 201 cuenta con tres elementos principales:

- Abrazadera
- Controlador
- Sensor magnético y cable con blindaje acústico
- La abrazadera es un elemento ajustable que está diseñado para por instalar el equipo de ultrasonido a la mayoría de los modelos de pistolas de engrase. Compatible con el modelo que pistola de engrase automática determinada para la metodología de lubricación modelo Alemite 596D
- El sensor magnético de ultrasonido se debe instalar lo más cercano a la carcasa del rodamiento, adosado al ducto de la misma grasera o en la periferia de alguno de los cuadrantes de las tapas del motor eléctrico. Cual alternativa tomar depende del acceso que se tenga a realizar la medición. Entre más cercano a la fuente sea instalado el sensor, más precisa será la medición.



Fuente: Manual Ultraprobe 201

Figura 3-7. Equipo de ultrasonido Ultraprobe 201

El controlador del sistema de ultrasonido es el que recibe la señal desde el sensor magnético e interpreta la señal acústica de ultrasonido y la transforma es una señal visual y sonora audible para el operador y cuenta con los siguientes componentes:

- A: botones de encendido y apagado
- B: indicador de barras LED
- C: luz de nivel de batería
- D: Selector de sensibilidad
- E: conector para audífonos

Fuente: Manual Ultraprobe 201

Figura 3-8. Controlador del equipo Ultraprobe

- La utilización del equipo si bien es bastante sencilla idealmente requiere un entrenamiento previo para saber interpretar los sonidos y ejecutar la lubricación de manera correcta.
- En el Anexo 14 se puede encontrar el instructivo para lubricación de rodamientos de motores eléctricos con equipo de ultrasonido Ultraprobe 201.

Este modelo de equipo de ultrasonido es el recomendado y es referencial, la compañía es libre de elegir el equipo que estime conveniente.

3.3. PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL

Este plan anual tiene por objeto resumir en un calendario anual qué mes se va a ejecutar la lubricación cada motor eléctrico de la Planta concentradora, el cual, se construye en base a los ciclos de lubricación corregidos. Esta información es vital para programar las rutas de lubricación.

La gran mayoría de los equipos en la planta concentradora trabajan en un régimen de 24 horas por día y solo detienen en mantenimientos programados o ante un imprevisto operacional, como, por ejemplo, las Correas Transportadoras y Celdas de Flotación.

No obstante, algunos equipos que se encuentran en redundancia total se deben tratar de una manera especial para no sobrelubricar, ya que, en un periodo especifico de funcionamiento habrán operado la mitad de tiempo. En la planta concentradora esta configuración se da en bombas de concentrado, las cuales cuentan con elementos de desgaste que se deben reemplazar luego de un tiempo determinado de operación. Entonces para calcular el tiempo en meses del ciclo de engrase, para estos casos particulares, se considerará que el equipo trabaja 12 horas por día.

Según la información obtenida en el Inventario de motores eléctricos de la Planta concentradora se desprende que en algunos motores el ciclo de engrase es distinto un rodamiento del otro, no obstante, tomando en cuenta los factores de corrección aplicados al ciclo y la metodología que se utilizará en la ejecución de la actividad, para efectos de la calendarización por equipo se tomará un promedio de los ciclos de lubricación. Esta medida resguarda que la actividad sea práctica para el personal que ejecuta la actividad, el cumplimiento del plan y la correcta lubricación de los rodamientos.

La información que debe contener cada plan lubricación es:

a) Identificación del equipo
b) Frecuencia de lubricación en meses
c) Identificación de los meses de ejecución de la actividad

			PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA CONVECIONAL														
			Año 1												Año 2		
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
2	Alimentador 9C	14	X														X
3	Alimentador 9E	14	X														X
4	Alimentador 9F	14	X														X

Fuente: propia

Figura 3-9. Extracto de Plan de Lubricación

Para ver cada uno de los Planes Anuales de Lubricación de la Planta Concentradora referirse los Anexos del 15 al 19.

3.4. RUTAS DE LUBRICACIÓN

Para cumplir los planes de lubricación de los motores eléctricos se establecerán Rutas de Lubricación, las cuales, agruparán equipos por planta, por familia de equipos y en equivalencia de horas de ciclo de engrase.

El primer objetivo de las Rutas de lubricación es entregar información para que el personal encargado ejecute la actividad correctamente, bajo el mismo criterio y aplicando la técnica de ultrasonido. Además, la ruta permite registrar información relevante que servirá para optimizar la ruta, encontrar deficiencias, analizar tendencias y tomar acciones correctivas.

El segundo objetivo es dosificar la carga de trabajo de tal manera facilitar la programación de la actividad.

La información que deben contener las Rutas de Lubricación es:

a) Identificación de la Ruta de Lubricación
b) Fecha de creación
c) Fecha de última revisión
d) Identificación del equipo
e) Metodología de ejecución
f) Descripción del punto de engrase

g) Tipo de grasa a aplicar
h) Cantidad de gramos por punto de engrase
i) Frecuencia de lubricación en meses
j) Línea base de nivel de ultrasonido en dB
k) Nivel de sonido antes de lubricar en dB
l) Nivel de sonido después de lubricar en dB
m) Cantidad real de grasa aplicada en gramos

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Alimentador 9B	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
2	Alimentador 9C	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-10. Extracto de Plan de Lubricación

Para ver en detalle cada una de las Rutas de Lubricación de la Planta Concentradora referirse a los Anexos del 20 al 50.

CAPÍTULO 4: COSTOS IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE LUBRICACIÓN

4. COSTOS IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE LUBRICACIÓN

4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE LUBRICIÓN

Este capítulo tiene como objetivo determinar los costos insumos y mano de obra del Plan de Lubricación de motores eléctricos de Planta Concentradora.

4.2. COSTOS ACTUAL MANTENIMIENTO LUBRICADORES AUTOMÁTICOS

Según el departamento eléctrico de la Planta Concentradora se encuentran instalados 274 lubricadores automáticos. El mantenimiento de este sistema contempla las siguientes consideraciones.

- el 5% se extravía o se estropea en promedio mensualmente, es decir, al año se extravían o estropean 165 lubricadores automáticos aproximadamente.
- Tienen un consumo promedio anual de 195 recargas de grasa para lubricador automático.
- En promedio destinan 6 HH semanales para mantener los lubricadores automáticos, lo cual se traduce en 288 horas hombre anualmente. El valor de la hora hombre para este trabajo es de CLP 5.380. (en 2018)
- El repuesto de lubricador automático tiene un costo asociado de CLP 87.377 (al año 2018)
- Las recargas de grasa de 150 gramos tienen un costo asociado de CLP 31.377 (al año 2018)
- Cuando se extravía o se estropea un lubricador automático es normal que se pierdan o se rompan los accesorios que permite que se adapte al motor, como reducciones, acoples y tubos. Según el Departamento Eléctrico de la Planta Concentradora se estima un consumo de 500 accesorios anual con un valor promedio de USD 1 cada uno.

Fuente: elaboración propia

Figura 4-1. Accesorios para adaptación lubricadores automáticos

Tabla 4-1. Costos anuales lubricadores automáticos

COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL LUBRICADORES AUTOMÁTICOS				
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Valor**	**Totales**
1	Horas hombre	288	CLP 5.380	CLP 1.549.440
2	Reposición de cargas de grasa	195	CLP 21.344	CLP 4.162.080
3	Repuesto de lubricador automático	165	CLP 87.377	CLP 14.417.205
4	Accesorio lubricación	500	CLP 671	CLP 335.650
2. TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL				**CLP 20.464.375**
				USD 30.485

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.3. COSTOS ANUALES PLAN DE LUBRICACIÓN PROYECTADO

Los costos asociados al nuevo Plan de Lubricación se basan principalmente en las horas hombre y los insumos de grasa y accesorios de graseras, además de la inversión inicial en equipos de lubricación y ultrasonido.

4.3.1. Cálculo de costo de horas hombre anuales para el proyecto

Para determinar las horas hombre anual del proyecto, se calculará las horas hombre de cada Ruta de Lubricación y luego con el Plan de lubricación se determinará cuantas veces al año se repite cada ruta. En los casos en que la frecuencia de ejecución de la ruta sea mayor a 12 meses se considerara para efectos del cálculo de HH anuales, una frecuencia de 0,5 anual.

Para realizar el cálculo se tomarán las siguientes consideraciones:

- Se considerará 1 hora hombre por cada Ruta de Lubricación para la realización de documentación de seguridad y permisos de trabajos correspondientes.
- Se considerará 1 hora hombre para el chequeo y acondicionamiento de equipo de ultrasonido, y traslado al área de trabajo.
- Se considerará en promedio 30 minutos para la lubricación de cada motor independiente su tamaño. Equivalentes a 0,5 horas.
- Se le asignará un valor promedio a la hora hombre de CLP 5.300 (valor hora hombre promedio de mantenedores Codelco Andina)

Los resultados del cálculo se pueden visualizar en la Tabla 4-2, en donde aparece la cantidad de horas hombre para cada Ruta de Lubricación y el total que suman anualmente.

Sabiendo la cantidad de horas anuales y el valor de cada hora hombre es posible saber el costo anual asociado a este requerimiento. (Ver tabla en página siguiente)

Tabla 4-2. Costo horas hombre con proyecto

DETALLE CALCULO HORAS HOMBRE ANUAL RUTAS DE LUBRICACIÓN						
Ruta	N° de motores	Tiempo de ejecución Ruta (h)	Tiempo adicional (h)	HH por Ruta	Frecuencia Anual	HH por Ruta Anuales
Ruta Conv #1	17	9	2	11	0,5	5
Ruta Conv #2	11	6	2	8	0,5	4
Ruta Conv #3	10	5	2	7	3	21
Ruta MUN1 #1	9	5	2	7	0,5	3
Ruta MUN1 #2	4	2	2	4	2	8
Ruta MUN1 #3	2	1	2	3	4	12
Ruta MUN1 #4	2	1	2	3	1	3
Ruta MUN2 #1	5	3	2	5	1	5
Ruta MUN2 #2	3	2	2	4	3	11
Ruta MUN2 #3	2	1	2	3	1	3
Ruta MUN2 #4	2	1	2	3	4	12
Ruta MUN2 #5	1	1	2	3	1	3
Ruta SAG #1	7	4	2	6	0,5	3
Ruta SAG #2	4	2	2	4	1	4
Ruta SAG #3	5	3	2	5	1	5
Ruta SAG #4	6	3	2	5	2	10
Ruta SAG #5	3	2	2	4	4	14
Ruta flota #1	8	4	2	6	6	36
Ruta flota #2	8	4	2	6	6	36
Ruta flota #3	8	4	2	6	6	36
Ruta flota #4	8	4	2	6	6	36
Ruta flota #5	9	5	2	7	6	39
Ruta flota #6	7	4	2	6	6	33
Ruta flota #7	9	5	2	7	6	39
Ruta flota #8	7	4	2	6	6	33
Ruta flota #9	8	4	2	6	6	36
Ruta flota #10	7	4	2	6	3	17
Ruta flota #11	6	3	2	5	2	10
Ruta flota #12	4	2	2	4	0,5	2
Ruta flota #13	4	2	2	4	0,5	2
Ruta flota #14	2	1	2	3	12	36
TOTAL HH ANUALES						**515**

Fuente: Elaboración propia

El resultado de horas hombre requeridas de anualmente para el plan es de 515 [HH]. Por lo tanto tomando en cuenta que el valor de 1 [HH] es equivalente a CLP 5.300 se traduce un costo total anual de CLP 2.760.010.

4.3.2. Cálculo de costo de insumo de grasa anual

Anualmente se consumirán dos tipos de grasa: Polyrex EM y Polyrex EM 103. Ambas satisfacen los requerimientos del Plan de Lubricación. De la grasa Polyrex EM se requieren 15 [kg]. De la grasa Polyrex EM 103 se requieren 61 [kg]. Estas cantidades se calculan determinando la cantidad requerida por Ruta de Lubricación y multiplicándola por las veces que se repite en el año. La tabla 4-3 muestra el detalle.

Tabla 4-3. Consumo anual de grasa proyectado

DETALLE DE CONSUMO ANUAL DE GRASA				
Ruta	Grasa Ruta [kg]	Frecuencia Anual	Grasa Ruta Anual [kg]	Tipo de grasa
Ruta Conv #1	0,374	0,5	0,187	Mobil Polyrex EM
Ruta Conv #2	0,242	0,5	0,121	Mobil Polyrex EM
Ruta Conv #3	1,05	3	3,15	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #1	0,224	0,5	0,112	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #2	0,482	2	0,964	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #3	0,22	4	0,88	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #4	0,108	1	0,108	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #1	0,204	1	0,204	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #2	0,276	3	0,828	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #3	0,052	1	0,052	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #4	0,24	4	0,96	Mobil Polyrex EM 103
Ruta MUN2 #5	0,054	1	0,054	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #1	0,199	0,5	0,0995	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #2	0,216	1	0,216	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #3	0,305	1	0,305	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #4	0,994	2	1,988	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #5	0,383	4	1,532	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #1	1,136	6	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #2	1,136	6	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #3	1,136	6	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #4	1,136	6	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #5	1,116	6	6,696	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #6	0,868	6	5,208	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #7	1,116	6	6,696	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #8	0,868	6	5,208	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #9	1,16	6	6,96	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #10	0,75	3	2,25	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #11	0,54	2	1,08	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #12	0,42	0,5	0,21	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #13	0,316	0,5	0,158	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #14	0,16	12	1,92	Mobil Polyrex EM
TOTAL anual grasa polyrex EM [kg]				**15**
TOTAL anual grasa polyrex EM 103 [kg]				**61**

Fuente: Elaboración propia

La grasa Polirex serie EM es distribuida en Chile en distintos formatos:

- Balde de 16 [kg] para grasa Polyrex EM y Polyrex EM 103
- Cartridge en kits de 9 x 240 [g] solo para Polyrex EM
- Cartridge 400 [g] solo para Polyrex EM

Fuente: www.mobil.com

Figura 4-2 Formatos disponibles de grasa Polyrex serie EM en Chile

Para dirimir cual formato se utilizará se debe evaluar técnica y económicamente. En cuanto a la parte técnica los formatos cartridge evitan la contaminación de la grasa en el proceso de rellenado de la pistola grasera, ya que se insertan completamente en el reservorio de la pistola y evitan ingreso de partículas y el contacto con las manos.

Fuente: www.youtube.com

Figura 4-3 Ejemplo de inserción de cartridge en pistola grasera

Cuando se utiliza el formato de balde existe mayor probabilidad de contaminación de la grasa y contacto con las manos, si no existen los procedimientos, entrenamiento y lugares adecuados para el manejo de esta sustancia.

En cuanto a la evaluación económica en la tabla 4-4 podemos apreciar los valores unitarios de cada formato y cual es valor que significarían anualmente considerando la cantidad de grasa calculada anteriormente.

Tabla 4-4. Costos Anuales de distintos formatos de grasa Polyrex serie EM

Costo de distintos formatos de grasa Polyrex serie EM					
Ítem	Descripción	Valor Unitario	Cantidad Anual por ítem	Kilogramos necesarios anual	Costo Anual
1	Balde 16 [kg] Polyrex EM	CLP 153.720	1	15	CLP 153.720
2	Balde 16 [kg] Polyrex EM 103	CLP 153.720	4	61	CLP 614.880
3	Cartridge 400 [g] EM	CLP 39.730	40	15	CLP 1.589.200
4	Cartridge 274 [g] EM (kit de 9 unidades)	CLP 162.840	6	15	CLP 977.040

Fuente: Cotización en dos distribuidores oficiales de Mobil en zona central Chile, ATM Lubricantes S.A. y Valle Dorado S.A.

De la tabla 4-3 se desprende que el formato cartridge de 274 [g] y el formato cartridge 400 [g] son un 630% y 1000%, respectivamente, más costosos que el formato de balde de grasa Polyrex EM.

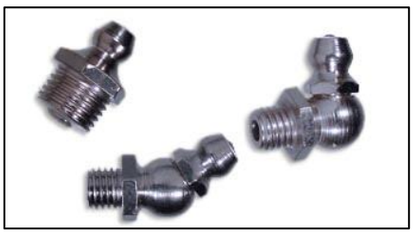
Adicional a los dos distribuidores donde se ha cotizado la grasa, a lo largo de chile existen 25 distribuidores oficiales de la grasa Mobil Polyrex serie EM y 6 concentrados entre la región Metropolitana y la región de Valparaíso, con plazos de entrega de 2-3 días dependiendo de la cantidad a comprar y el stock de bodega.

Cada empresa o compañía es libre de utilizar el formato que le parezca mejor según los recursos que disponga para esta actividad de mantenimiento, sin embargo, se recomienda utilizar los formatos de balde teniendo los resguardos necesarios para que la grasa sea almacenada en un lugar especialmente designado y entrenar al personal para que pueda ejecutar la actividad de rellenado de la pistola de engrase tomando las medidas necesarias para no contaminar el lubricante y no tener contacto con sus manos.

4.3.3. Cálculo de costo de insumo de accesorios de engrase

Los insumos llamados accesorios de engrase son básicamente los diferentes tipos de válvulas de engrase o llamadas graseras, las cuales se deben cambiar regularmente por lo hostil del ambiente en donde trabajan los motores eléctricos en la planta concentradora. En general los motores eléctricos dependiendo su tamaño ocupan grasera de 1/4 y 1/8 de

pulgada, en formatos rectos y/o curvas de 45° y 90° dependiendo de la posición en la cual está instalado el motor.



Fuente: www.serviper.cl

Figura 4-4. Distintos formatos de graseras para motor eléctrico

Los valores de las graseras para motor se cotizan el 13 de marzo de 2019 con 10 días de vigencia en dos distribuidores de la zona central: Pernoval S.A. y Ferroman S.A. donde los precios promedio de los accesorios se encuentran en la tabla 4-5.

El plan de lubricación contempla 188 motores de los cuales un 80% usan graseras rectas, un 10% grasera curvas de 45° y el 10% restante graseras curvas de 90°. Se estimara la misma cantidad para graseras para las medidas 1/4 y 1/8 de pulgadas. Luego de un año de implementación del proyecto se debe avaluar la cantidad utilizada, para ajustar el presupuesto anual de acuerdo a la necesidad real.

Tabla 4-5. Costos anuales de accesorios

Costos Accesorios de engrase				
Ítem	**Descripción**	**Valor Unitario**	**Cantidad Anual por ítem**	**Costo Anual**
1	Grasera 1/8" recta	CLP 153	150	CLP 22.950
2	Grasera 1/4" recta	CLP 268	150	CLP 40.200
3	Grasera curva 1/4" 45°	CLP 257	20	CLP 5.140
4	Grasera curva 1/8" 45°	CLP 257	20	CLP 5.140
5	Grasera curva 1/4" 90°	CLP 330	20	CLP 6.600
6	Grasera curva 1/8" 90°	CLP 220	20	CLP 4.400
7	Total Anual Accesorios			CLP 84.430
				USD 126

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.3.4. Cálculo de costo de insumos varios

Se refiere a insumos varios a los diversos materiales, elementos de protección específicos a la tarea y herramientas que los trabajadores utilizarán en cada una de las 102 Rutas de lubricación que se ejecutarán durante 1 año, entre ellos:

- Guantes (reposición en cada ruta)
- Lentes de seguridad (reposición cada 3 meses recomendado)
- Buzo de trabajo desechable (reposición en cada ruta recomendado)
- Protección auditiva (reposición cada 1 año recomendado)
- Paños (reposición en cada ruta)
- Brocha (reposición en cada ruta recomendado)
- Llave ajustable (reposición cada 1 año recomendado)

Los elementos anteriormente mencionados deben estar a disposición de los ejecutantes de la tarea, limpios y en buen estado, para prevenir accidentes y evitar la contaminación de la grasa.

Tabla 4-6. Costos anuales insumos varios

Costos insumos varios anuales				
Ítem	**Descripción**	**Valor Unitario**	**Cantidad Anual por ítem**	**Costo Anual**
1	Guantes de seguridad [un]	CLP 1.050	102	CLP 107.100
2	Lentes de seguridad [un]	CLP 2.690	4	CLP 10.760
4	Buzo de trabajo desechable [un]	CLP 2.790	102	CLP 284.580
5	Protección auditiva [un]	CLP 22.990	1	CLP 22.990
6	Paños (paquete de 10 [kg])	CLP 10.500	4	CLP 42.000
7	Brocha [un]	CLP 1.790	102	CLP 182.580
8	Llave ajustable [un]	CLP 10.990	1	CLP 10.990
7	Total Anual insumos varios			CLP 661.000
				USD 985

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

Nota 2: Elementos cotizados el 13 de marzo de 2019 en www.sodimac.cl y www.easy.cl. Los valores corresponden al promedio de ambas cadenas comerciales.

4.3.4. Cálculo de costo totales anual con proyecto

Las tabla 4-7 se detalla el costo total del Plan Anual de Lubricación compuesta por los ítems: horas hombre, insumos de grasa, insumos de accesorios e insumos varios.

Tabla 4-7. Costos anuales totales con proyecto

COSTOS ANUALES DE PLAN DE LUBRICACIÓN PROYECTADO				
Ítem		**Cantidad**	**Valor Unitario**	**Total por ítem**
1	Horas hombre	515	CLP 5.380	CLP 2.768.010
2	Balde 16 [kg] Grasa polyrex EM	1	CLP 153.720	CLP 153.720
3	Balde 16 [kg] Grasa polyrex EM 103	4	CLP 153.720	CLP 614.880
4	Costos accesorios de lubricación	1	CLP 84.430	CLP 84.430
5	Accesorios de lubricación	1	CLP 661.000	CLP 661.000
2. TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL SISTEMA DE ESCOBILLAS MOLINO SAG				**CLP 4.282.040**
				USD 6.363

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.4. INVERSIÓN INICIAL Y GASTOS DE PUESTA EN MARCHA PROYECTADO

Consideraremos en la inversión inicial los siguientes ítems:

- Compra de 02 unidades de pistolas graseras Alemite 596D. El costo asociado es de CLP 400.000 por unidad (cotizado en www.preinchile.cl el 13 noviembre de 2019 teniendo 10 días de vigencia)
- Compra de 02 unidades equipo de ultrasonido Ultraprobe 201 (cotizado en www.bannister.cl el 13 noviembre de 2019 teniendo 10 días de vigencia)
- Se debe destinar horas hombre para restablecer los puntos de lubricación de los 188 motores eléctricos que están contemplados en el Plan de lubricación, puesto que los que para el proyecto de lubricadores automáticos fueron modificados para adaptarse a los mismos. Se estimada un 1 hora hombre como promedio para realizar la actividad, por lo tanto, se necesitan 188 horas hombre para realizar dicha tarea.
- La tarea de restablecer los puntos de engrase de los motores eléctricos también requiere de insumos de accesorios de lubricación, para ellos consideraremos incluir los costos asociados a la tabla 4-4 también como parte de la inversión inicial.
- Capacitación con respecto a la utilización del equipo de ultrasonido Ultraprobe 201, las cuales son impartidas en chile por Bannister y Cía. Ltda. quienes son representantes en Chile de UE Systems (fabricantes del equipo). La capacitación

va ir dirigida a todos los mantenedores eléctricos de la Planta Concentradora, ya que ellos serán quienes ejecuten las Rutas de Lubricación. Ésta cuenta con dos aspectos, uno teórico y otro practico. La parte teórica se realiza en una sala de clase donde se conocen los fundamentos de lubricación, la teoría del ultrasonido y su aplicación en lubricación de rodamientos con 7 horas cronológicas de duración. En la parte práctica el mantenedor debe aplicar sus conocimientos y aprender a lubricar los rodamientos de los motores de su área de trabajo, de tal forma familiarizarse con el equipo de ultrasonido y los sonidos que emiten los rodamientos, de tal forma lubricar de manera correcta y precisa con 7 horas cronológicas de duración. El costo de la capacitación es de CLP 1.180.000 por un grupo de 8 personas, esta cotización tiene fecha de 13 de marzo de 2019 y tiene 10 días de duración.

Tabla 4-8. Inversión inicial Plan de Lubricación

INVERSIÓN INICIAL PLAN DE LUBRICACIÓN			
Ítem	**Valor unitario**	**Cantidad**	**Total por ítem**
1. Capacitación	CLP 1.180.000	1	CLP 1.180.000
2. Pistola de engrase Alemite 596D	CLP 400.000	2	CLP 800.000
3. Equipo Ultraprobe 201	CLP 1.174.775	2	CLP 2.349.550
4. Horas hombre implementación	CLP 5.380	188	CLP 1.011.440
5. accesorios lubricación	CLP 84.443	1	CLP 84.443
6. Total Inversión Inicial			CLP 5.425.433
			USD 8.082

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.5. REDUCCIÓN DE COSTOS ANUALES CON PROYECTO

Se compara los costos actuales y los costos con proyecto para establecer cuál es la reducción de costos que significa para la compañía.

Los costos actuales se visualizan en la tabla 4-1 y corresponde a CLP20.464.375

Los costos con proyecto se resumen en la tabla 4-7 y corresponden a CLP3.435.450

En la tabla 4-9 se expresa la reducción de costos anual suponiendo la implementación del proyecto.

Tabla 4-9. Ahorro anual con proyecto Plan de Lubricación

REDUCCIÓN DE COSTO ANUAL CON PROYECTO	
1. TOTAL ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA LUBRICACIÓN AUTOMÁTICA	CLP 20.464.375
	USD 30.485
2. TOTAL PLAN DE LUBRICACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS PROYECTADO	CLP 4.282.040
	USD 6.363
3. AHORRO ANUAL	CLP 16.182.335
	USD 24.122

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.6. FLUJO DE CAJA INCREMENTAL CON PROYECTO

A continuación, se presenta en la tabla 4-10 el flujo de caja incremental, puesto que este es un proyecto implementado en una compañía que se encuentra en marcha, por lo tanto es de interés conocer los flujos calculados y los indicadores económicos, que se consiguen en un periodo de tiempo. El Flujo de caja se construye teniendo las siguientes consideraciones:

- La evaluación se realiza en un periodo de 5 años
- Los ingresos son equivalentes a la reducción de costos que genera el nuevo proyecto equivalentes a USD 24.537
- La inversión inicial en activos de USD 8.082. Distribuidos en inversión en activos USD 4.692 y gastos de puesta en macha USD 3.390
- Se estima que los equipos de ultrasonido y pistola de engrase luego de 5 años estarán completamente devaluados. Se devalúan cada año 1/5 de su valor.

Tabla 4-10. Flujo de caja incremental con proyecto

FLUJO DE CAJA INCREMENTAL CON PROYECTO (USD)						
Año	0	1	2	3	4	5
Reducción de costo		24.122	24.122	24.122	24.122	24.122
Depreciación		-938	-938	-938	-938	-938
Utilidad		23.184	23.184	23.184	23.184	23.184
Impuesto (27%)		6.260	6.260	6.260	6.260	6.260
Utilidad neta		16.924	16.924	16.924	16.924	16.924
Depreciación		938	938	938	938	938
Gastos puesta en marcha	-3.390					
Inversión activos	-4.692					
Flujo	-8.082	17.862	17.862	17.862	17.862	17.862
Flujo Actualizado		16.404	15.065	13.835	12.706	11.668
Flujo acumulado	-8.082	8.322	23.387	37.222	49.928	61.596

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-11. Indicadores económicos

Tasa de Descuento	8,89%
VAN	USD 61.596
TIR	220%
IVAN	7,62
PRI	1,55

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valor del Dólar igual CLP 671,3 con fecha 08 de marzo de 2019.

4.6.1. Cálculo de tasa de descuento

El proyecto está destinado a ser financiado con capital propio, por lo tanto la tasa de descuento se calcula mediante el modelo CAPM, el cual está representado por la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{CAPM = R_f + (R_m - R_f) \cdot B_u + R_p}$$

Donde:

- Bu: beta desapalancado (unlevered) de la industria
- Rf: tasa libre de riesgo
- Rm: tasa de rentabilidad del mercado
- Rp: Prima por riesgo país

a) Beta para la industria minera

Se obtiene esta información en el siguiente sitio web:

- http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Para la minera el beta desapalancado es igual a Bu=0,9

b) Calculo de rentabilidad del mercado

Se calcula el rendimiento del cierre promedio mensual del IPSA para un periodo de 10 años. Esta información se obtiene en www.yahoofinance.com

Tabla 4-12. Datos de cierre mensual IPSA 2008/2018

Cierre promedio IPSA julio 2008	Cierre promedio IPSA Julio 2018
2376,42	5133,42

Fuente: Elaboración propia

La ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ Rendimiento} = \frac{\mathbf{5133,42 - 2376,42}}{\mathbf{2376,42}} = \mathbf{1,16}$$

Para determinar la tasa de rendimiento anual para un periodo de 10 años se calcula de la forma siguiente:

$$R_m = \sqrt[10]{(1 + 1{,}16)} - 1 = 0{,}08$$

Por lo tanto la tasa de rendimiento anual del mercado es de 8%.

c) Tasa libre de riesgo

Esta información se obtiene desde la página web del banco central de chile, donde se debe buscar el documento Licitación de Bonos del Banco Central de Chile en Pesos – 10 años para el año 2018.

Para este caso a Julio de 2018 es 6,14%.

d) Calculo de prima riesgo país

Durante el año 2018 el riesgo país es equivalente a 107 puntos. El riesgo país se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R_p = \frac{107}{100} = 1{,}07\%$$

Nota: Riesgo país consultado en https://www.larepublica.co/globoeconomia/chile-peru-y-uruguay-tienen-el-menor-riesgo-pais-en-el-indice-de-jp-morgan-2593400

Entonces reemplazando en la ecuación de CAPM obtenemos que:

$$CAPM = 6{,}14 + (8 - 6{,}14) \cdot 0{,}9 + 1{,}07$$

$$\boldsymbol{CAPM = 8{,}889}$$

CONCLUSIONES

Este trabajo surge debido a que en la Planta Concentradora de Codelco Andina se ha registrado aumento de fallas en rodamientos de motores eléctricos luego de la implementación de lubricadores automáticos en el año 2015. Como consecuencia de ello se ha generado un aumento de los costos no operacionales por concepto de reparación y de forma paralela pérdidas operacionales que han superado el millón de dólares solo en 2017. Ante lo anterior este trabajo se centró en proponer un nuevo Plan de Lubricación factible que permita lubricar los rodamientos y evite los modos de fallos de falta y sobrelubricación.

El Plan de lubricación Propuesto debió responder a las preguntas: ¿Cuánto debo lubricar?, ¿Cuándo debo lubricar?, ¿Qué lubricante debo utilizar? y ¿Cómo debo lubricar?

Para responder a las preguntas de cómo y cuándo debo lubricar se realizó un inventario de todos los motores eléctricos de la planta concentradora en búsqueda de las recomendaciones de lubricación de los fabricantes. En dicho inventario se evidenció que existen motores que no necesitan relubricación, debido a que están sellados completamente y poseen lubricación de por vida.

Por otro lado, se presentó que algunos motores no cuentan con la recomendación de lubricación en su placa de características. Para tales casos los fabricantes de rodamientos indican la manera como determinar la cantidad de lubricante y el ciclo de engrase que se debe aplicar según características de diseño y operación.

Las recomendaciones de los fabricantes de motores en cuanto en lubricación son válida para condiciones normales de operaciones y no para hostiles condiciones que se presentan en la minería es por ellos que se hace necesario corregir los ciclos de engrase tomando las recomendaciones de los fabricantes de rodamientos.

La determinación de qué tipo de lubricante utilizar consideró dos aspectos: a) recomendación de los fabricantes de los motores que se encuentran en planta y b) el lubricante que ya se encuentra en los rodamientos actualmente debido a los efectos adversos de miscibilidad entre distintos tipos de grasa. La grasa determinada fue la Grasa Polyrex EM y Polyrex EM 103 según la aplicación.

Existen variables, que determinar requiere un cálculo complejo porque tienen relación con las variaciones ambientales y operacionales, como son variaciones de temperatura, humedad, polución, velocidad, ventilación, aumento de vibraciones mecánicas, desalineamiento, entro otros. Por consiguiente, para garantizar una correcta lubricación y ejecutarla en función de la condición del rodamiento, la metodología planteada consideró dos aspectos. El primero es controlar en tiempo real la cantidad de

grasa aplicada y el segundo monitorear con la técnica de ultrasonido la correcta lubricación de los rodamientos durante su ejecución.

La técnica de ultrasonido es efectiva si el personal está debidamente entrenado y a la vez es capaz de familiarizaste con los sonidos de los rodamientos. Con ambos aspectos cubiertos las posibilidades de fallas se reducen.

Como producto de todo lo anterior para cumplir los Planes Anuales se elaboraron las Rutas de Lubricación las cuales son una guía para el personal que ejecuta la tarea. La primera actividad que se debe realizar para la implementación es determinar la línea base y con ello entregar la referencia de la intensidad sonora de cada rodamiento. Estas Rutas deben ser revisadas anualmente y mejoradas en función de los datos obtenidos, ya que, es probable que sea necesario ajustar los ciclos de lubricación y la cantidad de grasa a utilizar, y con ello ajustar los recursos asignados para cada una.

Luego es necesario adaptar nuevamente los motores para lubricación manual, que consiste en modificar los accesorios de engrase que se habían acondicionado para la instalación de lubricadores automáticos. Además, es primordial que se aseguren las plataformas de trabajo en lugares que pudiesen existir riesgos de caída a distinto nivel o lugares de difícil acceso con el fin de evitar accidentes relacionados con la actividad.

El Plan de Lubricación Propuesto genera un beneficio anual cercano a los USD24.000 producto de la reducción de costo y proyecta un retorno de la inversión a 1,5 años, por lo tanto, es un proyecto factible y rentable. Además, apunta a reducir los costos operacionales y no operacionales, los cuales se deben ser evaluados anualmente y compararlos con años anteriores.

Se recomienda dar seguimiento al Plan de lubricación construyendo indicadores de cumplimiento del plan anual, cuantificando insumos utilizados anualmente, cuantificando horas hombre efectivas utilizadas para cada Ruta, registrando fallas de motores eléctricos y registrar fallas de rodamientos. Con la información obtenida se recomienda construir indicadores de disponibilidad y confiabilidad de motores eléctricos, diagramas Pareto, gráficos de costos operacionales y no operacionales asociadas a fallas de motores eléctricos y gráficos de costos operacionales y no operacionales asociados a fallas de rodamientos

La metodología de ejecución empleada para los rodamientos de motores eléctricos también podría ser emplear para la lubricación de rodamientos utilizados en otras aplicaciones, como, por ejemplo: bombas y poleas. La técnica de ultrasonido en este trabajo es aplicada para ejecución de la lubricación, no obstante, tiene el potencial de ser utilizada para realizar rutas de mediciones periódicas y plantear en un futuro una lubricación basada en condición plenamente, y con ello descartar las variables de tiempo y cantidad. Para ello se requeriría la evaluación técnica y económica respectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- GRUPO SKF Catálogo de Rodamientos [en línea]. PUB BU/P1 10000/2 ES. Gotemburgo: Sitio Web SKF. Octubre 2015. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.skf.com/cl/index.html>

- GRUPO SKF ABMA to Product Number Comparison [en línea]. Primera edición. Gotemburgo: oficinas generales SKF. Febrero 1996. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.skf.com/cl/index.html>

- NSK Catálogo General de Rodamientos. E1103 2016 C-1 [en línea]. Onceava edición. Nottinghamshire: Sitio web NSK. Febrero 1996. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.nskeurope.es>

- WEG Manual General de Instalación, Operación y Mantenimiento de Motores Eléctricos. [en línea]. Décimo octava edición. Jaraguá do Sul: Sitio web WEG. Febrero 2018. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.weg.net/cl>

- WEG Guía de especificación de Motores Eléctricos. [En línea]. Décimo octava edición. Jaraguá do Sul: Sitio web WEG. Febrero 2016. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.weg.net/cl>

- BALDOR Manual de instalación y operación. [En línea]. Segunda edición. Fort Smith: Sitio Web Baldor. Julio 2008. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.baldor.com>

- TOSHIBA Manual de Instalación y Mantenimiento. [En línea]. Tercera edición. Huston: Sitio Web Toshiba. Septiembre 2015. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.toshiba.com/TIC>

- UE SYSTEM INC Guía de lubricación. [En línea]. Primera edición. Elmsford: Sitio Web Ue System Inc. Enero 2018. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.uesystem.eu/es/>

- UE SYSTEM INC Manual ES UP 201. [En línea]. Primera edición. Elmsford: Sitio Web Ue System Inc. Enero 2018. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.uesystem.eu/es/>

- EXXON MOBIL. Mobil Polyrex EM. Enero 2018. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.mobil.com/spanish-co/grease/pds/glxxmobil-polyrex-em-series>

ANEXOS

ANEXO 1: HOJA DE DATOS MOTOR ELÉCTRICO

	449T 200HP 4P	Nr.: 1 Fecha: 14-SEP-2018

HOJA DE DATOS
Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

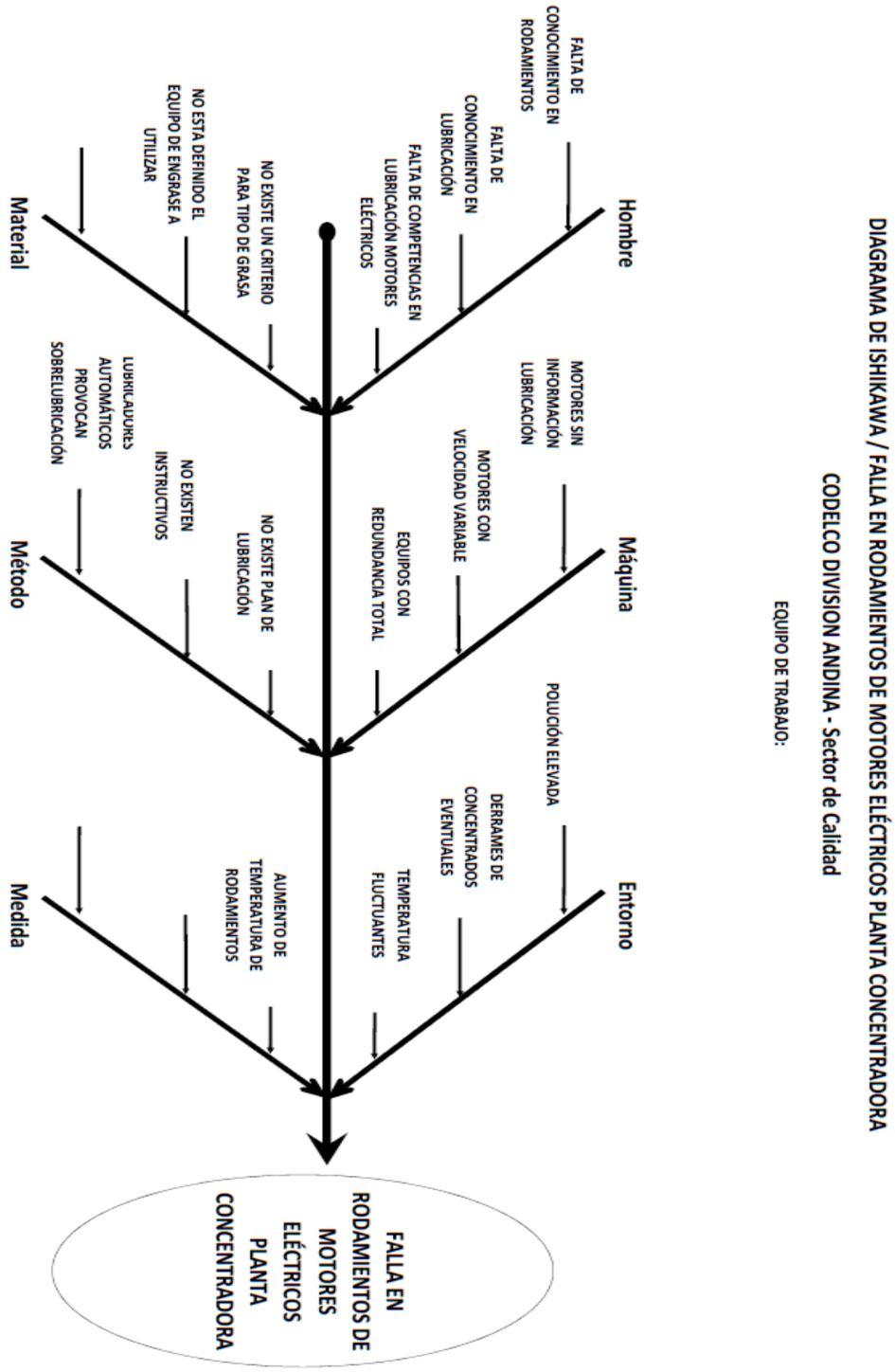
Cliente	:
Línea del producto	: W22 Carcasa de Hierro Gris - NEMA Premium Efficiency

Carcasa	: 447/9T
Potencia	: 200 HP
Frecuencia	: 60 Hz
Polos	: 4
Rotación nominal	: 1780 rpm
Deslizamiento	: 1,11 %
Voltaje nominal	: 220/380 V
Corriente nominal	: 481/278 A
Corriente de arranque	: 3270/1890 A
Ip/In	: 6,8
Corriente en vacío	: 178/103 A
Par nominal	: 805 Nm
Par de arranque	: 240 %
Par máxima	: 250 %
Categoría	: B
Clase de aislación	: F
Elevación de temperatura	: 80 K
Tiempo de rotor bloqueado	: 16 s (caliente)
Factor de servicio	: 1,15
Régimen de servicio	: S1
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C
Altitud	: 1000 m
Protección	: IP55
Masa aproximada	: 861 kg
Momento de inercia	: 3,2118 kgm²
Nivel de ruido	: 75 dB(A)

	Delantero	Trasero
Rodamiento	6322 C3	6319 C3
Intervalo de lubrificación	6000 h	8000 h
Cantidad de grasa	60 g	45 g

Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
100%	0,85	96,2
75%	0,82	96,2
50%	0,73	95,4

ANEXO 2: DIAGRAMA DE ISHIKAWA



ANEXO 3: TABLAS DE CONVERSIÓN ABMA - SKF

ABMA→SKF
Product number comparison

90	BC	03	J	PP	N	3	0	X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6	3	18	ZZ	N			C3		GJN
2	3	1	5	6	4	8	7	10	9

symbols		
ABMA	SKF	description
1. Bore diameter		
90	XX18	ABMA/5 = SKF exc. 17 = XX03 15 = XX02 12 = XX01 10 = XX00
2. Bearing type		
BC	6XXX	Conrad
BL	XXX	maximum capacity
BN	7XXX CD	angular contact (15°)
	7XXX CC	angular contact (12°)
BA	7XXX ACD	angular contact (25°)
BT	7XXX B	angular contact (40°)
3. Dimension series		
00	X0XX	extra light
02	X2XX	light
03	X3XX	medium
04	X4XX	heavy
4. Cage type		
X	-	any type
J	J	pressed steel
Y, K	Y	pressed brass
M	M	machined brass
5. Seals/shields or duplex mounting		
X	-	*character separator*
P	Z	(PP ' 2Z, two shields)
E	RS,RS1,RSH	(EE ' 2RS, two seals)
RR	DB	duplex back-to-back
UU	DF	duplex face-to-face
TT	DT	duplex tandem

ABMA→SKF
Product number comparison

90	BC	03	J	PP	N	3	0	X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6	3	18	22	N			C3		GJN
2	3	1	5	6	4	8	7	10	9

symbols		
ABMA	SKF	description
6. Snap ring and groove		
N	N	groove without ring
A	NB	groove without ring on same side as seal/shield
G	NR	groove with ring
C	NBR	groove with ring on same side as seal/shield
7. Radial clearance/preload		
0	-	normal clearance
1	C1	tighter than C2
2	C2	tighter than normal
3	C3	looser than normal
4	C4	looser than C3
5	C5	looser than C4
7	GA	light preload
8	GB	medium preload
9	GC	heavy preload
8. Tolerance class		
0	-	normal, ABEC1, ISO P7
6	P6	ABEC 3, ISO P6
5	P5	ABEC 5, ISO P5
4	P4	ABEC 7, ISO P4
2	P9A	ABEC 9
9 Lubricant		
X	-	any slush or grease
A	-	refer to manufacturer
10. Special features		
X26		(consult SKF Engineering)
X27	S0	heat stabilized to 150° C
X28	S1	heat stabilized to 200° C

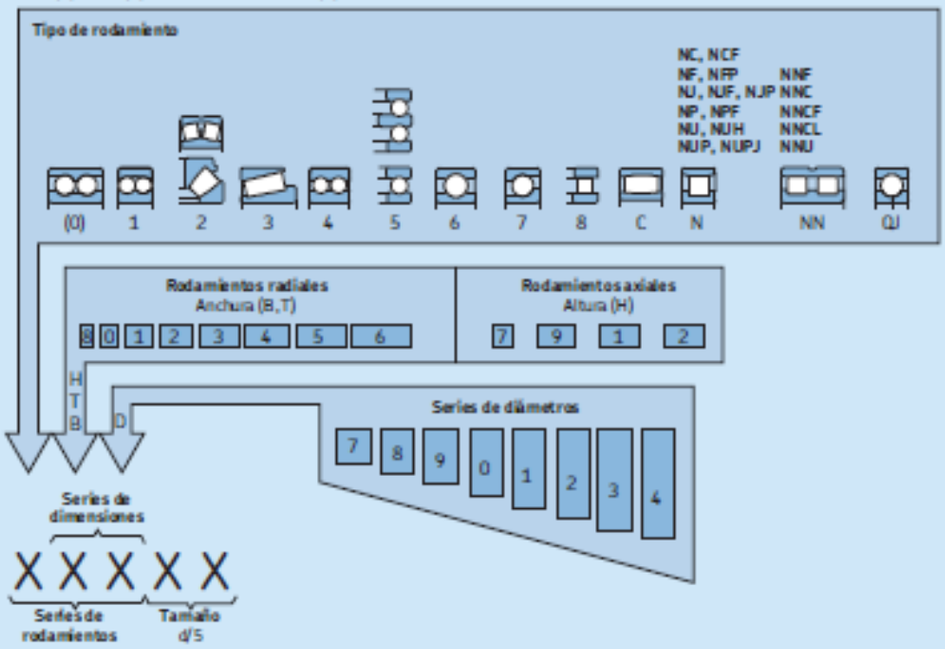
ANEXO 4: DESIGNACIÓN BÁSICA DE RODAMIENTOS

Diagrama 2

Sistema de designación básica de rodamientos de bolas y de rodillos métricos estándares SKF

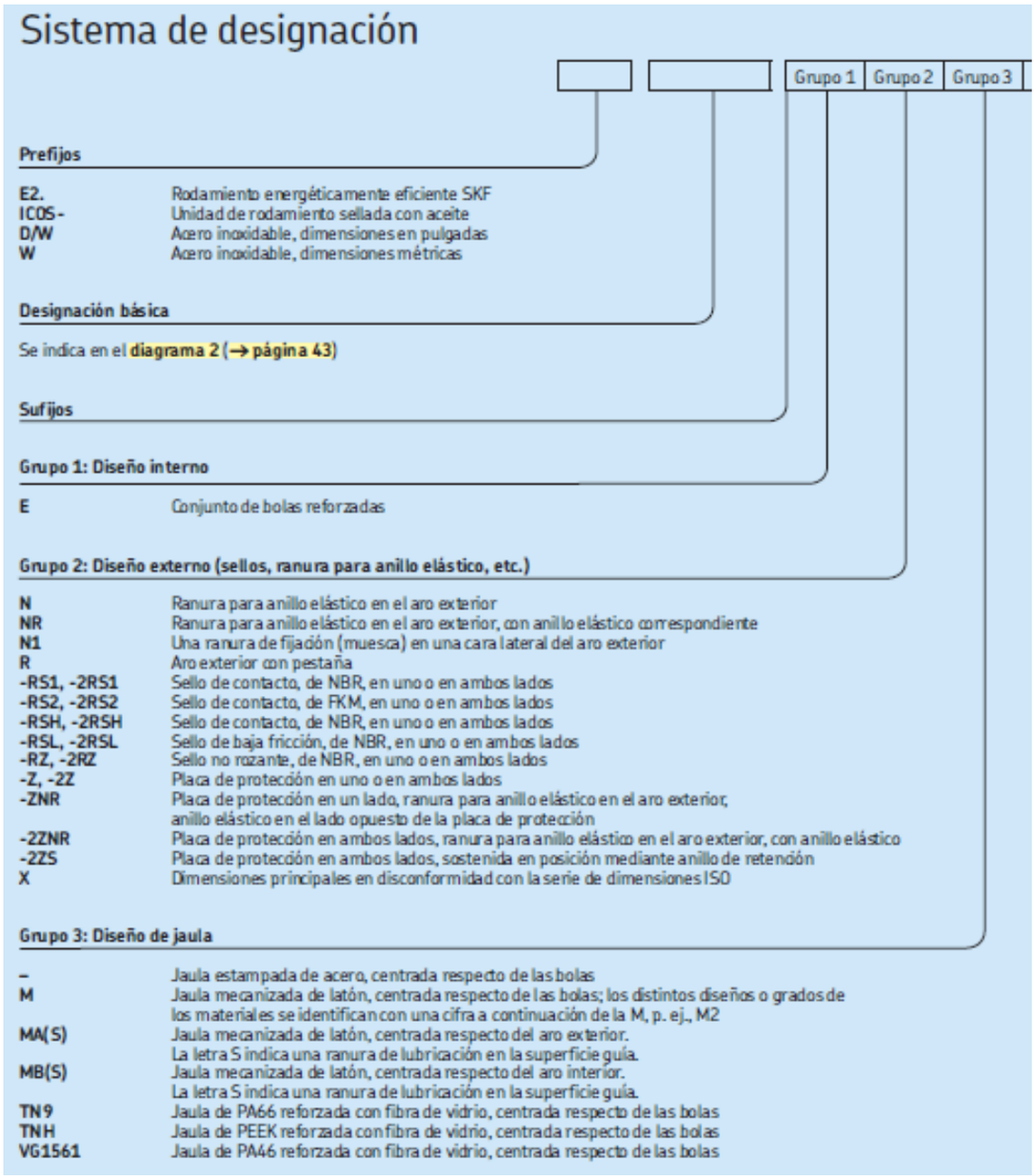
Series de rodamientos

						6(0)4						
					544	623				(0)4		
		223			524	6(0)3				33		
		213			543	622				23		
		232			523	6(0)2			23	(0)3		
		222			542	630			32	22		
		241			522	6(1)0			22	12		
		231				16(0)0			41	(0)2		
		240	323		534	639			31	31	41	
		230	313		514	619			60	30	31	
		249	303		533	609			50	20	60	
	139	239	332		513	638	7(0)4	814	40	10	50	
	130	248	322		532	628	7(0)3	894	30	39	40	23
	(1)23	238	302		512	618	7(0)2	874	69	29	30	(0)3
	1(0)3		331		511	608	7(1)0	813	59	19	69	12
	(1)22	294	330		510	637	719	893	49	38	49	(0)2
(0)33	1(0)2	293	320	4(2)3	591	627	718	812	39	28	39	10
(0)32	1(1)0	292	329	4(2)2	590	617	708	811	29	18	48	19



Código	Tipo de rodamiento
0	Rodamiento de dos hileras de bolas de contacto angular
1	Rodamiento de bolas a rótula
2	Rodamiento de rodillos a rótula, rodamiento axial de rodillos a rótula
3	Rodamientos de rodillos cónicos
4	Rodamiento rígido de dos hileras de bolas
5	Rodamiento axial de bolas
6	Rodamiento rígido de una hilera de bolas
7	Rodamiento de una hilera de bolas de contacto angular
8	Rodamiento axial de rodillos cilíndricos
C	Rodamiento de rodillos toroidales CARB
N	Rodamientos de rodillos cilíndricos. Se utilizan dos o más letras para identificar el número de las hileras o la configuración de las pestañas, p. ej., NJ, NU, NUP, NN, NNU, NNCF, etc.
QJ	Rodamiento de bolas con cuatro puntos de contacto
T	Rodamiento de rodillos cónicos según la norma ISO 355

ANEXO 5: SISTEMA DE DESIGNACIÓN PREFIJOS Y SUFIJOS RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS



Sistema de designación

Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3

Prefijos

E2.	Rodamiento energéticamente eficiente SKF
ICOS-	Unidad de rodamiento sellada con aceite
D/W	Acero inoxidable, dimensiones en pulgadas
W	Acero inoxidable, dimensiones métricas

Designación básica

Se indica en el **diagrama 2 (→ página 43)**

Sufijos

Grupo 1: Diseño interno

E	Conjunto de bolas reforzadas

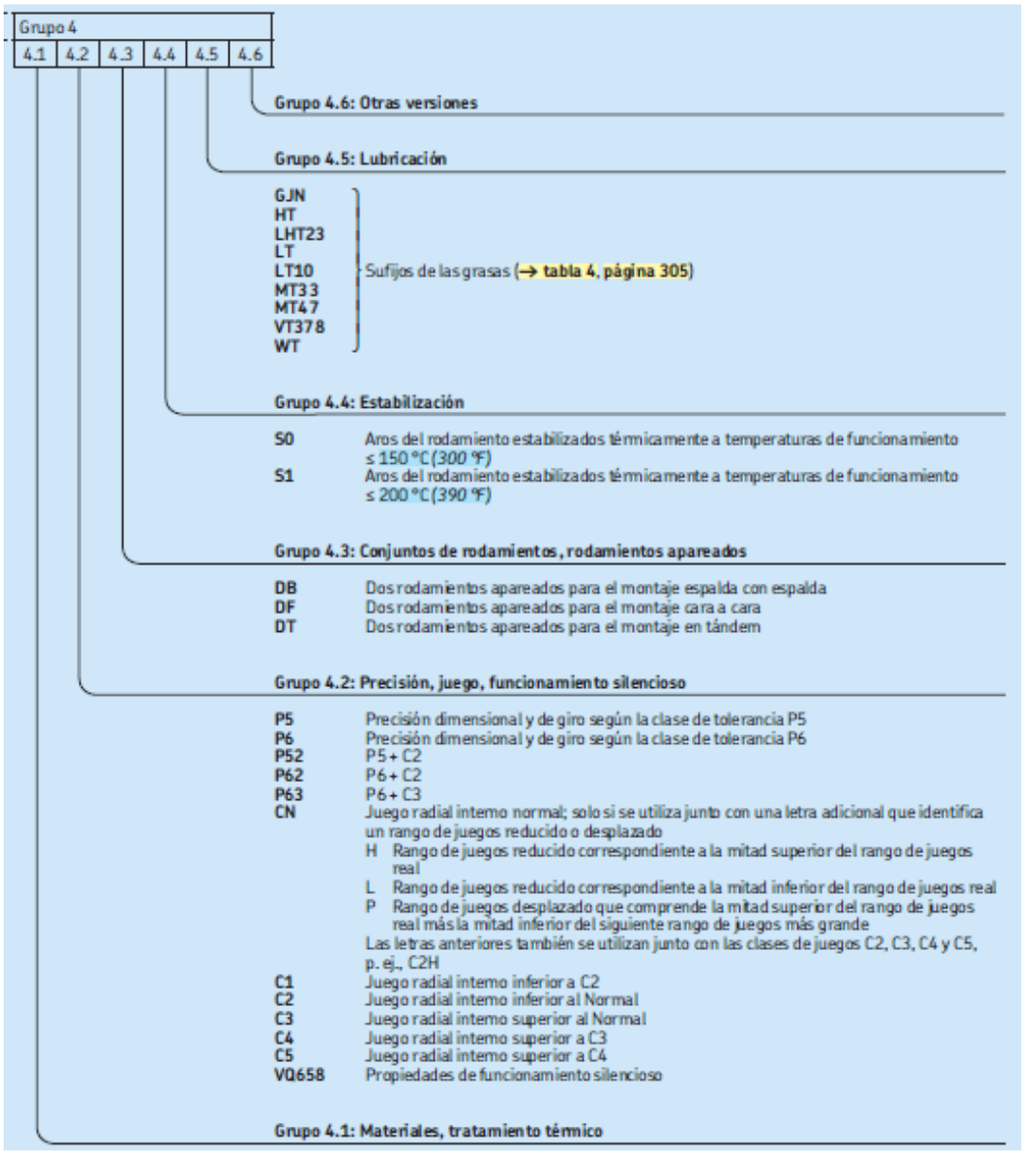
Grupo 2: Diseño externo (sellos, ranura para anillo elástico, etc.)

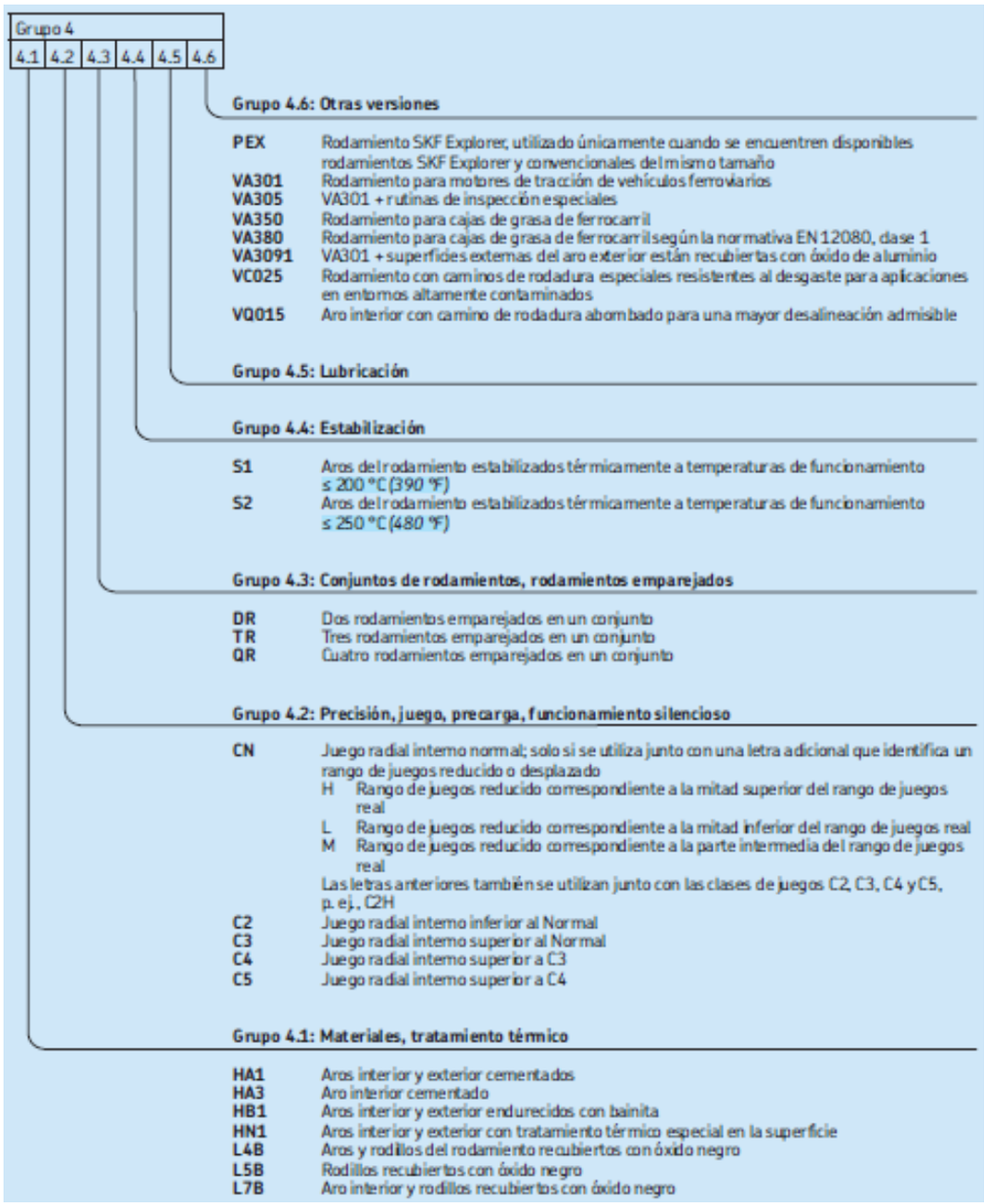
N	Ranura para anillo elástico en el aro exterior
NR	Ranura para anillo elástico en el aro exterior, con anillo elástico correspondiente
N1	Una ranura de fijación (muesca) en una cara lateral del aro exterior
R	Aro exterior con pestaña
-RS1, -2RS1	Sello de contacto, de NBR, en uno o en ambos lados
-RS2, -2RS2	Sello de contacto, de FKM, en uno o en ambos lados
-RSH, -2RSH	Sello de contacto, de NBR, en uno o en ambos lados
-RSL, -2RSL	Sello de baja fricción, de NBR, en uno o en ambos lados
-RZ, -2RZ	Sello no rozante, de NBR, en uno o en ambos lados
-Z, -2Z	Placa de protección en uno o en ambos lados
-ZNR	Placa de protección en un lado, ranura para anillo elástico en el aro exterior, anillo elástico en el lado opuesto de la placa de protección
-2ZNR	Placa de protección en ambos lados, ranura para anillo elástico en el aro exterior, con anillo elástico
-2ZS	Placa de protección en ambos lados, sostenida en posición mediante anillo de retención
X	Dimensiones principales en disconformidad con la serie de dimensiones ISO

Grupo 3: Diseño de jaula

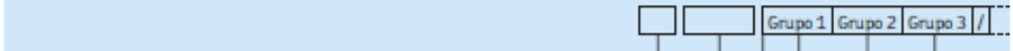
–	Jaula estampada de acero, centrada respecto de las bolas
M	Jaula mecanizada de latón, centrada respecto de las bolas; los distintos diseños o grados de los materiales se identifican con una cifra a continuación de la M, p. ej., M2
MA(S)	Jaula mecanizada de latón, centrada respecto del aro exterior. La letra S indica una ranura de lubricación en la superficie guía.
MB(S)	Jaula mecanizada de latón, centrada respecto del aro interior. La letra S indica una ranura de lubricación en la superficie guía.
TN9	Jaula de PA66 reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto de las bolas
TNH	Jaula de PEEK reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto de las bolas
VG1561	Jaula de PA46 reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto de las bolas

ANEXO 6: SISTEMA DE DESIGNACIÓN ISO PREFIJOS Y SUFIJOS RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS




Grupo 4
4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6
Grupo 4.6: Otras versiones
PEX Rodamiento SKF Explorer, utilizado únicamente cuando se encuentren disponibles rodamientos SKF Explorer y convencionales del mismo tamaño
VA301 Rodamiento para motores de tracción de vehículos ferroviarios
VA305 VA301 + rutinas de inspección especiales
VA350 Rodamiento para cajas de grasa de ferrocarril
VA380 Rodamiento para cajas de grasa de ferrocarril según la normativa EN 12080, clase 1
VA3091 VA301 + superficies externas del aro exterior están recubiertas con óxido de aluminio
VC025 Rodamiento con caminos de rodadura especiales resistentes al desgaste para aplicaciones en entornos altamente contaminados
VQ015 Aro interior con camino de rodadura abombado para una mayor desalineación admisible
Grupo 4.5: Lubricación
Grupo 4.4: Estabilización
S1 Aros del rodamiento estabilizados térmicamente a temperaturas de funcionamiento ≤ 200 °C (390 °F)
S2 Aros del rodamiento estabilizados térmicamente a temperaturas de funcionamiento ≤ 250 °C (480 °F)
Grupo 4.3: Conjuntos de rodamientos, rodamientos emparejados
DR Dos rodamientos emparejados en un conjunto
TR Tres rodamientos emparejados en un conjunto
QR Cuatro rodamientos emparejados en un conjunto
Grupo 4.2: Precisión, juego, precarga, funcionamiento silencioso
CN Juego radial interno normal; solo si se utiliza junto con una letra adicional que identifica un rango de juegos reducido o desplazado
H Rango de juegos reducido correspondiente a la mitad superior del rango de juegos real
L Rango de juegos reducido correspondiente a la mitad inferior del rango de juegos real
M Rango de juegos reducido correspondiente a la parte intermedia del rango de juegos real
Las letras anteriores también se utilizan junto con las clases de juegos C2, C3, C4 y C5, p. ej., C2H
C2 Juego radial interno inferior al Normal
C3 Juego radial interno superior al Normal
C4 Juego radial interno superior a C3
C5 Juego radial interno superior a C4
Grupo 4.1: Materiales, tratamiento térmico
HA1 Aros interior y exterior cementados
HA3 Aro interior cementado
HB1 Aros interior y exterior endurecidos con bainita
HN1 Aros interior y exterior con tratamiento térmico especial en la superficie
L4B Aros y rodillos del rodamiento recubiertos con óxido negro
L5B Rodillos recubiertos con óxido negro
L7B Aro interior y rodillos recubiertos con óxido negro

Sistema de designación



Prefijos

E2.	Rodamiento energéticamente eficiente SKF
L	Aro interior o exterior suelto de un rodamiento desmontable
R	Aro interior o exterior con conjunto de rodillos y jaula de un rodamiento desmontable

Designación básica

Se indica en el **diagrama 2 (→ página 43)**

HJ	Aro angular

Sufijos

Grupo 1: Diseño interno

EC	Diseño interno optimizado que incorpora más rodillos y/o rodillos de mayor tamaño, y donde el contacto entre el extremo del rodillo y la pestaña está modificado
CV	Diseño interno modificado, completamente lleno de rodillos

Grupo 2: Diseño externo (sellos, ranura para anillo elástico, etc.)

ADA	Ranuras para anillo elástico modificadas en el aro exterior; aro interior partido unido mediante un anillo de retención (para rodamientos en la serie NNF 50)
ADB	ADA + diseño interno modificado
DA	Ranuras para anillo elástico modificadas en el aro exterior; aro interior partido unido mediante un anillo de retención (para rodamientos en la serie 3194..)
K	Agujero cónico, conicidad de 1:12
N	Ranura para anillo elástico en el aro exterior
NR	Ranura para anillo elástico en el aro exterior, con anillo elástico correspondiente
N1	Una ranura de fijación (muesca) en una cara lateral del aro exterior
N2	Dos ranuras de fijación (muescas) a 180° entre sí en una de las caras laterales del aro exterior
-2LS	Sello de contacto, de PUR, en ambos lados

Grupo 3: Diseño de jaula

J	Jaula de acero estampado, centrada respecto de los rodillos
JA	Jaula de chapa de acero, centrada respecto del aro exterior
JB	Jaula de chapa de acero, centrada respecto del aro interior
M	Jaula de latón mecanizada, remachada y centrada respecto de los rodillos
MA	Jaula mecanizada de latón, remachada, centrada respecto del aro exterior
MB	Jaula mecanizada de latón, remachada, centrada respecto del aro interior
MH	Jaula mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada respecto del aro interior
ML	Jaula mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada respecto del aro interior o del aro exterior, según el diseño del rodamiento
MP	Jaula mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada respecto del aro interior o del aro exterior, según el tamaño del rodamiento
MR	Jaula mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada respecto de los rodillos
P	Jaula de PA66 reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto de los rodillos
PA	Jaula de PA66 reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto del aro exterior
PH	Jaula de PEEK reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto de los rodillos
PHA	Jaula de PEEK reforzada con fibra de vidrio, centrada respecto del aro exterior
V	Completamente lleno de rodillos (sin jaula)
VH	Completamente lleno de rodillos (sin jaula), rodillos autorretenibles

ANEXO 7: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA CONVENCIONAL

MOTORES CON RODAMIENTOS PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL												
ítem	Equipo	Marca	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Frame	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad de grasa lado libre (g)
1	Alimentador 9B	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	6	9
2	Alimentador 9C	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
3	Alimentador 9E	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
4	Alimentador 9F	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
5	Alimentador 9G	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
6	Alimentador 9H	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
7	Alimentador 9I	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
8	Estanque agitadsor TK1	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6319 C3	20000	20000	13	9
9	Estanque agitadsor TK2	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6319 C3	20000	20000	13	9
10	Estanque agitadsor TK3	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6319 C3	20000	20000	13	9
11	Bomba Lubricación N°1 MOBA 1	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
12	Bomba Lubricación N°2 MOBA 2	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
13	Bomba Lubricación N°1 MOBA 3	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7

14	Bomba Lubricación MOBO 6	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
15	Bomba Lubricación MOBO 7	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
16	Bomba Lubricación MOBO 8	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
17	Bomba Lubricación MOBO 9	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
18	Bomba Lubricación MOBO 10	NIDEC	380	2	1000	184TCHZ	6307 - J/C3	6306 - J/C3	20000	20000	8	7
19	Bomba Lubricación N°2 MOBA 1	WEG	380	3	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
20	Bomba Lubricación N°1 MOBA 2	WEG	380	7,5	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
21	Bomba Jaking MOBA 2	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
22	Bomba Lubricación N°2 MOBA 3	WEG	380	2	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
23	Bomba Jaking MOBA 3	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
24	Bomba Lubricación MOBO 1	WEG	380	3	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
25	Bomba Lubricación MOBO 2	WEG	380	3	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
26	Bomba Lubricación MOBO 3	WEG	380	3	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
27	Bomba Lubricación MOBO 4	WEG	380	3	1000	213T	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
28	Bomba Lubricación MOBO 5	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
29	Bomba Jacking MOBO 6	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
30	Bomba Jacking MOBO 7	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
31	Bomba Jacking MOBO 8	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
32	Bomba Jacking MOBO 9	WEG	380	3	1000	213TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
33	Bomba Ciclón MOBO 1	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
34	Bomba Ciclón MOBO 2	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
35	Bomba Ciclón MOBO 3	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45

36	Bomba Ciclón MOBO 4	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
37	Bomba Ciclón MOBO 5	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
38	Bomba Ciclón MOBO 6	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
39	Bomba Ciclón MOBO 7	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
40	Bomba Ciclón MOBO 8	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
41	Bomba Ciclón MOBO 9	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
42	Bomba Ciclón MOBO 10	WEG	380	200	1500	449T	6322 C3	6319 C3	6000	8000	60	45
43	Bomba Piso Sección 2	WEG	380	30	1500	324T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
44	Bomba Piso Sección 3	WEG	380	30	1500	324T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
45	Bomba Piso Sección 4	WEG	380	30	1500	324T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
46	Bomba Piso Sección 1	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
47	Bomba Lechada Cal N°1 MOC	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
48	Bomba Lechada Cal N°2 MOC	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
49	Bomba Lechada Cal N°1 FLO	WEG	380	25	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
50	Bomba Lechada Cal N°2 FLO	WEG	380	25	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
51	Correa 10A	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
52	Correa 10B	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
53	Correa 10C	WEG	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11

ANEXO 8: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA MOLINO UNITARIO 1

MOTORES CON RODAMIENTOS PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1												
ítem	Equipo	Marca	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Frame	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad de grasa lado libre (g)
1	Correa transportadora 10D	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
2	Correa transportadora 10E	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
5	Correa transportadora 10H	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
6	Alimentador 9A	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
19	Bomba baja presión N°1 sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
20	Bomba baja presión N°2 sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	15	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
3	Correa transportadora 10F	WEG	380	30	1500	324T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
4	Correa transportadora 10G	WEG	380	20	1500	286T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
12	Bomba de Piso	WEG	380	30	1500	286T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
7	Alimentador 9D	WEG	380	10	1500	215T	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
8	Bomba alimentación de Ciclones N°1	RELIANCE	380	600	996	23ECS9500	130RU03M30X26	130BC03J30X	N/E	N/E	N/E	N/E
9	Bomba alimentación de Ciclones N°2	RELIANCE	380	600	996	23ECS9500	130RU03M30X27	130BC03J30X	N/E	N/E	N/E	N/E
10	Bomba de rebose N°1	RELIANCE	380	150	1485	447T	110RU02M30X	90BC03J30X	N/E	N/E	N/E	N/E
11	Bomba de rebose N°2	RELIANCE	380	150	1500	447T	110RU02M30X	90BC03J30X	N/E	N/E	N/E	N/E

13	Bomba recirculación Agua fresca 101	SIEMENS	380	150	1500	315L	6319 C3	6319 C3	4500	4500	55	55
14	Bomba recirculación Agua fresca 102	SIEMENS	380	150	1500	315L	6319 C3	6319 C3	4500	4500	55	55
15	Bomba N°1 Piñón sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	1	1500	145T	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
16	Bomba N°2 Piñón sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	1	1500	145T	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
17	Bomba alta presión N°1 sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	40	1500	364T	NU314 C3	6314 C3	11000	11000	27	27
18	Bomba alta presión N°2 sistema lubricación Molino unitario	WEG	380	40	1500	364T	NU314 C3	6314 C3	11000	11000	27	27

ANEXO 9: LEVANTAMIENTO MOTORES PLANTA MOLINO UNITARIO 2

MOTORES CON RODAMIENTOS PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2												
ítem	Equipo	Marca	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Frame	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad de grasa lado libre (g)
1	Bomba baja presión N°1	WEG	380	30	1480	324TC	6312 C3	6212 C3	13290	13290	21	21
2	Bomba baja presión N°2	WEG	380	30	1480	324TC	6312 C3	6212 C3	13290	13290	21	21
3	Bomba de acumuladores N°1	WEG	380	5	1470	213/5TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
4	Bomba de acumuladores N°2	WEG	380	5	1470	213/5TC	6308 ZZ	6307 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
5	Bomba de Alta Presión N°1	WEG	380	125	1480	444/5TC	NU 319	6316 C3	3046	3046	46	46
6	Bomba de Alta Presión N°2	WEG	380	125	1480	444/5TC	NU 320	6317 C3	3046	3046	46	46
7	Bomba de Alta Presión N°3	WEG	380	125	1480	444/5TC	NU 321	6318 C3	3046	3046	46	46
8	Bomba de empuje axial N°1	WEG	380	7.5	1470	254TC	6309 C3	6209 C3	16963	16963	13	13
9	Bomba de empuje axial N°2	WEG	381	7.6	1471	254TC	6309 C3	6209 C3	16963	16963	13	13
10	Bomba de ciclón N°1	SIEMENS	4000	1700	1493	1LA4560-4CN90-Z	NU1034 + 6034 C3	NU1032	2000	2000	60	60
11	Bomba de ciclón N°2	SIEMENS	4000	1700	1493	1LA4560-4CN90-Z	NU1034 + 6034 C4	NU1033	2000	2000	60	60

12	Correa Transportadora M9	SIEMENS	380	60	1480	364 T	6314 Z C3	6314 Z C3	14000	14000	27	27
13	Correa transportadora de bolas	SIEMENES	380	5	1465	215T	40BC02JP3	40BC02JP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
15	Alimentador M8A	SIEMENS	380	30	1480	326T	60BC03JP3	60BC03JP3	N/E	N/E	N/E	N/E
16	Alimentador M8B	SIEMENS	380	30	1480	326T	60BC03JP3	60BC03JP3	N/E	N/E	N/E	N/E
17	Alimentador M8C	SIEMENS	380	30	1480	326T	60BC03JP3	60BC03JP3	N/E	N/E	N/E	N/E
18	Unidad Hidráulica Freno Molino	WEG	380	7,5	1460	215T	6308-ZZ	6207-ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado

ANEXO 10: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA SAG

MOTORES CON RODAMIENTOS PLANTA MOLIENDA SAG												
item	Equipo	Marca	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Frame	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad de grasa lado libre (g)
1	Bomba empuje axial N°1 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	20	1500	284T	50BC03JPP3	50BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
2	Bomba empuje axial N°2 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	20	1500	284T	50BC03JPP3	50BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
3	Bomba alta presión N°1 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	100	1500	444T	90BC03JPP3	80BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
4	Bomba alta presión N°2 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	100	1500	444T	90BC03JPP3	80BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
5	Bomba alta presión N°3 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	100	1500	444T	90BC03JPP3	80BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
6	Bomba pistón N°1 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	5	1500	213T	40BC02JEE3	30BC02JEE3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
7	Bomba pistón N°2 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	5	1500	213T	40BC02JEE3	30BC02JEE3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
8	Bomba baja presión N°1 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	20	1500	284T	50BC03JPP3	50BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
9	Bomba baja presión N°2 Sistema de lubricación Molino SAG	SIEMENS	380	20	1500	284T	50BC03JPP3	50BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado

10	Bomba piñón N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	WEG	380	1	1500	145TC	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
11	Bomba piñón N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	WEG	380	1	1500	145TC	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
12	Bomba baja presión N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	SIEMENS	380	7,5	1500	256TC	45BC03JPP3	45BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
13	Bomba baja presión N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	SIEMENS	380	7,5	1500	256TC	45BC03JPP3	45BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
14	Bomba alta presión N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
15	Bomba alta presión N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
16	Bomba alta presión N°3 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°1 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
17	Bomba piñón N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	WEG	380	1	1500	145TC	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
18	Bomba piñón N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	WEG	380	1	1500	145TC	6205 ZZ	6204 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
19	Bomba baja presión N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	SIEMENS	380	7,5	1500	256TC	45BC03JPP3	45BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
20	Bomba baja presión N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	SIEMENS	380	7,5	1500	256TC	45BC03JPP3	45BC03JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
21	Bomba alta presión N°1 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado

22	Bomba alta presión N°2 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
23	Bomba alta presión N°3 Sistema de lubricación Molino de Bolas N°2 SAG	SIEMENS	380	40	1500	326TC	60BC03JPP3	50BC02JPP3	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
24	Correa transportadora A10	BALDOR	380	20	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
25	Correa transportadora A11	WEG	380	75	1500	405T	6316 C3	6314 C3	13000	14000	34	27
26	unidad hidráulica Chancador 1	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
27	unidad hidráulica Chancador 2	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
28	unidad hidráulica Chancador 3	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
29	Correa transportadora A13	WEG	380	30	1500	326T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
30	Correa transportadora A12	WEG	380	15	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
31	Correa transportadora A14	WEG	380	15	1500	284T	6311 C3	6211 C3	20000	20000	18	11
32	Correa transportadora A15	BALDOR	380	60	1500	444T	90BC03J30X	90BC03J30X	9000	N/E	N/E	N/E
33	Correa transportadora A18	WEG	380	10	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
34	Correa transportadora A16	WEG	380	30	1500	326T	6312 C3	6212 C3	20000	20000	21	13
35	Correa transportadora A17	WEG	380	10	1500	256T	6309 C3	6209 C3	20000	20000	13	9
36	Alimentador N°1	WEG	380	30	1500	404T	6316 C3	6314 C3	13000	14000	34	27
37	Alimentador N°2	WEG	380	30	1500	404T	6316 C3	6314 C3	13000	14000	34	27
38	Alimentador N°3	WEG	380	30	1500	404T	6316 C3	6314 C3	13000	14000	34	27
39	Alimentador N°4	WEG	380	30	1500	404T	6316 C3	6314 C3	13000	14000	34	27
40	Motor N°1 Harnero N°1	WEG	380	50	1500	365T	6314 C3	6314 C3	14000	14000	27	27
41	Motor N°2 Harnero N°1	WEG	380	50	1500	365T	6314 C3	6314 C3	14000	14000	27	27

42	Motor N°1 Harnero N°2	WEG	380	50	1500	365T	6314 C3	6314 C3	14000	14000	27	27
43	Motor N°2 Harnero N°2	WEG	380	50	1500	365T	6314 C3	6314 C3	14000	14000	27	27
44	Bomba sistema lubricación Chancador de Pebbles N°1	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
45	Bomba sistema lubricación Chancador de Pebbles N°2	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
46	Bomba sistema hidráulico freno Molino SAG	WEG	380	7,5	1500	215TC	6308 ZZ	6207 ZZ	Sellado	Sellado	Sellado	Sellado
47	Bomba alimentación ciclones N°1	WEG	4000	1300	1500	HGF 8807	NU228 C3	6322 C3	4500	6500	104	72
48	Bomba alimentación ciclones N°2	WEG	4000	1300	1500	HGF 8807	NU228 C3	6322 C3	4500	6500	104	72
49	Bomba alimentación ciclones N°3	WEG	4000	1300	1500	HGF 8807	NU228 C3	6322 C3	4500	6500	104	72
50	Bomba alimentación ciclones N°4	WEG	4000	1300	1500	HGF 8807	NU228 C3	6322 C3	4500	6500	104	72
51	Bomba de Transferencia N°1 SAG	WEG	4000	610	1500	355D	NU326 C3	6322 C3	3200	4500	85	60
52	Bomba de Transferencia N°2 SAG	WEG	4000	610	1500	355D	NU326 C3	6323 C3	3200	4500	85	60
53	Correa A-9	WEG	4000	270	1500	HGF5010	6322C3	6316 C3	4000	4000	60	33
54	Chancador Pebbles N°1	WEG	4000	400	1000	HGF5810	NU226 C3	6320 C3	3200	8400	50	50
55	Chancador Pebbles N°2	WEG	4000	400	1000	HGF5810	NU226 C3	6320 C3	3200	8400	50	50

ANEXO 11: INVENTARIO DE MOTORES PLANTA FLOTACIÓN

MOTORES CON RODAMIENTOS PLANTA FLOTACIÓN												
item	Equipo	Marca	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Frame	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad de grasa lado libre (g)
1	Banco A1 Celda N°1	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
2	Banco A1 Celda N°2	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
3	Banco A1 Celda N°3	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
4	Banco A1 Celda N°4	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
5	Banco A1 Celda N°5	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
6	Banco A1 Celda N°6	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
7	Banco A1 Celda N°7	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
8	Banco A1 Celda N°8	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
9	Banco A2 Celda N°9	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
10	Banco A2 Celda N°10	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82

11	Banco A2 Celda N°11	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
12	Banco A2 Celda N°12	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
13	Banco A2 Celda N°13	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
14	Banco A2 Celda N°14	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
15	Banco A2 Celda N°15	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
16	Banco A2 Celda N°16	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
17	Banco B1 Celda N°17	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
18	Banco B1 Celda N°18	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
19	Banco B1 Celda N°19	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
20	Banco B1 Celda N°20	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
21	Banco B1 Celda N°21	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
22	Banco B1 Celda N°22	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
23	Banco B1 Celda N°23	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
24	Banco B1 Celda N°24	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82

25	Banco B2 Celda N°25	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
26	Banco B2 Celda N°26	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
27	Banco B2 Celda N°27	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
28	Banco B2 Celda N°28	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
29	Banco B2 Celda N°29	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
30	Banco B2 Celda N°30	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
31	Banco B2 Celda N°31	WEG	4000	150	591	HGF 5810	NU324 C3	6318C3 + 7318BEM	2700	3150	60	82
32	Banco B2 Celda N°32	WEG	4000	150	591	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
33	Banco C1 Celda N°33-1	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
34	Banco C1 Celda N°34-2	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
35	Banco C1 Celda N°35-3	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
36	Banco C1 Celda N°36-4	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
37	Banco C1 Celda N°37-5	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
38	Banco C1 Celda N°38-6	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62

39	Banco C1 Celda N°39-7	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
40	Banco C1 Celda N°40-8	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
41	Banco C1 Celda N°41-9	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
42	Banco C2 Celda N°42-1	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
43	Banco C2 Celda N°43-2	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
44	Banco C2 Celda N°44-3	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
45	Banco C2 Celda N°45-4	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
46	Banco C2 Celda N°46-5	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
47	Banco C2 Celda N°47-6	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
48	Banco C2 Celda N°48-7	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
49	Banco D1 Celda N°49-8	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
50	Banco D1 Celda N°50-9	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
51	Banco D1 Celda N°51-1	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62

52	Banco D1 Celda N°52-2	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
53	Banco D1 Celda N°53-3	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
54	Banco D1 Celda N°54-4	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
55	Banco D1 Celda N°55-5	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
56	Banco D1 Celda N°56-6	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
57	Banco D1 Celda N°57-7	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
58	Banco D2 Celda N°58-1	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
59	Banco D2 Celda N°59-2	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
60	Banco D2 Celda N°60-3	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
61	Banco D2 Celda N°61-4	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
62	Banco D2 Celda N°62-5	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
63	Banco D2 Celda N°63-6	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62
64	Banco D2 Celda N°64-7	TOSHIBA	380	75	975	444T	NU318	6318 C3	2160	2160	62	62

65	Bomba Rougher N°1	WEG	380	150	1480	504/505T	6319 C3	6316 C3	11000	13000	45	34
66	Bomba Rougher N°2	WEG	380	150	1480	504/505T	6319 C3	6316 C3	11000	13000	45	34
67	Bomba Rougher N°3	WEG	380	150	1480	504/505T	6319 C3	6316 C3	11000	13000	45	34
68	Bomba Rougher N°4	WEG	380	150	1480	504/505T	6319 C3	6316 C3	11000	13000	45	34
69	Celda Bomba 1 cola columna 1-4	US	380	150	1480	445T	6220JC3	6313JC3	8500	10000	30	23
70	Celda Bomba 2 cola columna 1-4	WEG	4000	250	1480	HGF 5809	NU322 C3	6320 C3	2600	4200	60	50
71	Celda Bomba 3 cola columna 1-4	WEG	4000	250	1480	HGF 5809	NU322 C3	6320 C3	2600	4200	60	50
72	Celda Bomba 4 cola columna 1-4	WEG	4000	250	1480	HGF 5809	NU322 C3	6320 C3	2600	4200	60	50
73	Motor Bomba N°1 Alimentación columna 1-4	WEG	380	250	1480	586/7T	6322 C3	6319 C3	9000	11000	60	45
74	Motor Bomba N°2 Alimentación columna 1-4	WEG	380	250	1480	586/7T	6322 C3	6319 C3	9000	11000	60	45
75	Motor Bomba N°3 Alimentación columna 1-4	WEG	380	250	1480	586/7T	6322 C3	6319 C3	9000	11000	60	45
76	Motor Bomba N°4 Alimentación columna 1-4	WEG	380	250	1480	586/7T	6322 C3	6319 C3	9000	11000	60	45
77	Bomba Ciclón N°1 Vertimill N°2	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50

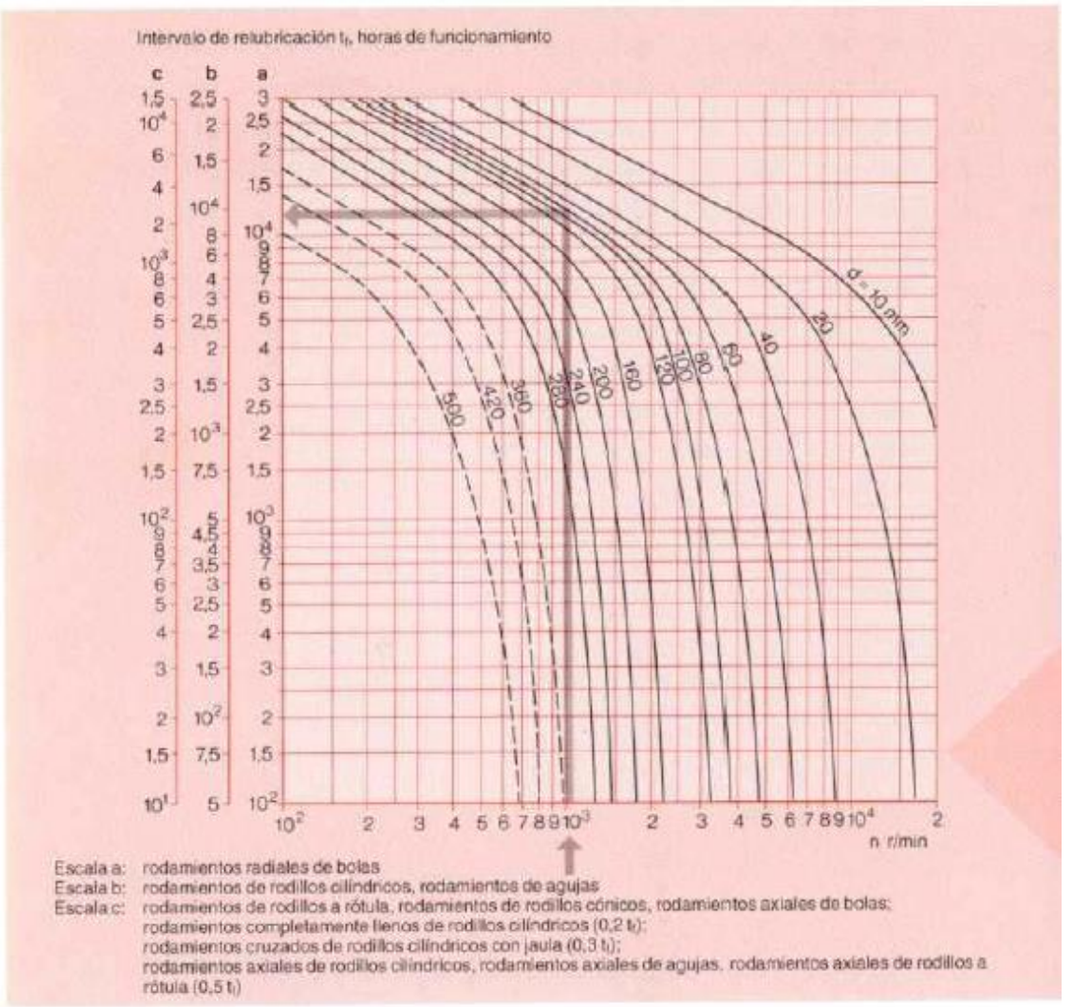
78	Bomba Ciclón N°2 Vertimill N°2	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50
79	Bomba Ciclón N°3 Vertimill N°1	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50
80	Bomba Ciclón N°4 Vertimill N°1	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50
81	Bomba.1 Cajón - BC	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50
82	Bomba.2 Cajón - BC	Siemens	4000	250	1480	01349617-030-1	110RU22M30	75BC03J3	2600	4200	60	50
83	Bomba Alimentación Columna N°5	Siemens	4000	250	1480	1LA1 400-4HD90-Z	NU222 + 6222C3	NU222	4000	4000	40	40
84	Bomba Alimentación Columna N°6	Siemens	4000	250	1480	1LA1 400-4HD90-Z	NU222 + 6222C3	NU222	4000	4000	40	40
85	Bomba Cola N°1 Columna 5 y 6	Siemens	4000	400	1480	1LA1 400-4HD90-Z	NU222 + 6222C3	NU222	4000	4000	40	40
86	Bomba Cola N°2 Columna 5 y 6	Siemens	4000	250	1480	1LA1 400-4HD90-Z	NU222 + 6222C3	NU222	4000	4000	40	40

87	Flota "E" Celda N°1	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
88	Flota "E" Celda N°2	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
89	Flota "E" Celda N°3	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
90	Flota "E" Celda N°4	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
91	Flota "E" Celda N°5	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
92	Flota "E" Celda N°6	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
93	Flota "E" Celda N°7	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
94	Flota "E" Celda N°8	WEG	4000	150	595	HGF5810	NU324 C3	7318B + 6318C3	2700	3150	60	85
95	Molino Vertimill N°1	Siemens	4000	1250	990	1LA1 566-6XZ94-Z	6232 C3	7328BG	1500	1500	40	40
96	Molino Vertimill N°2	Siemens	4000	1250	990	1LA1 566-6XZ94-Z	6232 C3	7328BG	1500	1500	40	40
97	Soplador Continental N°1	Westing house	4000	380	2970	355CA	6315C3	6315C3	3300	3550	60	50
98	Soplador Continental N°2	Westing house	4000	380	2970	355CA	6315C3	6315C3	3300	3550	60	50

ANEXO 12: LISTADO DE MOTORES SIN ESPECIFICACIÓN DE LUBRICACIÓN, CON CANTIDAD DE GRASA Y CICLO DE ENGRASE CALCULADO

CALCULO DE CANTIDA DE GRASA Y CICLO DE ENGRASE A MOTORES SIN ESPECIFICACIÓN DE LUBRICACIÓN												
Planta	ítem	Equipo	Marca	Velocidad (RPM)	Rodamiento Carga	Rodamiento Libre	Rodamiento Carga (equivalencia ISO)	Rodamiento Libre (equivalencia ISO)	Cantidad de grasa lado carga (g)	Cantidad grasa lado libre (g)	Ciclo lubricación lado carga (horas)	Ciclo lubricación lado libre (horas)
MUN1	1	Bomba alimentación de Ciclones N°1	RELIANCE	996	130RU03M30X26	130BC03J30X	NU326 C3 P62	NU326 C3	81,2	81,2	8000	8000
MUN1	2	Bomba alimentación de Ciclones N°2	RELIANCE	996	130RU03M30X27	130BC03J30X	NU326 C3 P62	NU326 C3	81,2	81,2	8000	8000
MUN1	3	Bomba de rebose N°1	RELIANCE	1485	110RU02M30X	90BC03J30X	NU222 C3	6318 C3	38	41	8000	9000
MUN1	4	Bomba de rebose N°2	RELIANCE	1500	110RU02M30X	90BC03J30X	NU222 C3	6318 C3	38	41	8000	9000
MUN2	5	Alimentador M8A	SIEMENS	1480	60BC03JP3	60BC03JP3	6312 Z C3	6312 Z C3	20	20	10000	10000
MUN2	6	Alimentador M8B	SIEMENS	1480	60BC03JP3	60BC03JP3	6312 Z C3	6312 Z C3	20	20	10000	10000
MUN2	7	Alimentador M8C	SIEMENS	1480	60BC03JP3	60BC03JP3	6312 Z C3	6312 Z C3	20	20	10000	10000
SAG	27	Correa transportadora A15	BALDOR	1500	90BC03J30X	90BC03J30X	6318 C3	6318 C3	41	41	9000	9000
FLOTACIÓN	28	Bomba 1 cola columna 1-4	US	1480	6220JC3	6313JC3			30	23	8500	10000

ANEXO 13: GRÁFICO CICLO DE LUBRICACION RODAMIENTOS



ANEXO 14: INSTRUCTIVO DE LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELECTRICOS CON EQUIPO DE ULTRASONIDO ULTRAPROBE 201

EX UMBRA IN SOLEM	***Instructivo lubricación rodamientos motores eléctricos con equipo ultrasonido Ultraprobe 201***	Fecha elaboración: 17/11/2018
		Revisión: 1
		Hoja 100 de 2

Equipamiento necesario para realizar la actividad	Pistola de engrase automática con medición de flujo modelo Alemite 596D	
	Equipo de ultrasonido Ultraprobe 201 con audífonos	

Figura 1. Instalación del equipo de ultrasonido en pistola de engrase a través de abrazadera ajustable

Engrase Rodamientos	Paso	Qué	Cómo	Por qué
	1	Asegure el área de trabajo y no se ponga en contacto con partes móviles.	Evalúe la tarea y coordine con otras actividades si existen otros trabajos cercanos al área.	El operador podría sufrir golpes por partes en movimiento y/o afectado por trabajos simultáneos cercanos a su are de trabajo
	2	Limpie la grasera del motor	Con brocha y paño retire la contaminación.	Porque si no se limpia podría ingresar contaminación al rodamiento y provocar desgaste por abrasión.
	3	Limpie la grasera de la engrasadora manual o automática.	Con brocha y paño retire la contaminación.	Porque si no se limpia podría ingresar contaminación al rodamiento y provocar desgaste por abrasión.
	4	Conecte la grasera de la pistola de engrase a la grasera del motor	Insértela a presión fuertemente	Si queda mal ajustada el lubricante podría fugarse y no ingresar al ducto de engrase del motor

Figura 1 c Figura 2 	5	Instalación del sensor magnético de ultrasonido	1.- En el rodamiento del lado de la carga instale el sensor lo más cercano a la carcasa del rodamiento (figura 1). 2.- Si no es posible acceder directamente a la carcasa de rodamiento como en el caso del rodamiento del lado del ventilador del motor, se debe instalar el sensor en la misma grasera de la engrasadora manual mediante el accesorio destinado para ese propósito (figura 2).	Porque el sensor debe estar lo más cercano posible a la fuente de sonido
	6	Conectar los audífonos y ponerlos en posición.	Se deben conectar los audífonos en el controlador del equipo de ultrasonido y se deben instalar en los oídos bajo el casco de seguridad.	Es esencial escuchar el sonido del rodamiento.
	7	Configurar la engrasadora automática.	1.- seleccionar la unidad de medida en gramos. 2.- seleccionar la velocidad de flujo 1 (lenta)	La lubricación debe ser a un ritmo lento.

	8	Encender y configurar el equipo de ultrasonido	1.- Ajustar el selector de sensibilidad en la escala mayor; 70 decibeles. 2.- Encienda el equipo. 3.- Escuche y mire el visualizador de decibeles	Porque si la sensibilidad seleccionada es muy baja y el sonido del rodamiento es muy alto, el sonido que reproducirá los audífonos será muy alto y puede afectar al operador.
	9	Lubricar utilizando la técnica de ultrasonido	1.- Escuchar el sonido del rodamiento y ajustar la sensibilidad para determinar los decibeles que tiene el rodamiento. Se aconseja que el nivel de decibeles cubra el 50% del nivel seleccionado 2.- Si el nivel de decibeles es mayor a la línea base lubrique y escuche el rodamiento a la vez 3.- Lubricar lentamente y en simultáneo evaluar el sonido y los decibeles del rodamiento. Una vez que ingresa la grasa al rodamiento la intensidad sonora disminuirá. 4.- Parar la lubricación cuando: a) El nivel de sonido aumenta repentinamente El nivel de sonido alcanza el valor de decibles de la línea base 5.- La cantidad máxima de grasa que se puede aplicar es el indicado en la Ruta de Lubricación.	

ANEXO 15: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA CONVENCIONAL

	PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA CONVECIONAL															
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	Año 1												Año 2		
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
2	Alimentador 9C	14	X														X
3	Alimentador 9E	14	X														X
4	Alimentador 9F	14	X														X
5	Alimentador 9G	14	X														X
6	Alimentador 9H	14	X														X
7	Alimentador 9I	14	X														X
8	Estanque agitador TK1	14	X														X
9	Estanque agitador TK2	14	X														X
10	Estanque agitador TK3	14	X														X
11	Bomba Lubricación N°1 MOBA 1	14	X														X
12	Bomba Lubricación N°2 MOBA 2	14	X														X
13	Bomba Lubricación N°1 MOBA 3	14	X														X
14	Bomba Lubricación MOBO 6	14	X														X
15	Bomba Lubricación MOBO 7	14	X														X
16	Bomba Lubricación MOBO 8	14	X														X
17	Bomba Lubricación MOBO 9	14	X														X
18	Bomba Lubricación MOBO 10	14	X														X
19	Bomba Ciclón MOBO 1	4	X				X				X				X		X
20	Bomba Ciclón MOBO 2	4	X				X				X				X		X
21	Bomba Ciclón MOBO 3	4	X				X				X				X		X
22	Bomba Ciclón MOBO 4	4	X				X				X				X		X
23	Bomba Ciclón MOBO 5	4	X				X				X				X		X
24	Bomba Ciclón MOBO 6	4	X				X				X				X		X
25	Bomba Ciclón MOBO 7	4	X				X				X				X		X

26	Bomba Ciclón MOBO 8	4	X				X				X				X		X
27	Bomba Ciclón MOBO 9	4	X				X				X				X		X
28	Bomba Ciclón MOBO 10	4	X				X				X				X		X
29	Bomba Piso Sección 2	14	X														X
30	Bomba Piso Sección 3	14	X														X
31	Bomba Piso Sección 4	14	X														X
32	Bomba Piso Sección 1	14	X														X
33	Bomba Lechada Cal N°1 MOC	14	X														X
34	Bomba Lechada Cal N°2 MOC	14	X														X
35	Bomba Lechada Cal N°1 FLO	14	X														X
36	Bomba Lechada Cal N°2 FLO	14	X														X
37	Correa 10A	14	X														X
38	Correa 10B	14	X														X
39	Correa 10C	14	X														X

ANEXO 16: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

		PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1															
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	Año 1												Año 2		
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
1	Correa transportadora 10D	14	X														X
2	Correa transportadora 10E	14	X														X
3	Correa transportadora 10H	14	X														X
4	Alimentador 9A	14	X														X
5	Bomba baja presión N°1 sistema lubricación Molino unitario	14	X														X
6	Bomba baja presión N°2 sistema lubricación Molino unitario	14	X														X
7	Correa transportadora 10F	14	X														X
8	Correa transportadora 10G	14	X														X
9	Bomba de Piso	14	X														X
10	Bomba alimentación de Ciclones N°1	6	X							X							X
11	Bomba alimentación de Ciclones N°2	6	X							X							X
12	Bomba de rebose N°1	6	X							X							X
13	Bomba de rebose N°2	6	X							X							X
14	Bomba recirculación Agua fresca 101	3	X				X				X				X		
15	Bomba recirculación Agua fresca 102	3	X				X				X				X		
16	Bomba alta presión N°1 sistema lubricación Molino unitario	8	X									X					
17	Bomba alta presión N°2 sistema lubricación Molino unitario	8	X									X					

ANEXO 17: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

	PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2																
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	Año 1												Año 2		
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
1	Bomba baja presión N°1	9	X										X				
2	Bomba baja presión N°2	9	X										X				
5	Bomba de Alta Presión N°1	4	X					X									
6	Bomba de Alta Presión N°2	4	X					X									
7	Bomba de Alta Presión N°3	4	X					X									
8	Bomba de empuje axial N°1	12	X												X		
9	Bomba de empuje axial N°2	12	X												X		
10	Bomba de ciclon N°1	3	X				X				X				X		
11	Bomba de ciclon N°2	3	X				X				X				X		
12	Correa Transportadora M9	10	X										X				
13	Alimentador M8A	9	X										X				
14	Alimentador M8B	9	X										X				
15	Alimentador M8C	9	X										X				

ANEXO 18: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA MOLIENDA SAG

	PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA MOLIENDA SAG															
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	Año 1												Año 2		
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
1	Correa transportadora A10	14	X														X
2	Correa transportadora A11	9	X										X				
3	Correa transportadora A13	14	X														X
4	Correa transportadora A12	14	X														X
5	Correa transportadora A14	14	X														X
6	Correa transportadora A15	6	X							X							X
7	Correa transportadora A18	14	X														X
8	Correa transportadora A16	14	X														X
9	Correa transportadora A17	14	X														X
10	Alimentador N°1	9	X										X				X
11	Alimentador N°2	9	X										X				X
12	Alimentador N°3	9	X										X				X
13	Alimentador N°4	9	X										X				X
14	Motor N°1 Harnero N°1	10	X											X			
15	Motor N°2 Harnero N°1	10	X											X			
16	Motor N°1 Harnero N°2	10	X											X			
17	Motor N°2 Harnero N°2	10	X											X			
18	Bomba alimentación ciclones N°1	6	X							X							
19	Bomba alimentación ciclones N°2	6	X							X							

20	Bomba alimentación ciclones N°3	6	X						X							
21	Bomba alimentación ciclones N°4	6	X						X							
22	Bomba de Transferencia N°1	4	X						X							
23	Bomba de Transferencia N°2	4	X						X							
24	Correa A-9	3	X				X			X				X		
25	Chancador Pebbles N°1	3	X				X			X				X		
26	Chancador Pebbles N°2	3	X				X			X				X		

ANEXO 19: PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL PLANTA FLOTACIÓN

		PLAN DE LUBRICACIÓN ANUAL MOTORES PLANTA FLOTACIÓN														
Ítem	Equipo	Frecuencia en meses	Año 1												Año 2		
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
1	Banco A1 Celda N°1	2	X			X			X			X			X		
2	Banco A1 Celda N°2	2	X			X			X			X			X		
3	Banco A1 Celda N°3	2	X			X			X			X			X		
4	Banco A1 Celda N°4	2	X			X			X			X			X		
5	Banco A1 Celda N°5	2	X			X			X			X			X		
6	Banco A1 Celda N°6	2	X			X			X			X			X		
7	Banco A1 Celda N°7	2	X			X			X			X			X		
8	Banco A1 Celda N°8	2	X			X			X			X			X		
9	Banco A2 Celda N°9	2	X			X			X			X			X		
10	Banco A2 Celda N°10	2	X			X			X			X			X		
11	Banco A2 Celda N°11	2	X			X			X			X			X		
12	Banco A2 Celda N°12	2	X			X			X			X			X		
13	Banco A2 Celda N°13	2	X			X			X			X			X		
14	Banco A2 Celda N°14	2	X			X			X			X			X		
15	Banco A2 Celda N°15	2	X			X			X			X			X		

16	Banco A2 Celda N°16	2	X			X			X			X			X		
17	Banco B1 Celda N°17	2	X			X			X			X			X		
18	Banco B1 Celda N°18	2	X			X			X			X			X		
19	Banco B1 Celda N°19	2	X			X			X			X			X		
20	Banco B1 Celda N°20	2	X			X			X			X			X		
21	Banco B1 Celda N°21	2	X			X			X			X			X		
22	Banco B1 Celda N°22	2	X			X			X			X			X		
23	Banco B1 Celda N°23	2	X			X			X			X			X		
24	Banco B1 Celda N°24	2	X			X			X			X			X		
25	Banco B2 Celda N°25	2	X			X			X			X			X		
26	Banco B2 Celda N°26	2	X			X			X			X			X		
27	Banco B2 Celda N°27	2	X			X			X			X			X		
28	Banco B2 Celda N°28	2	X			X			X			X			X		
29	Banco B2 Celda N°29	2	X			X			X			X			X		
30	Banco B2 Celda N°30	2	X			X			X			X			X		
31	Banco B2 Celda N°31	2	X			X			X			X			X		
32	Banco B2 Celda N°32	2	X			X			X			X			X		
33	Banco C1 Celda N°33-1	2	X			X			X			X			X		
34	Banco C1 Celda N°34-2	2	X			X			X			X			X		
35	Banco C1 Celda N°35-3	2	X			X			X			X			X		
36	Banco C1 Celda N°36-4	2	X			X			X			X			X		
37	Banco C1 Celda N°37-5	2	X			X			X			X			X		

38	Banco C1 Celda N°38-6	2	X			X		X			X			X		
39	Banco C1 Celda N°39-7	2	X			X		X			X			X		
40	Banco C1 Celda N°40-8	2	X			X		X			X			X		
41	Banco C1 Celda N°41-9	2	X			X		X			X			X		
42	Banco C2 Celda N°42-1	2	X			X		X			X			X		
43	Banco C2 Celda N°43-2	2	X			X		X			X			X		
44	Banco C2 Celda N°44-3	2	X			X		X			X			X		
45	Banco C2 Celda N°45-4	2	X			X		X			X			X		
46	Banco C2 Celda N°46-5	2	X			X		X			X			X		
47	Banco C2 Celda N°47-6	2	X			X		X			X			X		
48	Banco C2 Celda N°48-7	2	X			X		X			X			X		
49	Banco D1 Celda N°49-8	2	X			X		X			X			X		
50	Banco D1 Celda N°50-9	2	X			X		X			X			X		
51	Banco D1 Celda N°51-1	2	X			X		X			X			X		
52	Banco D1 Celda N°52-2	2	X			X		X			X			X		
53	Banco D1 Celda N°53-3	2	X			X		X			X			X		
54	Banco D1 Celda N°54-4	2	X			X		X			X			X		
55	Banco D1 Celda N°55-5	2	X			X		X			X			X		
56	Banco D1 Celda N°56-6	2	X			X		X			X			X		
57	Banco D1 Celda N°57-7	2	X			X		X			X			X		
58	Banco D2 Celda N°58-1	2	X			X		X			X			X		
59	Banco D2 Celda N°59-2	2	X			X		X			X			X		
60	Banco D2 Celda N°60-3	2	X			X		X			X			X		

61	Banco D2 Celda N°61-4	2	X			X			X			X			X		
62	Banco D2 Celda N°62-5	2	X			X			X			X			X		
63	Banco D2 Celda N°63-6	2	X			X			X			X			X		
64	Banco D2 Celda N°64-7	2	X			X			X			X			X		
65	Bomba Raugher N°1	15	X														X
66	Bomba Raugher N°2	15	X														X
67	Bomba Raugher N°3	15	X														X
68	Bomba Raugher N°4	15	X														X
69	Bomba 1 cola columna 1-4	12	X												X		
70	Bomba 2 cola columna 1-4	4	X					X					X				
71	Bomba 3 cola columna 1-4	4	X					X					X				
72	Bomba 4 cola columna 1-4	4	X					X					X				
73	Motor Bomba 1 Alimentacion columna 1-4	13	X													X	
74	Motor Bomba 2 Alimentacion columna 1-4	13	X													X	
75	Motor Bomba 3 Alimentacion columna 1-4	13	X													X	
76	Motor Bomba 4 Alimentacion columna 1-4	13	X													X	
77	Bomba Ciclon N°1 Vertimill N°2	4	X					X					X				
78	Bomba Ciclon N°2 Vertimill N°2	4	X					X					X				
79	Bomba Ciclon N°3 Vertimill N°1	4	X					X					X				
80	Bomba Ciclon N°4 Vertimill N°1	4	X					X					X				
81	Bomba.1 Cajon - BC	4	X					X					X				

82	Bomba.2 Cajon - BC	4	X					X					X				
83	BombaAlimen. Columna N°5	6	X							X							X
84	BombaAlimen. Columna N°6	6	X							X							X
85	BombaCola N°1 Columna 5 y 6	6	X							X							X
86	BombaCola N°2 Columna 5 y 6	6	X							X							X
87	Flota "E" Celda N°1	2	X			X			X			X			X		
88	Flota "E" Celda N°2	2	X			X			X			X			X		
89	Flota "E" Celda N°3	2	X			X			X			X			X		
90	Flota "E" Celda N°4	2	X			X			X			X			X		
91	Flota "E" Celda N°5	2	X			X			X			X			X		
92	Flota "E" Celda N°6	2	X			X			X			X			X		
93	Flota "E" Celda N°7	2	X			X			X			X			X		
94	Flota "E" Celda N°8	2	X			X			X			X			X		
95	Molino Vertimill N°1	1	X		X		X		X		X		X		X		X
96	Molino Vertimill N°2	1	X		X		X		X		X		X		X		X
97	Soplador Continental N°1	6	X							X						X	
98	Soplador Continental N°2	6	X							X						X	

ANEXO 20: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Alimentador 9B	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
2	Alimentador 9C	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
3	Alimentador 9E	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
4	Alimentador 9F	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
5	Alimentador 9G	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
6	Alimentador 9H	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
7	Alimentador 9I	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
8	Estanque agitador TK1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
9	Estanque agitador TK2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
10	Estanque agitador TK3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
11	Correa 10A	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
12	Correa 10B	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
13	Correa 10C	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				

14	Bomba Lechada Cal N°1 MOC	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
15	Bomba Lechada Cal N°2 MOC	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
16	Bomba Lechada Cal N°1 FLO	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
17	Bomba Lechada Cal N°2 FLO	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				

ANEXO 21: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL									N°2
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba Lubricación N°1 MOBA 1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
2	Bomba Lubricación N°2 MOBA 2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
3	Bomba Lubricación N°1 MOBA 3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
4	Bomba Lubricación MOBO 6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
5	Bomba Lubricación MOBO 7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
6	Bomba Lubricación MOBO 8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
7	Bomba Lubricación MOBO 10	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
8	Bomba Piso Sección 2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
9	Bomba Piso Sección 3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
10	Bomba Piso Sección 4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
11	Bomba Piso Sección 1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				

ANEXO 22: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA CONVENCIONAL									N°3
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba Ciclón MOBO 1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
2	Bomba Ciclón MOBO 2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
3	Bomba Ciclón MOBO 3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
4	Bomba Ciclón MOBO 4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
5	Bomba Ciclón MOBO 5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
6	Bomba Ciclón MOBO 6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
7	Bomba Ciclón MOBO 7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
8	Bomba Ciclón MOBO 8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
9	Bomba Ciclón MOBO 9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
10	Bomba Ciclón MOBO 10	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				

ANEXO 23: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Correa transportadora 10D	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
2	Correa transportadora 10E	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
3	Correa transportadora 10H	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
4	Alimentador 9A	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
5	Bomba baja presion N°1 sistema lubricacion Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
6	Bomba baja presion N°2 sistema lubricacion Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
7	Correa transportadora 10F	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	21	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	13	14				
8	Correa transportadora 10G	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	18	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	11	14				
9	Bomba de Piso	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	18	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	11	14				

ANEXO 24: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

		RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1								**N°2**
		Fecha creación: 19/11/18				**Fecha última revisión:**				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba alimentación de Ciclones N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	81	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	81	6				
2	Bomba alimentación de Ciclones N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	81	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	81	6				
3	Bomba de rebose N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	38	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	41	6				
4	Bomba de rebose N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	38	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	41	6				

ANEXO 25: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1									**N°3**
	Fecha creación: 19/11/18					**Fecha última revisión:**				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba recirculacion Agua fresca 101	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	55	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	55	3				
2	Bomba recirculacion Agua fresca 102	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	55	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	55	3				

ANEXO 26: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 1									N°4
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba alta presion N°1 sistema lubricacion	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	27	8				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	27	8				
2	Bomba alta presion N°2 sistema lubricacion	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	27	8				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	27	8				

ANEXO 27: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba baja presión N°1 sistema lubricación Molino unitario	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	21	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	21	9				
2	Bomba baja presión N°2 sistema lubricación Molino unitario	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	21	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	21	9				
3	Alimentador M8A	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	20	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	20	9				
4	Alimentador M8B	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	20	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	20	9				
5	Alimentador M8B	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	20	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	20	9				

ANEXO 28: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2									N°2
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba de Alta Presión N°1 Sistema de lubricación Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	46	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	46	4				
2	Bomba de Alta Presión N°2 Sistema de lubricación Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	46	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	46	4				
3	Bomba de Alta Presión N°3 Sistema de lubricación Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	46	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	46	4				

ANEXO 29: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2									N°3
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba de empuje axial N°1 Sistema de lubricación Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	12				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	13	12				
2	Bomba de empuje axial N°2 Sistema de lubricación Molino	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	12				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	13	12				

ANEXO 30: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2									N°4
		Fecha creación: 19/11/18				Fecha última revisión:				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba de ciclon N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	3				
2	Bomba de ciclon N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	3				

ANEXO 31: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2

		RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA UNITARIO 2								N°5
		Fecha creación: 19/11/18				Fecha última revisión:				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Correa Transportadora M9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	27	10				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	10				

ANEXO 32: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA MOLIENDA SAG

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA SAG									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Correa transportadora A10	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	18	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	11	14				
2	Correa transportadora A12	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	18	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	11	14				
3	Correa transportadora A13	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	21	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	13	14				
4	Correa transportadora A14	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	18	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	11	14				
5	Correa transportadora A16	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	21	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	13	14				
6	Correa transportadora A17	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				
7	Correa transportadora A18	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	13	14				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	9	14				

ANEXO 33: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA MOLIENDA SAG

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA SAG									N°2
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Motor N°1 Harnero N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	27	10				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	10				
2	Motor N°2 Harnero N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	27	10				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	10				
3	Motor N°1 Harnero N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	27	10				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	10				
4	Motor N°2 Harnero N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	27	10				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	10				

ANEXO 34: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA MOLIENDA SAG

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA SAG									N°3
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Correa transportadora A11	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	34	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	9				
2	Alimentador N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	34	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	9				
3	Alimentador N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	34	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	9				
4	Alimentador N°3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	34	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	9				
5	Alimentador N°4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	34	9				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	27	9				

ANEXO 35: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA MOLIENDA SAG

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA SAG									N°4
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba alimentación ciclones N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	104	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	72	6				
2	Bomba alimentación ciclones N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	104	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	72	6				
3	Bomba alimentación ciclones N°3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	104	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	72	6				
4	Bomba alimentación ciclones N°4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	104	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	72	6				
5	Bomba de Transferencia N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	85	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	6				
6	Bomba de Transferencia N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	85	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	6				

ANEXO 36: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA MOLIENDA SAG

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA MOLIENDA SAG									N°5
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Correa A-9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	33	3				
2	Chancador Pebbles N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	85	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	3				
3	Chancador Pebbles N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	85	3				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	60	3				

ANEXO 37: RUTA DE LUBRICACIÓN N°1 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°1
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco A1 Celda N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
2	Banco A1 Celda N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
3	Banco A1 Celda N°3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
4	Banco A1 Celda N°4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
5	Banco A1 Celda N°5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
6	Banco A1 Celda N°6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
7	Banco A1 Celda N°7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
8	Banco A1 Celda N°8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				

ANEXO 38: RUTA DE LUBRICACIÓN N°2 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°2
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco A2 Celda N°9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
2	Banco A2 Celda N°10	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
3	Banco A2 Celda N°11	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
4	Banco A2 Celda N°12	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
5	Banco A2 Celda N°13	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
6	Banco A2 Celda N°14	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
7	Banco A2 Celda N°15	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
8	Banco A2 Celda N°16	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				

ANEXO 39: RUTA DE LUBRICACIÓN N°3 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°3
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco B1 Celda N°17	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
2	Banco B1 Celda N°18	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
3	Banco B1 Celda N°19	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
4	Banco B1 Celda N°20	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
5	Banco B1 Celda N°21	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
6	Banco B1 Celda N°22	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
7	Banco B1 Celda N°23	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
8	Banco B1 Celda N°24	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				

ANEXO 40: RUTA DE LUBRICACIÓN N°4 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°4
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco B2 Celda N°25	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
2	Banco B2 Celda N°26	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
3	Banco B2 Celda N°27	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
4	Banco B2 Celda N°28	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
5	Banco B2 Celda N°29	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
6	Banco B2 Celda N°30	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
7	Banco B2 Celda N°31	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				
8	Banco B2 Celda N°32	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	82	2				

ANEXO 41: RUTA DE LUBRICACIÓN N°5 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°5
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco C1 Celda N°33-1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
2	Banco C1 Celda N°34-2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
3	Banco C1 Celda N°35-3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
4	Banco C1 Celda N°36-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
5	Banco C1 Celda N°37-5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
6	Banco C1 Celda N°38-6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
7	Banco C1 Celda N°39-7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
8	Banco C1 Celda N°40-8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
9	Banco C1 Celda N°41-9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				

ANEXO 42: RUTA DE LUBRICACIÓN N°6 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°6
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco C2 Celda N°42-1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
2	Banco C2 Celda N°43-2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
3	Banco C2 Celda N°44-3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
4	Banco C2 Celda N°45-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
5	Banco C2 Celda N°46-5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
6	Banco C2 Celda N°47-6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
7	Banco C2 Celda N°48-7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				

ANEXO 43: RUTA DE LUBRICACIÓN N°7 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°7
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco D1 Celda N°49-8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
2	Banco D1 Celda N°50-9	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
3	Banco D1 Celda N°51-1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
4	Banco D1 Celda N°52-2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
5	Banco D1 Celda N°53-3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
6	Banco D1 Celda N°54-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
7	Banco D1 Celda N°55-5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
8	Banco D1 Celda N°56-6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
9	Banco D1 Celda N°57-7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				

ANEXO 44: RUTA DE LUBRICACIÓN N°8 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°8
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Banco D2 Celda N°58-1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
2	Banco D2 Celda N°59-2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
3	Banco D2 Celda N°60-3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
4	Banco D2 Celda N°61-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
5	Banco D2 Celda N°62-5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
6	Banco D2 Celda N°63-6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
7	Banco D2 Celda N°64-7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	62	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	62	2				

ANEXO 45: RUTA DE LUBRICACIÓN N°9 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°9
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Flota "E" Celda N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
2	Flota "E" Celda N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
3	Flota "E" Celda N°3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
4	Flota "E" Celda N°4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
5	Flota "E" Celda N°5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
6	Flota "E" Celda N°6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
7	Flota "E" Celda N°7	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				
8	Flota "E" Celda N°8	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM 103	60	2				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM 103	85	2				

ANEXO 46: RUTA DE LUBRICACIÓN N°10 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°10
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bba. Ciclón N°1 Vertimill N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
2	Bba. Ciclón N°2 Vertimill N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
3	Bba. Ciclón N°3 Vertimill N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
4	Bba. Ciclón N°4 Vertimill N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	4				
5	Bomba 2 cola columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	50	4				
6	Bomba 3 cola columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	50	4				
7	Bomba 4 cola columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	4				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	50	4				

ANEXO 47: RUTA DE LUBRICACIÓN N°11 PLANTA FLOTACIÓN

	RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN									N°11
	Fecha creación: 19/11/18					Fecha última revisión:				
	Elaborado por: Daniel Ibarra J.									
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bba.Alimen. Columna N°5	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	6				
2	Bba.Alimen. Columna N°6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	6				
3	Bba.Cola N°1 Columna 5 y 6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	6				
4	Bba.Cola N°2 Columna 5 y 6	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	6				
5	Soplador Continental N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	50	6				
6	Soplador Continental N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	6				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	50	6				

ANEXO 48: RUTA DE LUBRICACIÓN N°12 PLANTA FLOTACIÓN

		RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN								N°12
		Fecha creación: 19/11/18				Fecha última revisión:				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Motor Bomba 1 Alimentación columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	13				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	13				
2	Motor Bomba 2 Alimentación columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	13				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	13				
3	Motor Bomba 3 Alimentación columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	13				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	13				
4	Motor Bomba 4 Alimentación columna 1-4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	60	13				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	45	13				

ANEXO 49: RUTA DE LUBRICACIÓN N°13 PLANTA FLOTACIÓN

		RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN								N°13
		Fecha creación: 19/11/18				Fecha última revisión:				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Bomba Rougher N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	45	15				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	34	15				
2	Bomba Rougher N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	45	15				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	34	15				
3	Bomba Rougher N°3	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	45	15				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	34	15				
4	Bomba Rougher N°4	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	45	15				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	34	15				

ANEXO 50: RUTA DE LUBRICACIÓN N°14 PLANTA FLOTACIÓN

		RUTA DE LUBRICACIÓN PLANTA FLOTACIÓN								N°14
		Fecha creación: 19/11/18				Fecha última revisión:				
		Elaborado por: Daniel Ibarra J.								
ítem	Equipo	Metodología	Puntos de engrase	Tipo de grasa	Cantidad (gramos)	Frecuencia (meses)	Línea Base	Decibeles inicial	Decibeles final	Grasa real aplicada
1	Molino Vertimill N°1	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	1				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	1				
2	Molino Vertimill N°2	Técnica de Ultrasonido (utilizar instructivo)	Rodamiento lado carga	Mobil Polyrex EM	40	1				
			Rodamiento lado libre	Mobil Polyrex EM	40	1				

ANEXO 51: DETALLES DE RECURSOS POR RUTA DE LUBRICACIÓN

DETALLE DE DE RECURSOS ANUALES RUTAS DE LUBRICACIÓN						
Ruta	HH/Ruta	Grasa Ruta [kg]	Frecuencia Anual	HH/Ruta Anuales	Grasa Ruta Anual [kg]	Tipo de grasa
Ruta Conv #1	6	0,374	0,5	3	0,187	Mobil Polyrex EM
Ruta Conv #2	6	0,242	0,5	3	0,121	Mobil Polyrex EM
Ruta Conv #3	4	1,05	3	12	3,15	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #1	4	0,224	0,5	2	0,112	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #2	4	0,482	2	8	0,964	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #3	4	0,22	4	16	0,88	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN1 #4	4	0,108	1	4	0,108	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #1	4	0,204	1	4	0,204	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #2	4	0,276	3	12	0,828	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #3	4	0,052	1	4	0,052	Mobil Polyrex EM
Ruta MUN2 #4	4	0,24	4	16	0,96	Mobil Polyrex EM 103
Ruta MUN2 #5	4	0,054	1	4	0,054	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #1	4	0,199	0,5	2	0,0995	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #2	4	0,216	1	4	0,216	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #3	4	0,305	1	4	0,305	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #4	4	0,994	2	8	1,988	Mobil Polyrex EM
Ruta SAG #5	4	0,383	4	16	1,532	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #1	4	1,136	6	24	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #2	4	1,136	6	24	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #3	4	1,136	6	24	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #4	4	1,136	6	24	6,816	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #5	4	1,116	6	24	6,696	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #6	4	0,868	6	24	5,208	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #7	4	1,116	6	24	6,696	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #8	4	0,868	6	24	5,208	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #9	4	1,16	6	24	6,96	Mobil Polyrex EM 103
Ruta flota #10	4	0,75	3	12	2,25	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #11	4	0,54	2	8	1,08	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #12	4	0,42	0,5	2	0,21	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #13	4	0,316	0,5	2	0,158	Mobil Polyrex EM
Ruta flota #14	4	0,16	12	48	1,92	Mobil Polyrex EM
TOTAL HH ANUALES						**410**
TOTAL [Kg] Mobil Polyrex EM						**15**
TOTAL [Kg] Mobil Polyrex EM 103						**61**

ANEXO 51: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE LUBRICACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS						
Ítem	**Actividad**	**Duración**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 3**	**Sem 4**
1.1	Compra Equipos lubricación	2 horas				
1.2	Acondicionamiento motores Molienda SAG	13 horas				
1.3	Acondicionamiento motores Molienda MU2	8 horas				
1.4	Acondicionamiento motores Molienda MUN1	9 horas				
1.5	Acondicionamiento motores Molienda CONVENCIONAL	20 horas				
1.6	Acondicionamiento motores FLOTACIÓN	49 horas				
1.7	Capacitación Mantenedores	12 horas				