ACTUALIZACIÓN PLAN DE LUBRICACIÓN DEL TREN DOS (2) DE LAMINACIÓN, GERDAU DIACO, PLANTA TUTA.

EDGAR HERNANDO CRUZ MACHUCA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2022

ACTUALIZACIÓN PLAN DE LUBRICACIÓN DEL TREN DOS (2) DE LAMINACIÓN, GERDAU DIACO, PLANTA TUTA.

EDGAR HERNANDO CRUZ MACHUCA

Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Mecánico

Dirigido Por

FRANCISCO JOSÉ SALDIVIA SALDIVIA
Ingeniero Mecánico, Magister en Gerencia de Mantenimiento

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2022

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por permitir llegar a este momento tan especial de mi vida. a mis padres y hermanos quienes me acompañaron durante todo este arduo proceso, siempre han estado hay para apoyarme y aconsejarme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres María Berónica Machuca Araque y Yuré Edilberto Cruz Gonzales por apoyarme en el cumplimiento este primer paso para mi vida profesional.

Al ingeniero Francisco José Saldivia por su orientación en el desarrollo de este trabajo de grado

A la empresa Gerdau Diaco por permitirme desarrollar mi trabajo de grado y práctica.

A mis compañeros de estudio por el apoyo en momentos que difíciles

Al equipo de Mantenimiento Central celula Utilidades por su colaboración, apoyo y enseñanzas trasmitidas en el transcurso de la práctica.

EDGAR HERNANDO CRUZ MACHUCA

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 12

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO 15

1. OBJETIVO GENERAL 15
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 15

2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA 16

3. JUSTIFICACIÓN 17

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA 18

4.1 HISTORIA 18
4.2 MISIÓN 18
4.3 VISIÓN 18
4.4 VALORES CORPORATIVOS 19
4.5 POLÍTICA INTEGRADA 19
4.6 PRODUCTOS 19

5. MARCO TEÓRICO 21

5.1 ANTECEDENTES 21
5.2 GENERALIDADES DE LUBRICACIÓN 23
5.2.1 Lubricación 23
5.2.2 Lubricante 24
5.2.3 Aceites lubricantes. 24
5.2.4 Grasas Lubricantes 25
5.2.5 Regímenes de lubricación 27
5.2.6 Lubricación de rodamientos 29

5.2.7 Cálculo de la cantidad de grasa para re-lubricación. 32
5.2.8 Cálculo de frecuencia de re-lubricacion 33
5.2.9 Análisis de criticidad 33
5.2.10 Rondas de inspección.....41
5.2.11 Sistema de identificación de lubricantes (LIS) 42
5.2.12 Contaminantes en lubricación.....48
5.2.13 Análisis de aceites 49
5.2.14 Indicadores 50
5.2.15 Indicadores de lubricación (KPI) 51
5.2.16 Carta de lubricación: 55
5.2.17 Cronograma de lubricación: 56
5.2.18 Hoja técnica del lubricante: 56

6. METODOLOGÍA 59

6.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS 59
6.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 59
6.3 CRITICIDAD DE EQUIPOS 59
6.4 DIAGNÓSTICO DE PLAN ACTUAL 59
6.5 PLAN DE MEJORAS AL PLAN ACTUAL 59
6.6 KPI´s 59

7. RESULTADOS.....60

7.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS 60
7.1.1Horno 60
7.1.2 Desbaste.....62
7.1.3 Tren Intermedio.....62
7.1.4 Tren Acabador 63
7.1.5 Mesa De Enfriamiento 64
7.1.6 Terminación 64

7.1.7 Organigrama Mantenimiento Tren 2 65
7.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 65
7.3 CRITICIDAD DE EQUIPOS 66
7.4 DIAGNÓSTICO DE PLAN ACTUAL 72
7.4.1 Auditoría plan actual de lubricación 72
7.4.2 Parámetros de evaluación: 73
7.4.3 Evaluación inicial 74
7.4.4 Análisis de resultados 75
7.5 PLAN DE MEJORAS AL PLAN ACTUAL 78
7.6 KPI´s 102
7.6.1 Cumplimiento de trabajos planificados 102
7.6.2 Consumo de lubricantes por componente 102
7.6.3 Porcentaje de equipos en estado normal en análisis de aceite 102
7.6.4 Índice de fuga de fluido hidráulico.....102

8. CONCLUSIONES 103

9. SUGERENCIAS 104

BIBLIOGRAFÍA 105

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1 Película de lubricante entre 2 superficies. 23
Figura 2 Lubricación hidrodinámica 27
Figura 3 Lubricación hidrostática 28
Figura 4 Lubricación elastohidrodinámica....28
Figura 5 Lubricación límite 29
Figura 6 Lubricación mixta 30
Figura 7 Ficha técnica rodamiento 22222 EK 31
Figura 8 Cálculo de la frecuencia de re-engrase en rodamientos....33
Figura 9.Método cualitativo 35
Figura 10. Ejemplo de método cualitativo 35
Figura 11.Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR 40
Figura 12.Modelo proceso de análisis jerárquico....41
Figura 13. Formato de ronda de inspección 42
Figura 14. Sistema LIS Aceites....43
Figura 15.Sistema LIS Grasas....44
Figura 16.Clasificación de lubricantes 45
Figura 17. Tipo de espesante 45
Figura 18. Colores Grado de viscosidad ISO....46
Figura 19.Grado de consistencia NLGI....46
Figura 20.Código alfanumérico Aceite 47
Figura 21.Código alfanumérico Grasa 47
Figura 22.Filtro magnético FILTERMAG....49
Figura 23.KPI análisis de lubricantes....52
Figura 24. Tablero de KPI análisis de lubricantes....52
Figura 25. Cumplimiento de tareas de lubricación 53
Figura 26. Tareas de lubricación vencidas 54
Figura 27.Falta de lubricantes....55

Figura 28 KPI Tasa de recolección de desperdicio. 55
Figura 29 Modelo de carta de lubricación 56
Figura 30 Cronograma de lubricación 57
Figura 31.Ficha técnica de lubricante 58
Figura 32. Esquema del tren de laminación 2 61
Figura 33.Resultados análisis de criticidad 71
Figura 34. Gráfico de araña Estado actual de lubricación 75
Figura 35.Ficha técnica 81
Figura 36.Interfaz de acceso a cartas graficas 82
Figura 37.carta grafica ventiladores de aire forzado 82
Figura 38.Hoja de montaje 83
Figura 39.Consolidad de velocidades de cajas y motores según perfil 83
Figura 40.Puntos de muestreo 84
Figura 41.Etiqueta de punto de muestreo 85
Figura 42. Estándar "Toma de muestra de aceites" 86
Figura 43.Estandar "Lubricación motores Tren 2" 87
Figura 44.Interfaz SAP 87
Figura 45. Formato para subir rondas de lubricación a SAP 88
Figura 46.Interfaz Notificación SAP 89
Figura 47.Interfaz 2 Notificación SAP 89
Figura 48.Interfaz principal SAP 90
Figura 49.Interfaz Ordenes SAP 90
Figura 50.Interfaz Cierre técnico SAP 91
Figura 51.Interfaz principal SAP 92
Figura 52.Tipos de orden y Prioridad de SAP 92
Figura 53. Ubicación técnica de SAP 93
Figura 54. Crear orden siguiente SAP 93
Figura 55.Interfaz orden siguiente de SAP 94
Figura 56. Tipo de anomalías de SAP 94
Figura 57.Interfaz operaciones de SAP 95

Figura 58.App para inspección de sistemas de lubricación 96
Figura 59.Notificación de consumo de lubricantes.....97
Figura 60. Dashboard consumo de lubricantes.....97
Figura 61.Consumo de lubricantes de componente por mes y año 98
Figura 62. Tablero con hoja técnica y hoja de seguridad.....98
Figura 63.Filtro magnético para reductores 101
Figura 64 Estado de Filtro magnético 101

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Ficha técnica Rodillos Mesa Basculante 108
Anexo B. Ficha técnica Motor Reductor Caja 3 109
Anexo C. Ficha técnica Central Hidráulica Cajas laminadoras 110
Anexo D. Ficha técnica Cajas 4 111
Anexo E. Puntos de muestreo Central Hidráulica Rodillos Mesa Fija 112
Anexo F. Puntos de muestreo Central Hidráulica Mesa Fija Basculante 113
Anexo G. Puntos de muestreo Reductor Caja 3 114
Anexo H. Secadores de humedad en central hidráulica 115
Anexo I. Cuarto de central hidráulica sin tablero de hoja seguridad 116
Anexo J. Cuarto de central hidráulica con tablero de hoja seguridad. 117
Anexo K. Interfaz inicio de App inspección de lubricación 118
Anexo L. Interfaz reportes del tren 2 de App inspección de lubricación 119
Anexo M. Interfaz nuevo reportes del tren 2 de App inspección de lubricación ...120
Anexos N. Estándar lubricación desbaste tren 2 121

RESUMEN

TÍTULO: ACTUALIZACIÓN PLAN DE LUBRICACIÓN DEL TREN DOS (2) DE LAMINACIÓN, GERDAU DIACO, PLANTA TUTA.*

AUTOR: EDGAR HERNANDO CRUZ MACHUCA**

PALABRAS CLAVE: Plan de lubricación, criticidad, tren de laminación, cartas de lubricación, rondas de inspección

DESCRIPCIÓN:

El plan de lubricación del tren de laminación dos de la empresa GERDAU DIACO, TUTA no se encuentra actualizado, ya que se le han realizado varias modificaciones a dicho tren y no se ha consolidado esta información, lo cual no tener un plan de lubricación actualizado puede llevar a tener malas practica de lubricación y genera desgastes en los equipos, por lo tanto, este proyecto, se realiza una categorización del estado de criticidad de los equipos, se Implementa un plan de mejora en lubricación y se establecen indicadores de lubricación para el tren dos de laminación de la empresa

Se actualizo el plan de lubricación del tren tres de laminación enfocado en los equipos críticos, como carta de lubricación Plana, datos operacionales de los equipos, fichas técnicas de los equipos críticos, punto de muestreo de equipos críticos, también se estandarizaron las tareas de lubricación en la plataforma Solución, se creó una aplicación para realizar las rondas de inspección de las centrales hidráulicas del tren y se establecieron indicadores para monitorear el estado del plan de lubricación

Con la utilización de este proyecto, la empresa obtendrá información en tiempo real con la ayuda de plataformas y así poder monitorear mejor el estado de los equipos, reduciendo costos y tiempos en mantenimientos, lo que se traducirá en mejoras en la producción lo que conlleva a que la empresa esté en su óptimo desempeño, y por consiguiente esté a la vanguardia en su campo de producción y siendo más competitiva**.**

---

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Director: Francisco José Saldivia Saldivia Ingeniero Mecánico, Magister en Gerencia de Mantenimiento

ABSTRACT

TITLE: UPDATE LUBRICATION PLAN FOR ROLLING MILL TWO (2), GERDAU DIACO, TUTA PLANT.*

AUTHOR: EDGAR HERNANDO CRUZ MACHUCA**

KEY WORDS: Lubrication plan, criticality, rolling mill, lubrication charts, inspection rounds

DESCRIPTION:

The lubrication plan for rolling mill two of the company GERDAU DIACO,TUTA is not updated, as several modifications have been made to this train and this information has not been consolidated, which not having an updated lubrication plan can lead to poor lubrication practice and generates wear and tear on the equipment, therefore, this project, a categorization of the critical state of the equipment is performed, A lubrication improvement plan is implemented and lubrication indicators are established for the company rolling mill two.

Updated the three mill lubrication plan focused on critical equipment, such as flat lubrication chart, operational equipment data, critical equipment data sheets, critical equipment sampling point, lubrication tasks were also standardized in the Solution platform, an application was created to perform the inspection rounds of the hydraulic power plants of the train and indicators were established to monitor the status of the lubrication plan

With the use of this project, the company will obtain information in real time with the help of platforms and thus be able to better monitor the state of the equipment, reducing costs and maintenance times, which will result in improvements in production which means that the company is at its optimum performance, and therefore is at the forefront of its production field and being more competitive

.

* Bachelor thesis

** Faculty of Physical-Mechanical. School of Mechanical Engineering. Director: Francisco José Saldivia Saldivia Mechanical Engineer, Master of Maintenance Management

INTRODUCCIÓN

El plan de lubricación del tren de laminación dos de la empresa GERDAU DIACO, Planta TUTA, tiene una gran importancia para el mantenimiento de los equipos cumplimiento actividades específicas, ayudando a la prevención de desgastes que se puede producir en los equipos del tren de laminación dos, donde sin un correcto procedimiento generará complicaciones ocasionando averías, lo anterior provocaría un mal más grande, inhabilitando los equipos y los respectivos inconvenientes que esto provoque, como perdida por producción, costos elevados en mantenimiento.

En este proyecto se tiene como objetivo aportar desde los principios misionales de la Universidad Industrial de Santander, en la aplicación y divulgación de conocimiento, la investigación y la transferencia de tecnologías con la actualización del plan de lubricación del tren dos de laminación de la empresa GERDAU DIACO - planta Tuta, facilitando las operaciones de la empresa, donde se proyecta a evitar fallas por falta de mantenimiento, lubricación y aumentar la disponibilidad de los equipo generando mayor producción del tren de laminación dos.

Con la utilización de este proyecto, la empresa obtendrá información en tiempo real que ayude a monitorear mejor el estado de los equipos, reduciendo costos y tiempos en mantenimientos, lo que se traducirá en mejoras en la producción lo que conlleva a que la empresa esté en su óptimo desempeño, y por consiguiente esté a la vanguardia en su campo de producción y siendo más competitiva

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Aportar desde los principios misionales de la Universidad Industrial de Santander, en la aplicación y divulgación de conocimiento, la investigación y la transferencia de tecnologías con la actualización del plan de lubricación del tren dos de laminación de la empresa GERDAU DIACO - planta Tuta.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Categorizar el estado de criticidad de los equipos del tren dos de laminación de la empresa GERDAU DIACO – planta Tuta.
- Implementar plan de mejora en lubricación del tren dos de laminación de la empresa GERDAU DIACO – planta Tuta.
- Establecer indicadores de lubricación del tren dos de laminación de la empresa GERDAU DIACO – planta Tuta.

2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Actualmente las industrias tienen como uno de sus pilares el mantenimiento, en él se garantiza la disponibilidad de la máquina, las herramientas y equipos que intervienen el proceso. Como cada empresa varia dependiente su producto, se presentan varios modelos de mantenimiento, métodos y estrategias de cómo realizar un adecuado mantenimiento, pero uno de los principales problemas que se detectan en la mayoría de empresas es la falta de un programa de lubricación adecuado o actualizado, ya que se utiliza un lubricante sin haber realizado un análisis o sólo por recomendaciones de proveedores , siendo que los análisis son de gran importancia para seleccionar que tipo de lubricante se va a utilizar puesto que puede variar las condiciones en cada equipo, además no se conozcan adecuadamente los puntos de lubricación, la cantidad e intervalos de re lubricación como también las propiedades del lubricante , etc.

Es así como resulta imprescindible tener un programa de lubricación adecuado y actualizado en GERDAU DIACO Planta TUTA, con el fin de tener disponibilidad de sus máquinas, sin ocasiona contratiempos en los procesos de producción, y perdidas de productos o materiales.

Toda esta situación termina evitando problemas de producción lo que conlleva a que la empresa esté en su óptimo desempeño, y por consiguiente esté a la vanguardia en su campo de producción y siendo más competitiva**.**

3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la lubricación no es una ciencia aislada, sino que está íntimamente relacionada con la fricción, con el desgaste, con los materiales empleados en la fabricación de los equipos, con su diseño, con su operación y con la calidad de su mantenimiento. Todo esto se resume en lo que se conoce como tribología, ciencia relacionada en principio sólo con la fricción y en la actualidad extendida a todos los fenómenos que limitan la vida de los equipos.[1]

GERDAU DIACO – planta Tuta busca mejorar su programa de lubricación del tren 2 de laminación, con el fin de lograr un plan que encamine a una gestión integral en el departamento de mantenimiento.

El fin del presente trabajo de grado es proveer a la empresa GERDAU DIACO planta Tuta un plan de lubricación del tren 2 de laminación actualizado de tal modo que se convierta en una herramienta clave para el incremento de la productividad, del tren 2 de laminación logrando así que la empresa esté en su óptimo desempeño, y por consiguiente esté a la vanguardia en su campo de producción y siendo más competitiva.

[1] Albarracín, Pedro A. Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. 4 Ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 1993. 234p.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1 HISTORIA

Gerdau Diaco es una firma brasileña que está presente en 14 países y ha logrado situarse como una de las productoras de aceros largos más importantes de América Latina.

Gerdau Diaco planta Tuta (Boyacá) inició como sociedad comercial anónima bajo el nombre de Metalúrgica Boyacá S.A. en 12 de mayo de 1961, y en agosto de 1983 cambió su razón social a Siderúrgica de Boyacá S.A. S, en l 2001 la Siderúrgica de Boyacá adquiere el 50% de grupo Laminados Andinos (Planta Duitama, Planta Cota y una pequeña operación en Cali llamada Perfilamos), 2002 la empresa pasa a llamar Grupo Siderúrgico Diaco S.A, en 2004 la marca Diaco ya es reconocida como la marca del acero en Colombia y decide cambiar el nombre de su razón social a DIACO S.A. en el 2005 el Grupo Gerdau de Brasil, adquiere el control accionario de Diaco S.A., en 2011 consolida su nueva marca en Colombia, pasa a nombrase GERDAU DIACO y en el 2017 Gerdau Diaco se consolidó como joint venture Gerdau - Putney los cuales actualmente, son dueños de Gerdau - Metaldom en la República Dominicana

Esta siderúrgica cuenta con una acería donde se produce palanquilla y dos trenes de laminación en los cuales se conforma el producto final, en el tren de Laminación tres se producen perfiles, redondos lisos, cuadrados y platinas, mientras en el Tren de Laminación dos se producen redondos corrugados, redondos lisos y los cuales son los que más producción tiene la planta.

4.2 MISIÓN

Generar valor a nuestros clientes, accionistas, colaboradores y a la sociedad, actuando en la industria del acero en forma sostenible.

4.3 VISIÓN

Ser global y referente en los negocios en que actúa.

4.4 VALORES CORPORATIVOS

- Apertura
- Simplicidad
- Gente con la gente

4.5 POLÍTICA INTEGRADA

Para nosotros el ser humano en su integridad es un valor que está por encima de los demás objetivos y prioridades de la empresa.[2]

4.6 PRODUCTOS

Gerdau Diaco tiene dos grandes grupos de materiales como lo son:

Productos y materiales para construcción

- Acero figurado
- Barras corrugadas
- Grafil
- Rollos corrugados
- Alambre negro
- Juntas de transferencia
- Mallas electrosoldadas

Productos industriales

- Canal en U
- Alambrones lisos
- Cuadrados
- Ángulos
- Platinas

[2] Generalidades Gerdau Diaco [en Línea] Colombia, 2019 [Fecha de consulta 10 octubre 2021] Disponible en https://www.gerdaudiaco.com/sobre-gerdau/

- Barras lisas

El tren de laminación 2 de Gerdau Diaco planta Tuta produce:

- Redondo corrugado 3/8
- Redondo corrugado 1/2
- Redondo corrugado 9 mm
- Redondo corrugado 12 mm
- Redondo Liso 5/8
- Redondo corrugado 3/4
- Redondo corrugado 7/8
- Redondo corrugado 1
- Redondo corrugado 11 mm
- Redondo liso ½

Actualmente el tren dos tiene una producción de 19.000 Ton/mes

5. MARCO TEÓRICO

Para este proyecto se desarrolló un análisis bibliográfico concerniente a los conceptos y aspectos de interés, como apoyo conceptual para la actualización del plan de lubricación del tren 2 (dos) de la empresa Gerdau Diaco – plata Tuta.

5.1 ANTECEDENTES

William Vinicio Hernández Gómez (2015) en su tesis ***"Elaboración del plan de lubricación de los equipos estacionarios y especificación técnica de los lubricantes de los vehículos livianos del plantel el alto, RECOPE S.A"***[3]**,** Diseña procedimientos de lubricación de equipos estacionarios y especificación de aceites para vehículos livianos en la planta de RECOPE en el Alto Ochomogo, analizando y diagnosticando el programa actual de lubricación de la empresa RECOPE, generando una serie de oportunidades de mejora, con el plan de lubricación obtenido busca implementar un proceso óptimo de lubricación apuntando a la mejora continua para la empresa.

El aporte que tuvo esta tesis fue generar una guía de las mejoras prácticas que se pueden desarrollar en una planta para la óptima lubricación en los equipos, como cartas y rutinas de lubricación.

Juan Carlos Farías Meza (2008), en su artículo**,** ***"Selección de lubricantes a usarse en máquinas y equipos."***[4] brinda criterios para poder seleccionar lubricantes para ser usados en máquinas y equipos. Estos criterios se basan en las recomendaciones del fabricante del equipo, el tipo de mecanismo para el que se

[3] HERNÁNDEZ GÓMEZ, William Vinicio, Elaboración del Plan de Lubricación de los Equipos Estacionarios y Especificación Técnica de los Lubricantes de los Vehículos Livianos del Plantel el Alto, RECOPE SA. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero En Mantenimiento Industria, Cartago, Instituto Tecnológico De Costa Rica, 2015. [Consultado 25 septiembre 2021]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6118

[4] FARÍAS, juan. Selección de lubricantes a usarse en máquinas y equipos. Ecuador,2008

utilizará el lubricante, la temperatura de funcionamiento, la carga, el número de revoluciones de los componentes y el entorno de funcionamiento.

Este artículo aporto a la verificación de la selección de lubricantes que se tienen en el plan actual de lubricación y los criterios se deben tomar en cuenta para utilizar un buen lubricante.

Diego Sebastián Callejas Jiménez (2015), en su tesis, ***"Diseño de rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC de la compañía GENERAL DE ACEROS S.A. sucursal av. 68."***[5]**,** Genero cartas y rutinas de lubricación para los equipos de centro de mecanizado (CNC) de la Compañía General de Aceros SA., Contribuyendo de manera eficaz en las labores diarias que se desarrollan en planta para el mantenimiento y sostenibilidad de la maquinaria CNC de la Compañía, con la premisa que el funcionamiento óptimo de los equipos permite calidad en los productos, reduce el impacto ambiental generado y asegura los equipos con el fin de reducir riesgos en la operación de estos.

Esta tesis aporta como un buen diseño de rutinas y cartas de lubricación reduce paradas y riesgos en la operación de los equipos, dando pautas para un buen diseño de estas, teniendo en cuenta principios de la filosofía mantenimiento total productivo (TPM).

[5] CALLEJAS, Diego, Diseño de rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC de la compañía GENERAL DE ACEROS S.A. sucursal av. 68. Colombia. 2015

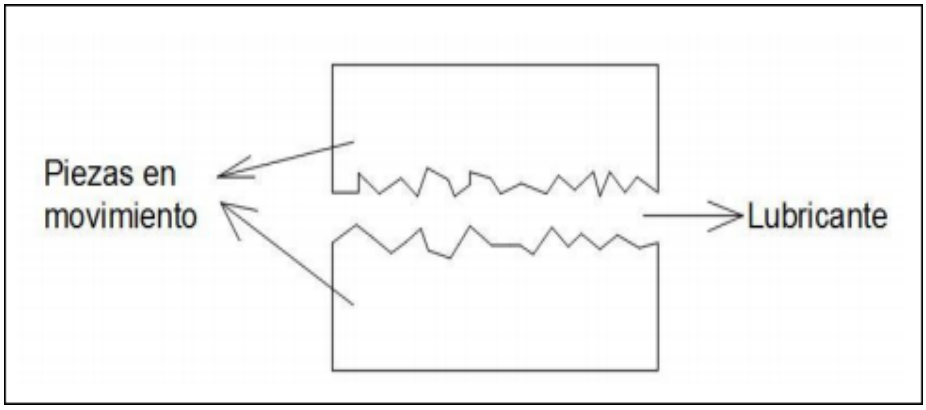
5.2 GENERALIDADES DE LUBRICACIÓN

A continuación, se dan a conocer términos técnicos utilizados en la tribología.

5.2.1 Lubricación

En la actualidad se persigue como un objetivo básico, el incremento del tiempo de exploración de los elementos de una máquina, lo que se alcanza con un diseño, montaje y explotación adecuados. La lubricación elimina el contacto directo de las superficies, impidiendo así el desgaste y la reducción del rozamiento que produce pérdida de energía. Las partes principales para lubricar de una máquina por complicada que parezca son cojinetes, rodamientos, engranajes y cilindros. La lubricación permite, adicionalmente, refrigerar, controlar oxidación, mantener los contaminantes dispersos, servir de aislante eléctrico, amortiguar golpes y servir de sello lubricante. [6]

Figura 1 Película de lubricante entre 2 superficies.



Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 12

[6] ALBARRACIN, P. R. (octubre 15 de 2006). Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. (4a. ed., Vol. TOMO I). Medellín, Colombia: LITOCHOA. p 85

5.2.2 Lubricante

Un lubricante es toda sustancia sólida, semisólida o líquida de origen vegetal, mineral o sintético empleado para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.[7]

Los tipos de lubricantes más utilizados en la industria son los aceite, grasas y pastas lubricantes.

5.2.3 Aceites lubricantes.

“Es uno de los tipos de lubricantes más utilizados en la industria. Existen diferentes tipos de aceites básicos y de ahí se desglosa un sinfín de aplicaciones para las cuales pueden ser usados. Primero vale la pena explicar las clasificaciones según la API (Instituto Americano del Petróleo).

Grupo I.

Es el grupo más básicos de aceite derivados del petróleo y es el que tiene menos calidad. Cada vez se utiliza menos estos aceites debido a sus pobres características de lubricación. Tienen solventes, impurezas y alto porcentaje de azufre (>0.03%) que son indeseadas en la lubricación. También cuenta con <90% de moléculas saturadas

Grupo II.

Es mejor que el grupo I. Consiste en un aceite hidro-procesado en donde le quitan algunas impurezas. Tiene menos porcentaje de azufre (<0.03%) que son y cuenta con >90% de moléculas saturadas.

Grupo III.

Tiene mayores características lubricantes que el grupo I y II. Este tipo de aceites son sometidos a presiones y temperaturas para perfeccionarlos. Es por eso por lo

[7] ALBARRACIN, P. R. (octubre 15 de 2006). Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. (4a. ed., Vol. TOMO I). Medellín, Colombia: LITOCHOA. p 102

que tienen índices de viscosidad más altos que los anteriores grupos lo que los hace que soporten mejor la oxidación y temperaturas.

Grupo IV.

Son los comúnmente conocidos como PAOs (polialfaolefina). La materia prima, gas etileno, proviene de la parte de los gases ligeros que suben a través de las bandejas en el proceso de la extracción del petróleo. De ahí se incorpora el gas etileno a una planta química en donde el lubricante es diseñado por el hombre y es por eso de sus alta características lubricantes.

Grupo V.

Son todos los aceites sintéticos que no provienen de la extracción de petróleo. Normalmente vienen de los animales, plantas o alcoholes y son sometidos a estructuras sinterizadas. Hay varios tipos y dependiendo de la aplicación es su recomendación de uso: Diesteres, Poliolesteres, Poliglicoles, Esteres fosfatados, Siliconas, Esteres perfluorados."[8]

En la tabla 1 se encuentra un resumen de la clasificación de los diferentes tipos de aceites básicos según la API

5.2.4 Grasas Lubricantes

La Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM) define una grasa lubricante como: "Un producto sólido o semisólido producto de la dispersión de un agente espesante en un líquido lubricante. Se les pueden incluir otros ingredientes que les pueden impartir propiedades especiales"[9].

Características

Al igual que los aceites, las grasas tienen sus propias características que deben ser consideradas cuando se seleccionan para una aplicación determinada. Estas

[8] 6 tipos de lubricantes industriales básicos para una lubricación de alto desempeño [en Línea], Interlub SA, México, 2020. [Fecha de consulta: 3 diciembre 2021]. Disponible en:https://blog.interlub.com/es/blog/6-tipos-lubricantes-industriales-basicos

[9] (ASTM D4175-09, Standard Terminology Relating to Petroleum, Petroleum Products, and Lubricants).2020

Tabla 1. Clasificación de los diferentes tipos de aceites básicos según la API

CATEGORIAS		ÍNDICE DE VISCOSIDAD	DERIVADOS	SATURADOS	AZUFRE
Grupo I	Refinación de solventes	80 - 120	Petróleo	< 90%	> 0,03 %
Grupo II	Hidro - Procesado	80 - 120	Petróleo	> 90%	> 0,03 %
Grupo III	Hidrocarburos sintetizados	> 120	Petróleo	> 90%	> 0,03 %
Grupo IV	Reacción química sintetizada	> 140	Sintéticos Polialfaolefinas (PAO) GTL de gas a liquido derivados del gas natural	Sintéticos	
Grupo V	Sintéticos Diferentes del PAO	> 140	Sintéticos Otros	Sintéticos	

Fuente 6 tipos de lubricantes industriales básicos para una lubricación de alto desempeño [en Línea], Interlub SA, México, 2020. [Fecha de consulta: 3 diciembre 2021]. Disponible en: https://blog.interlub.com/es/blog/6-tipos-lubricantes-industriales-basicos/

características se encuentran en la hoja técnica de especificaciones del producto e incluyen las siguientes:

- Bombeabilidad Es la habilidad de una grasa para ser bombeada o empujada a través de un sistema.
- Resistencia al agua. Esta es la habilidad de una grasa para soportar el efecto de agua sin cambios en su habilidad para lubricar.
- Consistencia. La consistencia de la grasa depende del tipo y cantidad del espesante usado y de la viscosidad del aceite básico.
- Punto de goteo**.** El punto de goteo es un indicador de la Resistencia de la grasa al calor.
- Estabilidad a la oxidación**.** Es la habilidad que tiene una grasa para resistir la unión química con el oxígeno.

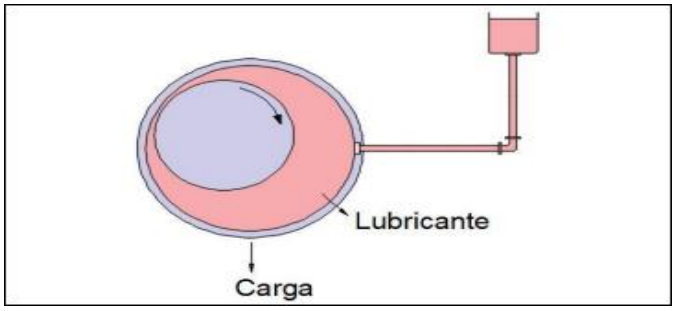
- Efectos de una alta temperatura**.** La alta temperatura afecta mucho más a las grasas que a los aceites.
- Efectos de la baja temperatura**.** Si la temperatura a la que se encuentra una grasa es muy baja, esta puede volverse muy viscosa lo que permite que pueda ser clasificada como una grasa dura.

5.2.5 Regímenes de lubricación

Los lubricantes operan en cinco regímenes relacionados con el espesor de la película de aceite: lubricación hidrodinámica, lubricación hidrostática, lubricación elastohidrodinámica, lubricación límite y lubricación mixta.

- Lubricación hidrodinámica: Es aquella en que las superficies del cojinete que soporta la carga están separadas por una capa de lubricante relativamente gruesa a manera de impedir el contacto metal-metal, siempre debe contar con una cantidad suficiente de lubricante.

Figura 2 Lubricación hidrodinámica

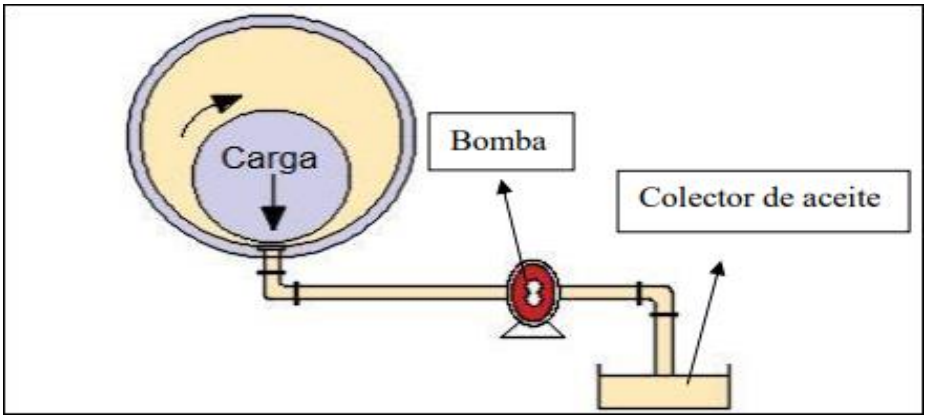


Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 16

- Lubricación hidrostática: Se obtiene introduciendo lubricante a una presión suficientemente alta, manteniendo las superficies deslizantes separadas por el lubricante es necesario, una de las correderas debe moverse e inclinarse en

relación con la otra, creando un pequeño ángulo para formar una cuña de aceite en la dirección del movimiento.

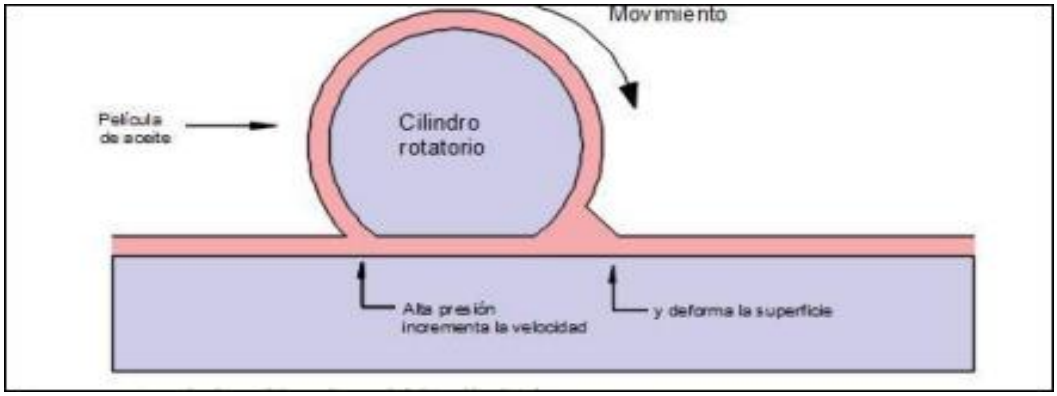
Figura 3 Lubricación hidrostática



Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 15

- Lubricación elastohidrodinámica: La lubricación EHL es una condición de lubricación hidrodinámica caracterizada por una deformación elástica desigual en dos superficies bajo la acción de las cargas que actúan sobre ellas.

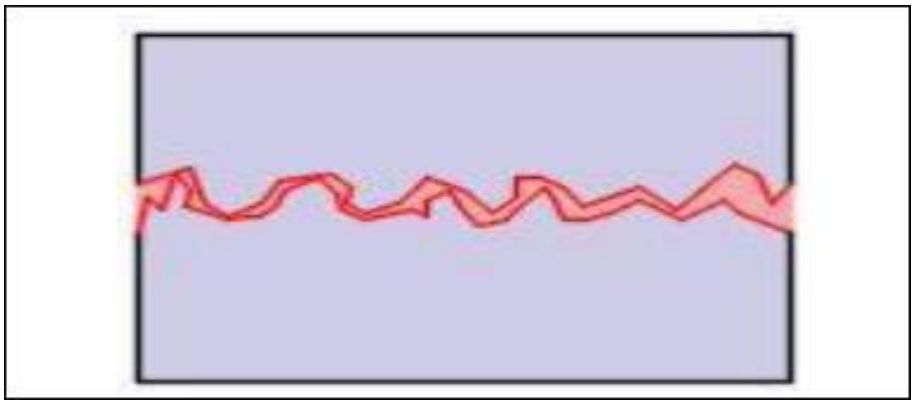
Figura 4 Lubricación elastohidrodinámica



Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 16

- Lubricación límite. Ocurre cuando el mecanismo arranca y la cantidad de lubricante en la superficie metálica es la mínima, la máxima permitida interacción entre las rugosidades de ambas superficies, sin embargo, el aditivo anti-desgaste del lubricante impide que se presente la fricción metal-metal.

Figura 5 Lubricación límite



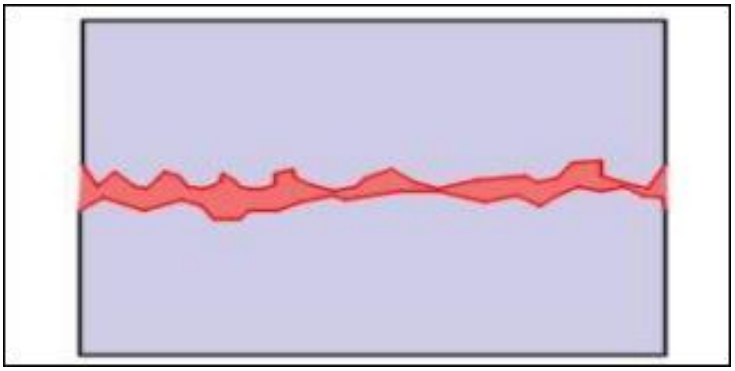
Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 14

- Lubricación mixta. Este régimen representa un estado intermedio entre la lubricación límite y la lubricación hidrodinámica. En este caso sólo una parte de la carga es soportada por las acciones hidrodinámicas y la otra por la película límite que reduce las irregularidades de ambas superficies, ver figura 6.

5.2.6 Lubricación de rodamientos

Un tema muy importante para tener un equipo funcionando correctamente por el mayor tiempo posible es determinar la cantidad adecuada de grasa para la lubricación inicial y re-lubricación, si no tiene un calcula correcto de la cantidad de lubricante esto puede causar que estos fallen prematuramente debido al gran incremento de la temperatura en la operación.

Figura 6 Lubricación mixta



Fuente FLORES HARO, Cristian David. Análisis de lubricación hidrodinámica para la caracterización de los aceites 20W50 de diversas marcas que son comercializados en el mercado ecuatoriano. 2016. Tesis de Licenciatura. p 15

A continuación, se muestran los métodos de cálculo adecuados de la cantidad de grasa al momento de lubricar rodamientos.

Cálculo de la cantidad de grasa para la lubricación inicial.

Este procedimiento tiene 4 pasos:

1. Calcule el volumen de todo el espacio dentro del cojinete que puede contener el lubricante

Esto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = \left[\left(\frac{\pi}{4} * B * (D^2 - d^2) * 10^{-9}\right) - \frac{m}{7800}\right] * 10^6$$

Donde:

V= Volumen del espacio vació en el rodamiento (cm3)

D= Diámetro exterior del rodamiento (mm)

d= Diámetro interior del rodamiento (mm)

B= Ancho del rodamiento (mm)

m= peso del rodamiento (kg)

2. Calcular la relación de velocidad de rodamiento.

$$n_r = \frac{n}{n_{max}}$$

Donde:

n_r = Relación de velocidad (o velocidad relativa) del rodamiento.

n= velocidad de operación máxima del rodamiento.

n_{max} = límite máximo de velocidad para la que está diseñado el rodamiento

Nota. - Todos los datos teóricos mencionados en estas anteriores fórmulas se encuentran en las fichas técnicas de los rodamientos que se van a analizar.

Figura 7. Ficha técnica rodamiento 22222 EK

Fuente Cálculo de la cantidad de lubricante para rodamientos [en Línea], Proactive, Bolivia, 2020. [Fecha de consulta: 3 diciembre 2021]. Disponible en: https://proactive-consultora.com/grasas-lubricantes/calculo-de-la-cantidad-de-lubricante-para-rodamientos/

3.Porcentaje de llenado de grasa lubricante en función al resultado que nos lance la relación de velocidad. Le referencia se describe en la siguiente tabla:

Tabla 2 Relación de velocidad vs % de llenado

Relación de velocidad (nv)	% de llenado de grasa en el espacio vacío del rodamiento
< 0,2	100%
0,2 < nv < 0,8	33%
>= 0,8	10%

Fuente Proactive (2020)

Con estos tres datos, se pasa a realizar el cálculo final de la cantidad inicial de grasa a aplicar a un rodamiento, que va a iniciar su operación:

$$Q_{Inicial} = V \times \% \, llenado$$

Donde:

$Q_{Inicial}$ = Cantidad de grasa inicial a aplicar en el rodamiento (gr)

V= Volumen del espacio vació en el rodamiento (cm3)

%llenado= porcentaje de llenado de grasa, según el dato de la relación de velocidad.

5.2.7 Cálculo de la cantidad de grasa para re-lubricación.

Después de la lubricación inicial, es importante calcular la cantidad de grasa con la que periódicamente el rodamiento va a ser re-lubricado y esta se determina por la siguiente fórmula de SKF:

$$Q_{re-lub} = 0.005 \times D \times B$$

Donde:

Q_{re-lub} = Cantidad de grasa de re-lubricación (gr)

D= Diámetro externo del rodamiento (mm)

B= Ancho del rodamiento (mm)

5.2.8 Cálculo de frecuencia de re-lubricacion

Una vez que se ha calculado la cantidad de grasa de re-lubricacion, necesita determinar con qué frecuencia debe aplicarla. Este cálculo es más complejo.

Se debe tener en cuenta todos los factores de operación que tiene el rodamiento (temperatura, contaminación sólida, humedad, vibración, posición del eje, diseño del rodamiento), le velocidad, diámetro interior como se muestra en la figura 8.

Figura 8 Cálculo de la frecuencia de re-engrase en rodamientos

$$T = K\left[\left(\frac{14{,}000{,}000}{n\sqrt{d}}\right) - 4d\right]$$

T = Frecuencia (horas)
K = Producto de todos los factores de corrección - Ft*Fc*Fh*Fv*Fp*Fd
n = velocidad (RPM)
d = diámetro interior (mm)

Factor	Condición	Rango de operación promedio	Factor de corrección
Ft	Temperatura en la carcasa	< 65 °C 65 a 80 °C 80 a 93 °C > 93 °C	1.0 0.5 0.2 0.1
Fc	Contaminación sólida	Ligera, polvo no abrasivo Severa, polvo no abrasivo Ligera, polvo abrasivo Severa, polvo abrasivo	1.0 0.7 0.4 0.2
Fh	Humedad	Humedad inferior a 80% Entre 80% y 90% Condensación ocasional Agua ocasional en carcasa	1.0 0.7 0.4 0.1
Fv	Vibración	Velocidad pico < 0.2 ips* 0.2 a 0.4 ips > 0.4 ips	1.0 0.6 0.3
Fp	Posición del eje	Horizontal 45 grados Vertical	1.0 0.5 0.3
Fd	Diseño del rodamiento	Rodamiento de bolas Rodillos cilíndricos/agujas Rodillos cónicos/esféricos	10 5 1

ips = pulgadas por segundo (in/seg)
0.2 ips = 5 mm/seg

Fuente Cálculo de la cantidad de grasa y de la frecuencia de re-engrase [en Línea], Noria Corporation México, 2015. [Fecha de consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/calculo-de-la-cantidad-de-grasa-y-de-la-frecuencia-de-re-engrase/

5.2.9 Análisis de criticidad

“Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones, esfuerzo y los recursos hacia las áreas, de acuerdo con su

impacto en la empresa. En el Análisis de Criticidad se establecen rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos y sus consecuencias”[10].

Metodologías para el análisis de criticidad

“Los métodos existentes para el análisis de criticidad son agrupados por muchos autores de distintas maneras, y según su tipo se puede encontrar como, cualitativos, semicuantitativo y cuantitativos, dichos métodos están basados en la evaluación del riesgo y orientados a identificar los equipos críticos de un sistema de producción.”[11]

Metodología cualitativa (FLUJOGRAMA)

“Permite realizar una primera clasificación de equipos dentro de la planta o línea de producción que puede irse refinando con el transcurso del tiempo y aplicando técnicas más avanzadas.” [12] Como se puede ver en la figura 9 el resultado del proceso es una clasificación en tres categorías A, B, C.

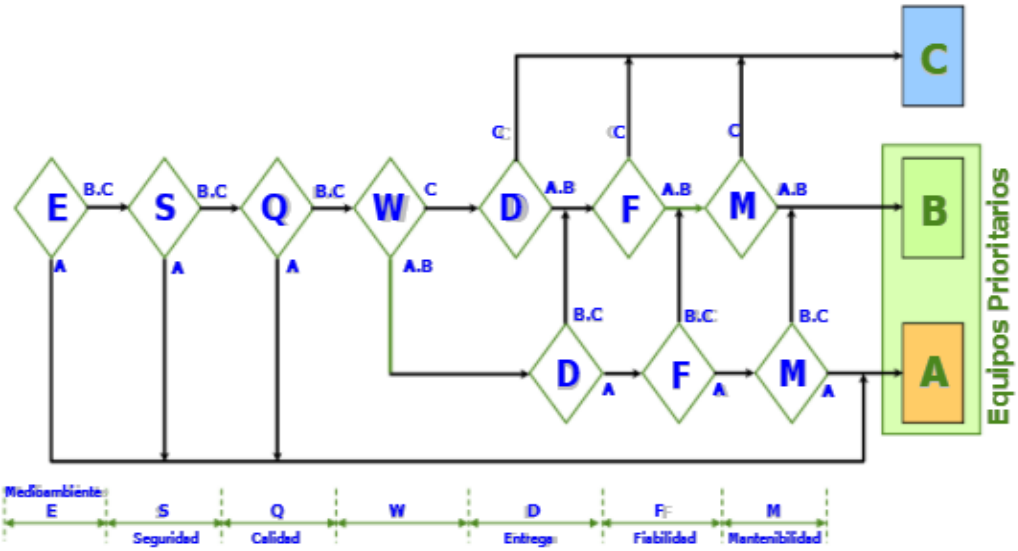
Para llegar a esa clasificación final se procede a realizar una serie de preguntas al equipo de trabajo de la empresa, evaluando criterios de medio ambiente (E), seguridad (S), calidad (Q), tiempo (T), entrega (D), fiabilidad (F), mantenibilidad (M). Como se muestra en la figura 10.

[10] Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 18

[11] Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 20

[12] Ibid. p 22

Figura 9.Método cualitativo



Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 4

Figura 10. Ejemplo de método cualitativo

CODIGO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN DE PREGUNTAS							TIPO DE CRITICIDAD
		E	S	Q	W	D	F	M	
HH-MC-SC-**E** ME01	Motor eléctrico para bomba de combustible	C	C	C	A	C	C	A	**C**
HH-MC-SC-**M** BB01	Bomba de combustible	B	C	B	A	C	C	B	**C**
HH-MC-SC-**M** DP01	Tanque de almacenamiento de combustible	B	B	C	A	C	C	A	**C**
HH-MC-SC-**E** TA01	Tablero de control suministro de combustible	C	B	C	A	C	C	C	**C**

Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 5

Se clasifican en tres tipos de criticidad Mayor criticidad (A), media criticidad (B), menor criticidad(C)

Metodología semicuantitativa (Criticidad total por riesgo)

“El modelo de Criticidad Total por Riesgo (CTR), es un proceso de análisis bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad de este. A continuación, se presentan de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR”[13]

$$CTR = FF\ x\ C$$

Donde

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año)

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Donde; (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$C = (IO\ x\ FO) + CM + SHA$$

Donde

IO: factor de impacto de la producción

FO: factor de flexibilidad operacional

CM: factor de costos de mantenimiento

SHA: factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

Cada criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo con la variable representada en las siguientes tablas.

[13] Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 23

Tabla 3 Rango de fallos en un tiempo determinado

CRITERIO	VALOR
Frecuente: Mayor o igual a 5 eventos al año	4
Promedio: Entre 3 y 4 eventos al año	3
Bueno: 2 Eventos al año	2
Excelente: Al menos 1 evento al año	1

Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012.

Tabla 4 Factor de impacto de la producción

CRITERIO	VALOR
Perdida de producción superior al 75 %	10
Perdida de producción entre 50% y 74%	7
Perdida de producción 25% y 49%	5
Perdida de producción 10% y 24%	3
Perdida de producción menor 10%	1

Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012.

Tabla 5 Factor de flexibilidad operacional

CRITERIO	VALOR
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1

Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012.

Tabla 6 Factor de costos de mantenimiento

CRITERIO	VALOR
Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a $500.000	2
costes de reparación, materiales y mano de obra inferior a $500.000	1

Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012.

Tabla 7 Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente.

CRITERIO	VALOR
Riesgo de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor	8
Riesgo medio de perdida de vida, daños importantes a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de perdida de viday afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (Controlable)	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

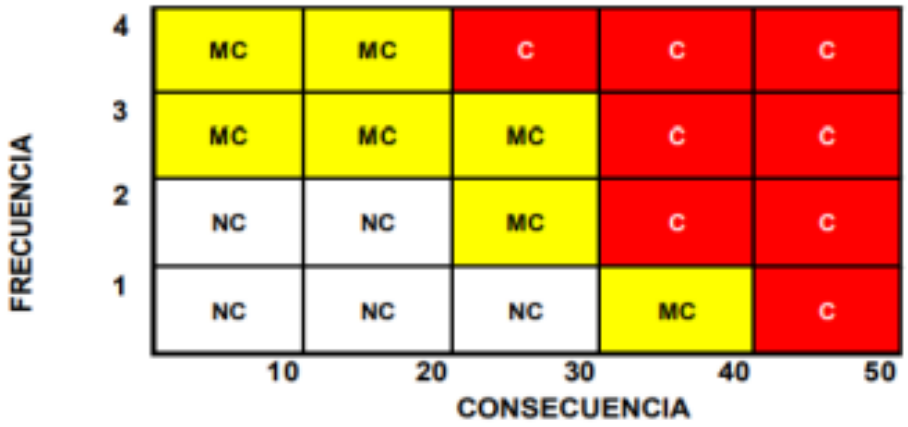
Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 23

Matriz de criticidad semicuantitativo “CTR”.

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

Figura 11.Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR



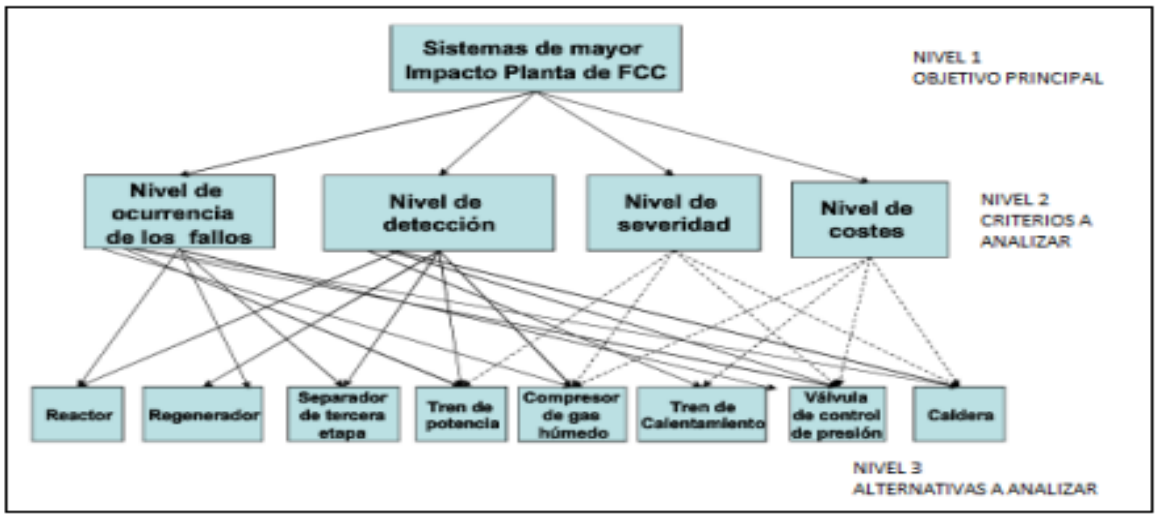
Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 8

Metodología Cuantitativa (proceso analítico jerárquico AHP)

La metodología de AHP (Analityc hierarchy process) es una poderosa y flexible herramienta de toma de decisiones multi criterio, utilizada en problemas en los cuales necesitan evaluarse aspectos tanto cualitativos como cuantitativos. El AHP, es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten organizar una estructura concreta y cuyo objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales[14]

[14] TOMAS L. The Analytic Hierarchy Process,1980, p.34

Figura 12.Modelo proceso de análisis jerárquico



Fuente Fuente Parra, C and Crespo, A. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p 14

5.2.10 Rondas de inspección

Los lubricantes y las máquinas revelan sus problemas, a diferencia de las personas, por "lenguaje de señas" para comunicar cosas que dañan o se infiltran sus sistemas, reconocer señales o síntomas transmitidos por máquinas es una habilidad esencial para quienes utilizan máquinas y son responsables de su mantenimiento.

Las rondas de inspección son una lista que chequeo donde se evalúan la señales que son transmitidas por las máquinas y del lubricante, ver figura 13, como niveles de lubricante, temperatura, fugas, entre otras, estas inspecciones necesitan ser efectuadas por personal entrenados que tienen acceso frecuente a las máquinas, estas listas pueden ser incorporadas dentro de un software de programación, e incluso publicadas en o cerca de la máquina.

Figura 13. Formato de ronda de inspección

Turno de inspección:

Diariamente los Mantenedores Deben Realizar Este Check List, reportando anomalías detectadas.
Marque según el estado de la inspección del componente.

NA No Aplica
OK Inspeccion correcta
X Anormalidad

GERDAU DIACO

INSPECCIÓN DE MTTO LUBRICACIÓN ACERIA

PADRINO	Federico Salcedo		FECHA		24 enero 2022
PROCESO	**COMPONENTE**	**INSPECCIÓN PARÁMETRO**	**TURNO**	**ESTADO**	**DESCRIPCIÓN NOVEDAD**
SISTEMA LUBRICACIÓN MCC	CENTRAL HIDRA VÁLVULA DESLIZANTE (3), INTERCAMBIADOR CNC. EVACUACIÓN.	NIVEL DE ACEITE-FUGAS-ESTADO FUNCIONAMIENTO-TUBERÍA-STOCK DE REPOSICIÓN.	1	X	Roptura de manguera
SISTEMA LUBRICACIÓN HORNO EBT	C.H. HORNO-C.H.MANGUITO MOVIL-C.H. APERTURA MORDAZAS-SISTEMA CENTRALIZADO GANTRY.	NIVEL DE ACEITE-FUGAS-ESTADO FUNCIONAMIENTO-TUBERÍA-STOCK DE REPOSICIÓN		OK	Ninguna
PULPOS GRUAS PPC	DEPOSITO-MANGUERAS-CILINDROS	NIVEL DE ACEITE-FUGAS-ESTADO FUNCIONAMIENTO-TUBERÍA.		OK	Ninguna
LUBRICACIÓN FRAGMENTADORA	C.H.LUBRICACIÓN PRINCIPAL, SOPORTES Y ALIMENTADOR MAGNÉTICO.	NIVEL DE ACEITE-FUGAS-ESTADO FUNCIONAMIENTO-TUBERÍA-STOCK DE REPOSICIÓN.		OK	Ninguna
LUBRICACIÓN CIZALLA PT 800	CENTRAL HIDRÁULICA PPL MOVIMIENTOS-C.H. LUBRICACIÓN GUÍAS.	NIVEL DE ACEITE-FUGAS-ESTADO FUNCIONAMIENTO-TUBERÍA-STOCK DE REPOSICIÓN.		OK	Ninguna

5.2.11 Sistema de identificación de lubricantes (LIS)

El sistema de identificación de lubricantes (LIS), es un sistema que utiliza colores, formas y caracteres alfanuméricos, facilitando identificar los aceites y grasas industriales de acuerdo con su aplicación, viscosidad y características especiales. El uso de este sistema ayuda a generar menos problemas en la aplicación de los lubricantes adecuadas y evitar la contaminación entre los mismos, el LIS emplea una combinación de cinco elementos en una misma etiqueta.

- Tipo de Lubricante – Aceite o Grasa
- Aplicación del Lubricante
- Grado de Viscosidad/Consistencia
- Tipo de Aceite Básico
- Clasificación del Aceite Básico

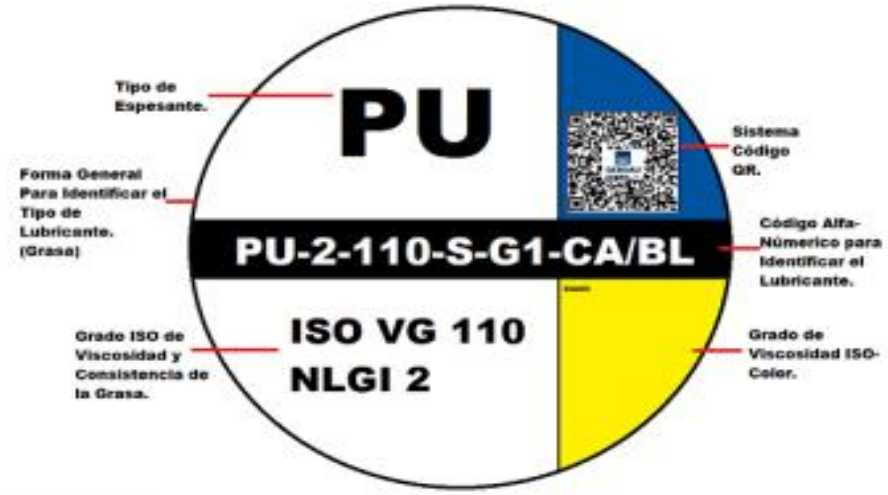
El uso de este sistema le permite distinguir rápida y fácilmente si el lubricante utilizado es aceite o grasa, ya que utiliza 2 geometrías principales para distinguir

entre lubricantes líquidos (aceite) y semilubricantes sólidos (grasa) como se muestra en las Figuras 14 y 15.

La información de esta etiqueta de identificación se divide en 4 secciones para ayudarnos a identificar/definir claramente el lubricante.

- Sección 1 - Tipo de lubricante/espesante
- Sección 2 – Grado de Viscosidad
- Sección 3 - Código alfanumérico
- Sección 4 - Sistema de código de barras o QR

Figura 14. Sistema LIS Aceites

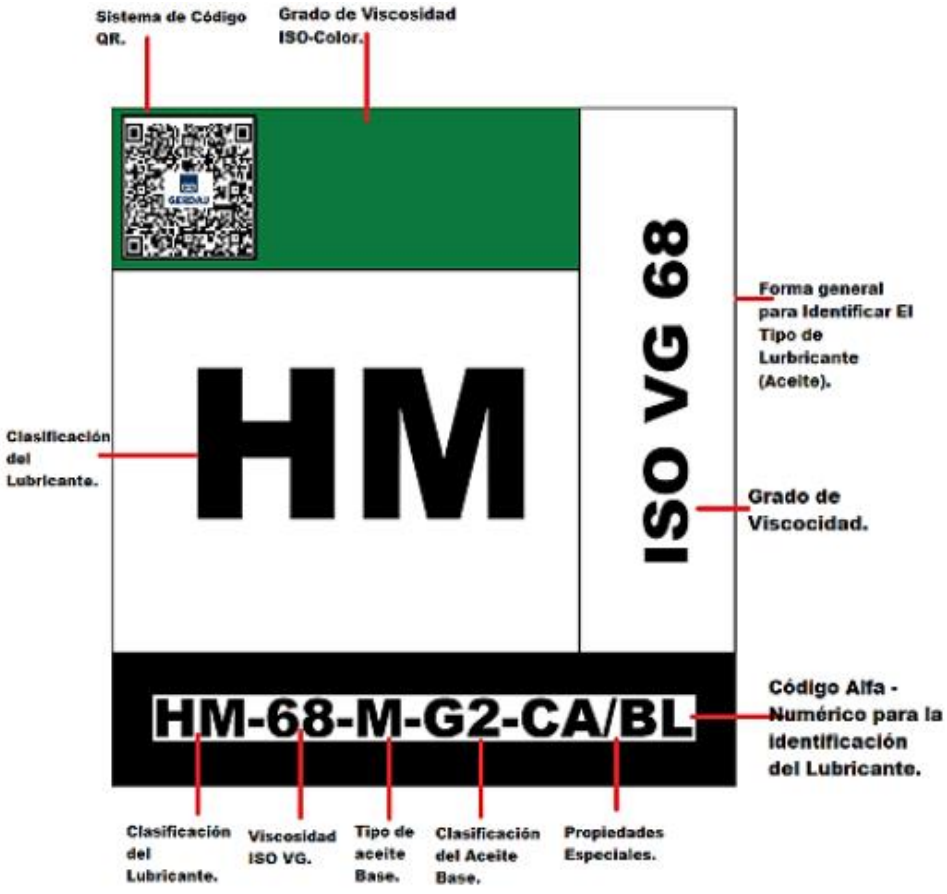


Fuente: Autor.

Figura. 13. Código Alfa-Numérico para identificar el Lubricante (Grasa).

Fuente Documentación Gerdau Diaco

Figura 15.Sistema LIS Grasas



Fuente Documentación Gerdau Diaco

Sección 1 Designada para el tipo de lubricante/espesante

Se utiliza una lista de Dos Letras para la clasificación del lubricante, como se ve en las figuras 16 y 17.

Sección 2 Grado de Viscosidad

La viscosidad es la propiedad física más importante de un lubricante, el espacio situado a la derecha de la etiqueta está diseñado para que en el mismo se escriba el grado de viscosidad ISO del lubricante para aceites y el grado de consistencia NLGI y el Grado de Viscosidad del Aceite Base incluido para la grasa, ver figuras 18 y 19

Figura 16.Clasificación de lubricantes

CLASIFICACIÓN DE LUBRICANTE	LETRA CÓDIGO	CLASIFICACIÓN DE LUBRICANTE	LETRA CÓDIGO
Perforación Neumática	AD	Hidráulicos Base Éster	HE
Líneas de Aire	AL	Hidráulicos Base Glicol	HG
Herramientas Neumáticas	AT	Hidráulicos Base Agua	HW
Cable	BL	Hidráulicos	HY
Compresores de Refrigeración Amonia	CA	Aislantes Eléctricos	IE
Compresores de Aire Tornillo Seco	CD	Correderas	KN
Compresores de Refrigeración Freón	CF	Aceites de Circulación	LA
Compresores de Gas	CG	Cadenas	NL
Compresores de Aire Recíprocantes	CR	Motosierras	NS
Compresores de Aire Tornillo Inundado	CS	Aceites Solubles	OL
Compresores de Aires Paletas	CV	Máquina de Papel	PM
Transmisión Automática	DA	Husillos	SP
Transmisión C4	DC	Turbinas Ciclo Combinado	TC
Transmisión TO4	DO	Turbinas Gas	TG
Transmisiones Manuales	MT	Turbinas Vapor	TV
Motores Diesel	ED	Guías	WL
Motores Gasolina	EG	Engranajes Automotrices	GA
Motores Gas Natural	EN	Engranajes Cerrados	GE
Motores Dos Tiempos	ET	Engranajes Abiertos	GO
Lubricantes Textiles	XT	Engranajes Sinfin	GW
Transferencia de Calor	HT		

Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Figura 17. Tipo de espesante

TIPO DE ESPESANTE	CLAVE
Litio	AD
Litio Complejo	AL
Poliurea	AT
Sulfonato de Calcio	BL
Aluminio	CA
Aluminio Complejo	CD
Arcilla (Bentona)	CF
Silicona	CG
Calcio	CR
Calcio Complejo	CS
Sodio	CV
Bario	DA
Litio-Calcio	DC

Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Figura 18. Colores Grado de viscosidad ISO

ISO VG	COLOR	NOMBRE DEL COLOR	ISO VG	COLOR	NOMBRE DEL COLOR
10		Naranja 021 C	220		495 C
22		Púrpura C	320		4695 C
32		Azul de Proceso C	460		375 C
46		Rojo Cálido C	680		Gris Cálido 10C
68		Verde C	1000		1205 C
100		Amarillo C	1500		Violeta C
150		Azul Reflex			

Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Figura 19.Grado de consistencia NLGI

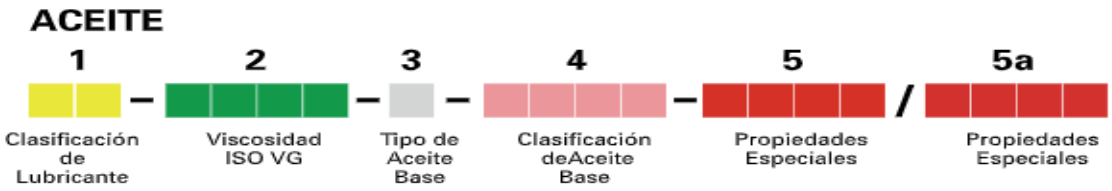
GRADO NLGI	CLAVE
NLGI #000	AD
NLGI #00	AL
NLGI #0	AT
NLGI #1	BL
NLGI #2	CA
NLGI #3	CD
NLGI #4	CF
NLGI #5	CG
NLGI #6	CR

Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Sección 3 Código alfanumérico.

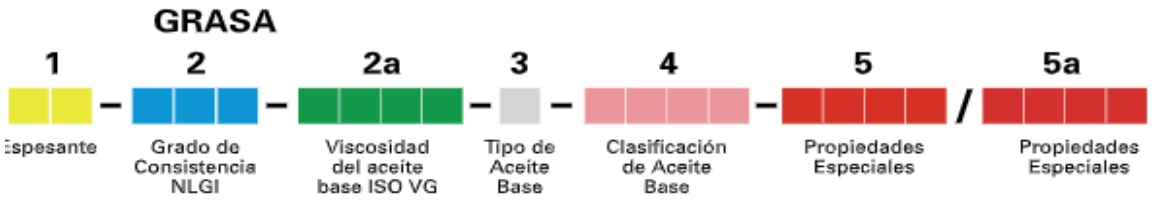
El código alfanúmero define 5 bloques separados entre ellos por un guion, ver figura 20 y 21.

Figura 20.Código alfanumérico Aceite



Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Figura 21.Código alfanumérico Grasa



Fuente LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

Sección 4 - Sistema de código de barras o QR

El sistema de código de barras o QR ayuda a los técnicos a identificar los equipos y recabar información como ficha te seguridad y hoja técnica.

5.2.12 Contaminantes en lubricación

La contaminación en el sistema de lubricación puede ser causada por partículas naturales como sílice (arena), metales, fibras, sustancias participantes, humedad, entre otras, si se realiza un control de estos, puede generar un impacto severo en el desgaste y la fatiga de los componentes de forma prematura, hay cuatro fuentes principales de contaminación por partículas en estos sistemas, los contaminantes incorporados provienen de piezas, fluidos, mangueras, tanques, etc. La contaminación generada por el ensamblaje del sistema, el apagado y funcionamiento del sistema y la descomposición del fluido.

Los contaminantes externos ingresan al sistema a través de las ventilaciones del tanque, las arandelas de la barra de cilindros y las válvulas y los sellos, los contaminantes relacionados con el mantenimiento se introducen al desmontar o montar equipos y se añade aceite para esta tarea. Una purga efectiva, filtración a bordo y prácticas concienzudas de mantenimiento aflojarán el ingreso de contaminantes incorporados, generados, y relacionados a las fuentes del mantenimiento. Ventilas efectivas en los depósitos y sellos externos de componente son prioritarios para controlar el ingreso externo, para evitar el ingreso de contaminantes a los lubricantes se utilizan alternativas como secadores de húmeda, filtración magnética entre otras.

Filtración magnética

Es un método físico para separar una mezcla utilizando las propiedades magnéticas de algunos de sus componentes. Para ello, utiliza el contacto de la mezcla con un imán (o un campo magnético lo suficientemente fuerte) durante un tiempo.

En otras palabras, la técnica consiste en colocar un imán cerca de la mezcla para atraer los componentes ferromagnéticos de la mezcla, dejando los componentes no magnéticos en el recipiente, como se muestra en la figura 22.

Figura 22.Filtro magnético FILTERMAG

Fuente Catalogo FilterMag 2021 [en Línea], España, 2016. [Fecha de consulta: 7 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.filtermagindustrial.com/

5.2.13 Análisis de aceites

El análisis de aceite es una prueba en la que se detectan y analizan la cantidad de partículas y elementos presentes en un lubricante para determinar el estado de este. El 60% a 70% del problema mecánico pueden ser detectados por el análisis de aceite. El análisis de aceite se puede detectar tres tipos de daños:

Condición de la grasa: Una evaluación de la condición de la grasa muestra que el fluido en el sistema está saludable y utilizable o listo para ser reemplazado.

Contaminación: El aumento de la contaminación alrededor del medio de aceite en forma de suciedad (suciedad), agua y contaminación del proceso es una de las principales causas del desgaste de la máquina. El aumento de la contaminación sugiere que es hora de tomar medidas para ahorrar aceite y evitar el desgaste espontáneo de la maquinaria.

Desgaste: La maquinaria poco confiable y saludable genera partículas abrasivas a un ritmo exponencial. La detección y el análisis de estas partículas le ayudan a tomar importantes decisiones de gestión de mantenimiento. Se puede evitar el tiempo de inactividad de la máquina debido al desgaste de los componentes. Recuerde que un aceite limpio y saludable minimizará el desgaste de la máquina. Para tener una buena muestra se debe tener en cuenta lo siguiente:

Establecer un Programa de muestreo:

- Frecuencias de muestreo para cada equipo
- Determinar los puntos y métodos de muestreo.
- Tener Buenas prácticas de muestreo y limpieza
- Etiquetado correcto de la muestra.

5.2.14 Indicadores

Un indicador es una herramienta que proporciona información sobre un determinado estado o logro de una actividad, estos deben representar relaciones entre variables, esto se debe a que es difícil saber si se han realizado cambios o mejoras, por lo tanto, es importante mostrar tanto el estado inicial de la actividad y el después. Los indicadores a menudo se construyen para proporcionar comparaciones entre dos o más tipos de datos, que son mediciones cuantitativas o cualitativas, dependiendo de si son cualitativos o cuantitativos, puede obtener un valor numérico, una cantidad o una norma para tratar de explicar lo que está tratando de medir.

Tipos de indicadores

Existen distintos tipos de indicadores, donde depende del proceso donde se quieran obtener medidas de cambio.

Las principales son:

Tabla 8.Tipos de indicadores

Indicadores de proceso	**Indicadores de producto**	**Indicadores de resultado**
Programación de trabajo Ejecución de recursos	Eficacia Calidad	Resultados intermedios Impacto

Fuente Formulación-y-ejemplos-de-indicadores2021 [en Línea], España, 2016. [Fecha de consulta: 7 diciembre 2021]. Disponible en:http://redlab.lidereseducativos.cl/wpcontent/uploads/2019/06/Formulaci%C3%B3n-y-ejemplos-de-indicadores.pdf

Beneficios de los indicadores

Contar con buenos indicadores genera beneficios para la empresa como:

- Ayuda a mejorar los niveles de rendimiento.
- Ayudar a tomar decisiones precisas y oportunas.
- Permite la comparación global de resultados.
- Muestra el camino correcto hacia el éxito.
- Le permite rediseñar la dirección para cumplir con la meta.
- Muestra resultados cuantitativos y fiables.
- Fuerte apoyo para la toma de decisiones e intervenciones.
- Sincronizar los esfuerzos del equipo.
- Detectan y prevén desviaciones para lograr la meta.

5.2.15 Indicadores de lubricación (KPI)

Los indicadores clave de rendimiento (KPI) nos permiten establecer una meta u objetivo de meta final, en función de múltiples necesidades y rastrear el éxito en cumplirlos o superarlos. Los KPI también permiten analizar y comprender dónde se debe enfocar los esfuerzos de mejora.

A continuación, se enuncia los indicadores para tener una lubricación de excelencia según Jeremy Wright, Noria Corporation.

KPIs del análisis de lubricante

“Los KPIs del análisis de lubricante están destinados a verificar la calidad de la lubricación que se está aplicando a la maquinaria, mediante el monitoreo de

indicadores relevantes de la condición de la máquina"[15], como se muestra en la figura 23 y 24.

Figura 23.KPI análisis de lubricantes

ALARMAS DEL ANÁLISIS DE LUBRICANTE		
Frecuencia	**Fuente de datos**	**Objetivo**
Mensual/trimestral	Software del análisis de lubricante	100 % en verde
DEFINICIÓN Medición similar a la salud del activo – desglosados: • Alarmas de salud de la máquina • Alarmas de salud del lubricante • Alarmas de limpieza		

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

Figura 24. Tablero de KPI análisis de lubricantes

	Salud de la máquina	Salud del lubricante	Limpieza
Porcentaje en verde	98.75%	98.75%	97.28%
Porcentaje en amarillo			
Porcentaje en rojo	1.25%	1.25%	2.72%
Total evaluado	479	479	479

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

[15] Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/#:~:text=Los%20KPIs%20del%20an%C3%A1lisis%20de,la%20condici%C3%B3n%20de%20la%20m%C3%A1quina.

KPIs de gestión del trabajo

Estos KPIs de gestión del trabajo evalúan la eficiencia y eficacia de la planificación, programación, ejecución y revisión de las tareas de lubricación de rutina y las especiales.[16]

El KPI del cumplimiento de las tareas de lubricación les brinda a los administradores del programa una visión clara de la eficiencia global de las prácticas de lubricación a nivel de tareas, como se muestra en la figura 25.

Figura 25. Cumplimiento de tareas de lubricación

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/.

El KPI de las tareas de lubricación vencidas refleja el número total de las tareas de lubricación que no se han concluido en comparación con el número total programado[17], ver figura 26.

[16]Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/#:~:text=Los%20KPIs%20del%20an%C3%A1lisis%20de,la%20condici%C3%B3n%20de%20la%20m%C3%A1quina.

[17]Ibid.

Figura 26. Tareas de lubricación vencidas

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

KPIs de almacenamiento y manejo

El almacenamiento y manejo de lubricantes y consumibles asociados en la cantidad, condición y tipos apropiados, son un factor importante que permite la aplicación de una lubricación de calidad[18], como se muestra en la figura 27.

KPIs de salud, seguridad y medio ambiente

"El indicador de la tasa de recolección de lubricantes usados puede ser una medida de la cantidad de lubricante usado en el tiempo en diferentes instalaciones o una visión enfocada con más intensidad en el consumo de lubricante dentro de un determinado departamento o área de la planta. Niveles irregulares de consumo pueden indicar fugas, deficientes prácticas de lubricación, problemas con la calidad del lubricante y otras inquietudes",[19] como se muestra en la figura 28.

[18] Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/#:~:text=Los%20KPIs%20del%20an%C3%A1lisis%20de,la%20condici%C3%B3n%20de%20la%20m%C3%A1quina.

[19] Ibid.

Figura 27.Falta de lubricantes

FALTA DE LUBRICANTE EN EXISTENCIA		
Frecuencia	**Fuente de datos**	**Objetivo**
Mensual	Sistema de gestión de inventarios	0
DEFINICIÓN Número de veces que los lubricantes o consumibles no están disponibles en la bodega cuando son requeridos. *Aplique el enfoque de inventarios "justo a tiempo" cuando sea posible.*		

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

Figura 28 KPI Tasa de recolección de desperdicio.

TASA DE RECOLECCIÓN DE DESPERDICIOS		
Frecuencia	**Fuente de datos**	**Objetivo**
Trimestral	Gestión de inventarios y recolección de residuos de lubricante	95%
DEFINICIÓN $\frac{\text{Volumen total de lubricantes recolectado (TLR)}}{\text{Volumen total de aceite nuevo adquirido (TANA)}}$		
TLR = 123 TANA = 125 → CR = 98%	TLR = 109 TANA = 125 → CR = 87%	

Fuente Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

5.2.16 Carta de lubricación:

Es un documento donde se encuentra toda la información relacionada a la lubricación que requiere una máquina y/o equipo, contiene información como:

puntos de lubricación, tipo de lubricante, cantidad de lubricante, frecuencia de re-engrase, ver figura 29.

Figura 29 Modelo de carta de lubricación

Fuente documentación Gerdau Diaco

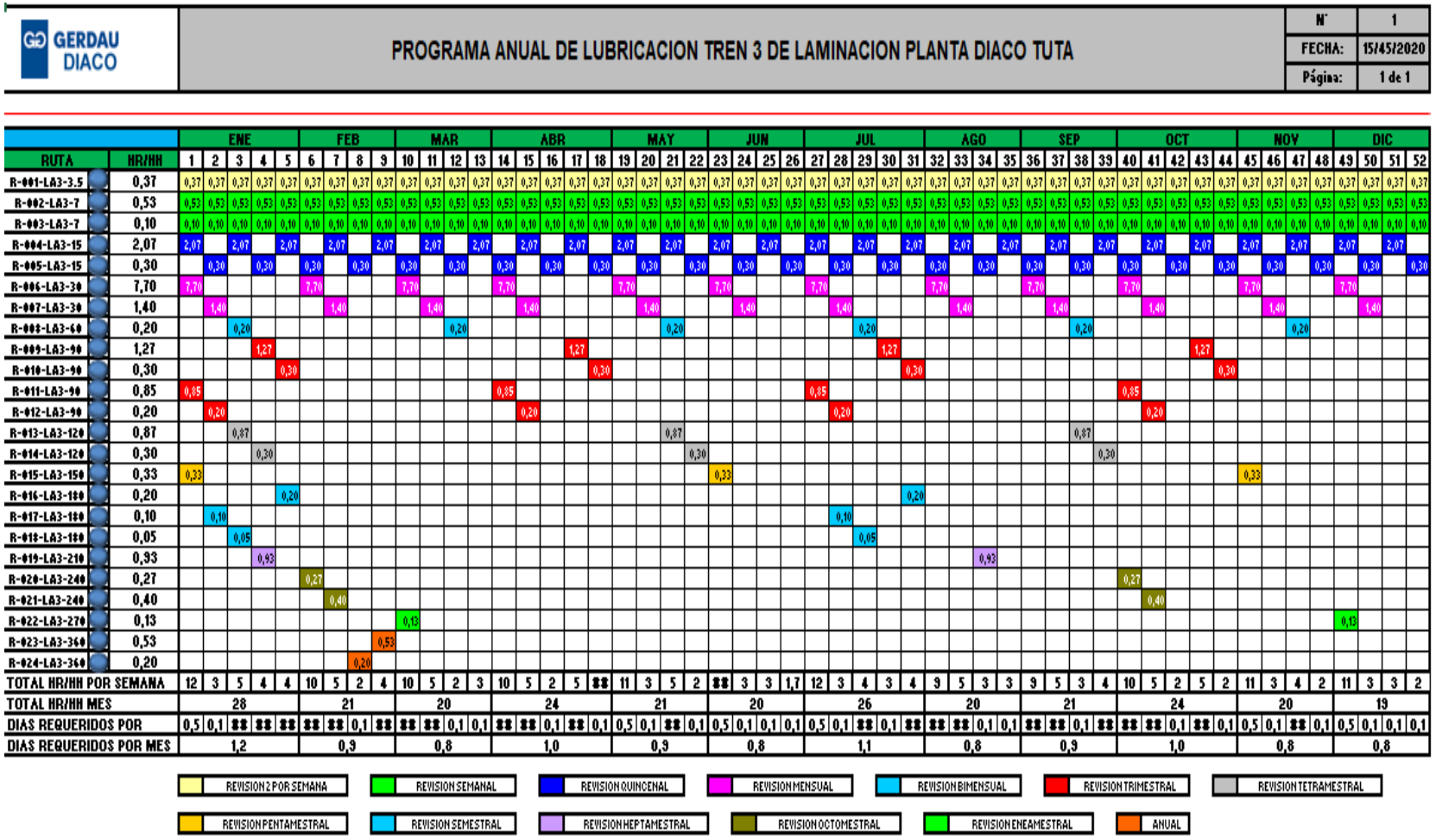
5.2.17 Cronograma de lubricación:

Es un formato que contiene la lista de actividades de lubricación que se realizan en en determinado periodo de tiempo (diario, semanal, mensual, etc.), es construido a partir de la información que suministran las cartas de lubricación. Su objetivo principal es garantizar la adecuada lubricación de todos los equipos que lo requieran, para así evitar fallas, evitar deterioros forzados y aumentar la disponibilidad y la vida útil de los equipos, ver figura 30.

5.2.18 Hoja técnica del lubricante:

Es el documento que contiene las características técnicas principales del lubricante, es muy útil a la hora de determinar qué tan adecuado es este dependiendo de la aplicación o para realizar comparativos entre lubricantes, ver figura 31.

Figura 30 Cronograma de lubricación



GERDAU DIACO

PROGRAMA ANUAL DE LUBRICACION TREN 3 DE LAMINACION PLANTA DIACO TUTA

N°	1
FECHA:	15/45/2020
Página:	1 de 1

		ENE					FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
RUTA	HR/HH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
R-001-LA3-3.5	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
R-002-LA3-7	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
R-003-LA3-7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
R-004-LA3-15	2,07	2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07		2,07	
R-005-LA3-15	0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30		0,30	
R-006-LA3-30	7,70	7,70					7,70				7,70				7,70				7,70				7,70				7,70					7,70				7,70				7,70					7,70				7,70			
R-007-LA3-30	1,40		1,40				1,40				1,40				1,40				1,40				1,40				1,40					1,40				1,40				1,40					1,40				1,40			
R-008-LA3-60	0,20			0,20							0,20								0,20										0,20								0,20								0,20							
R-009-LA3-90	1,27				1,27												1,27												1,27												1,27											
R-010-LA3-90	0,30					0,30												0,30												0,30												0,30										
R-011-LA3-90	0,85	0,85													0,85												0,85												0,85											
R-012-LA3-90	0,20		0,20													0,20												0,20												0,20										
R-013-LA3-120	0,87			0,87																	0,87														0,87															
R-014-LA3-120	0,30				0,30																	0,30														0,30															
R-015-LA3-150	0,33	0,33																					0,33																				0,33										
R-016-LA3-180	0,20					0,20																								0,20																					
R-017-LA3-180	0,10		0,10																									0,10																							
R-018-LA3-180	0,05			0,05																									0,05																						
R-019-LA3-210	0,93				0,93																													0,93																	
R-020-LA3-240	0,27						0,27																																		0,27											
R-021-LA3-240	0,40							0,40																																	0,40											
R-022-LA3-270	0,13										0,13																																							0,13			
R-023-LA3-360	0,53									0,53																																										
R-024-LA3-360	0,20								0,20																																											
TOTAL HR/HH POR SEMANA		12	3	5	4	4	10	5	2	4	10	5	2	3	10	5	2	5	##	11	3	5	2	##	3	3	1,7	12	3	4	3	4	9	5	3	3	9	5	3	4	10	5	2	5	2	11	3	4	2	11	3	3	2
TOTAL HR/HH MES		28					21				20				24				21				20				26				20				21				24				20				19			
DIAS REQUERIDOS POR		0,5	0,1	##	##	##	##	##	0,1	##	##	##	0,1	0,1	##	##	0,1	##	0,1	0,5	0,1	##	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	##	0,1	##	##	##	0,1	0,1	##	##	0,1	##	##	##	0,1	##	0,1	0,5	0,1	##	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1
DIAS REQUERIDOS POR MES		1,2					0,9				0,8				1,0				0,9				0,8				1,1				0,8				0,9				1,0				0,8				0,8			

REVISION 2 POR SEMANA
REVISION SEMANAL
REVISION QUINCENAL
REVISION MENSUAL
REVISION BIMENSUAL
REVISION TRIMESTRAL
REVISION TETRAMESTRAL
REVISION PENTAMESTRAL
REVISION SEMESTRAL
REVISION HEPTAMESTRAL
REVISION OCTOMESTRAL
REVISION ENEAMESTRAL
ANUAL

Fuente Documentación Gerdau Diaco

Figura 31.Ficha técnica de lubricante

ALTIS EM 2

Ficha de características técnicas

Grasa

Grasa de poliurea, para altas temperaturas y altas velocidades.

TOTAL

APLICACIONES

Grasa multifuncional para aplicaciones de altas temperaturas y altas velocidades
Engrase de por vida o para un gran periodo de uso

- La grasa **ALTIS EM2** ha sido especialmente desarrollada para el engrase de rodamientos de motores eléctricos.
- **ALTIS EM2** ha sido igualmente recomendada para la lubricación de rodamientos, cojinetes, correderas, cremalleras, funcionando a alta temperaturas, en presencia o no de agua y la lubricación de cojinetes de motores eléctricos, de generadores, de ventiladores de gas caliente, de vapores, de cintas transportadoras de hornos, de secaderos y toda otra aplicación a alta velocidad y alta temperatura.

Recomendación

- Vigilar, en el momento de su aplicación, el hecho el de no contaminar la grasa con polvo u otros contaminantes. Utilizar preferentemente un sistema de bombeo neumático o cartuchos para el engrase.

PROPIEDADES

Estabilidad térmica y mecánica

- Duración de vida excepcional y alargamiento de los intervalos de reengrase
- Muy buena estabilidad en uso y en el almacenamiento
- Fácilmente bombeable e inyectable
- Excelente adherencia con los metales
- Excelentes propiedades antiherrumbre y anticorrosión

Ausencia de sustancias nocivas

- Excelente estabilidad térmica asociada a una perfecta reversibilidad
- **ALTIS EM 2** no contiene plomo, ni ningún otro metal considerado como nocivo para la salud humana o para el entorno.

CARACTERÍSTICAS

	MÉTODOS	UNIDADES	ALTIS EM 2
Espesante		-	Poliurea
Grado NLGI	ASTM D 217/DIN 51 818	-	2
Color	Visual	-	Verde cobalto
Apariencia	Visual	-	Lisa
Rango de uso de temperaturas		°C	- 20 à 180
Penetración a 25 °C	ASTM D 217/DIN51 818	1/10 mm	265-295
Separación de aceite 168 hrs. A 40 °C	DIN 51 817/IP 121/NFT 60-191	% masa	<1
Test de rodamiento 10.000 vueltas/149 °C	ASTM D 3336	Hora	>1300
Test rodamiento FAG-FE9 (3000/1,5/170 ºC)	DIN 51821	HORAS F10/F50	> 225
Rendimiento antiherrumbre SKF-EMCOR	DIN 51 802/IP220/NFT 60-135/ISO 11007	Cotación	0-0
Punto de gota	IP 396/DIN ISO 2176	°C	>260
Viscosidad cinemática del aceite base a 40 °C	ASTM D 445/DIN 51 562-1/ISO 3104/IP71	mm²/s	110

Las características mencionadas representan valores típicos.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones internacionales

- ISO 6743-9: L-XBFEA 2
- DIN 51502: K2R- 20

Este lubricante, empleado según nuestras recomendaciones y en las aplicaciones previstas, no presenta ningún riesgo particular.
Puede usted obtener a través de su delegado comercial los datos de seguridad conformes a la legislación vigente en la C.E.
Última actualización: 19 de enero 2004

Fuente Documentación Gerdau Diaco.

6. METODOLOGÍA

6.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS

Inicialmente se realizó un reconocimiento de los equipos que conformar el tren 2 de laminación, sus funciones en el proceso.

6.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Se consultó en programa “HOJA DE MARCHA”, el cual es utilizado para llevar registro de las paradas generadas por cada equipo, las fallas ocurridas en el periodo 1 oct 2020 al 1 oct 2021 para tener un historial de fallas de los equipos.

6.3 CRITICIDAD DE EQUIPOS

Se realiza un análisis de criticidad a los equipos del tren 2 de laminación evaluando los siguientes aspectos: impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento, impacto en seguridad ambiente e higiene, frecuencia de fallas.

6.4 DIAGNÓSTICO DE PLAN ACTUAL

Con el objetivo de evaluar la condición actual del plan de lubricación, se establece diez (10) secciones al plan de lubricación partir del manual corporativo de las políticas de lubricación para una excelencia en lubricación.

Realizando auditorías a facilitador, lubricadores y mecánicos recogiendo la mayor información de la situación actual de lubricación y establecer el estado actual de plan y realizar un análisis de los resultados obtenidos.

6.5 PLAN DE MEJORAS AL PLAN ACTUAL

Con ayuda del diagnóstico del plan se generan oportunidades de mejora para apuntar a una excelencia en lubricación.

Se realizó un listado de los puntos a mejorar y se generan unas soluciones a estas.

6.6 KPI´s

Se propone 4 indicadores para la lubricación los cuales apuntan a la mejora continua en lubricación.

7. RESULTADOS

7.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS

Para realizar el reconocimiento de equipos se inició con un plano (layout) ver figura 32, donde se muestran los equipos del tren de laminación 2, el tren se divide en 5 secciones: Horno, Tren de desbaste, Tren intermedio, Tren acabador, Mesa de enfriamiento y Terminación

7.1.1Horno

La sección de horno está conformada por mesa de cargue, horno Bendotty, ventiladores de aire forzado, ventiladores de combustión, lanza deshornadora y volcadoras.

7.1.1.1 Mesa de cargue

La mesa de cargue es la encargada de transportar la palanquilla al Horno bendotty

7.1.1.2 Horno Bendotty

El Horno Bendotty es el encargado de realizar el calentamiento de la palanquilla hasta los 1275°C.

7.1.1.3 Ventiladores de aire forzado

Los ventiladores de aire forzado son encargados de refrigerar los motores de las cajas 2 a la 11del tren 2.

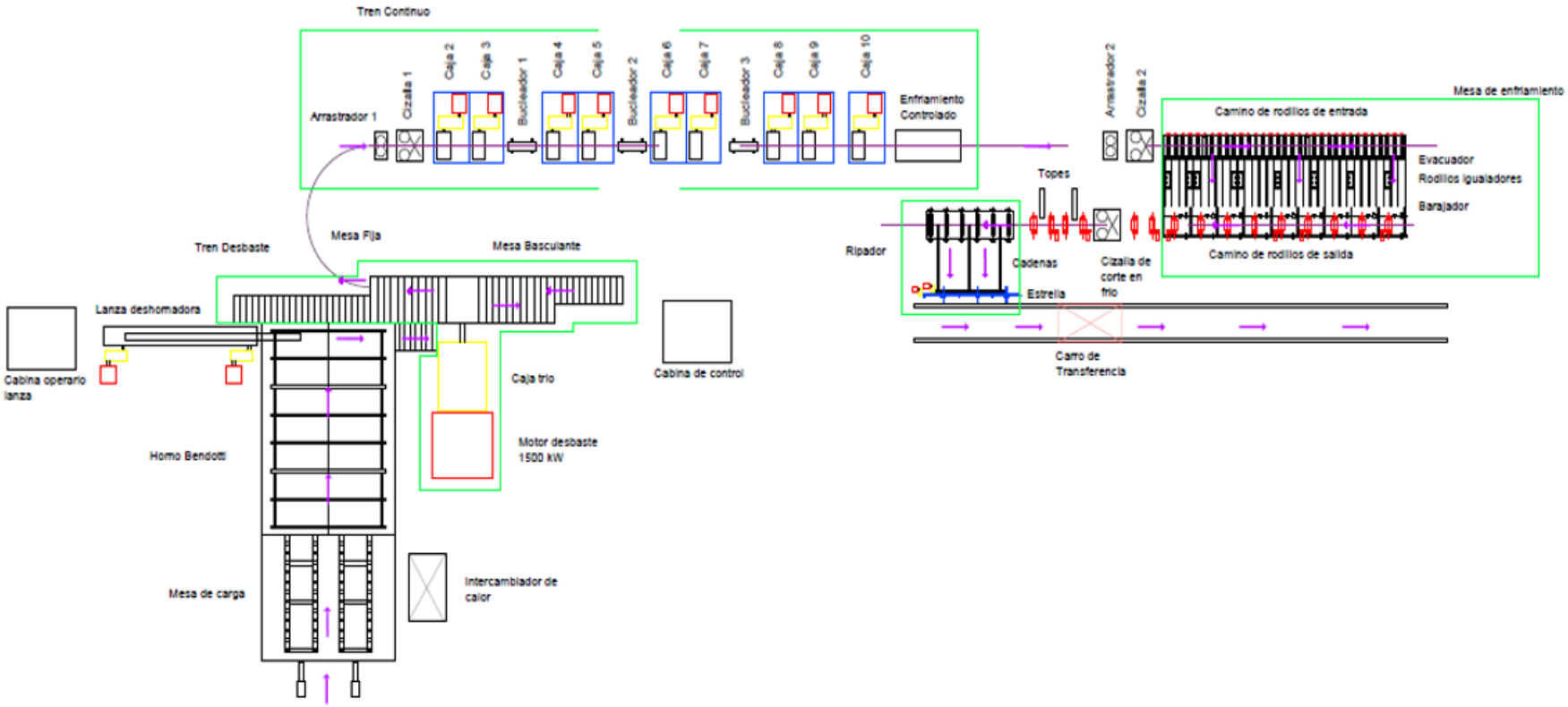
7.1.1.4 Ventiladores de combustión

Los ventiladores de combustión son encargados de enviarle el aire a la combustión del Horno Bendotty.

7.1.1.5 Lanza deshornadora

La lanza deshornadora se encarga de empujar la palanquilla, cuando llega a su temperatura de laminación, fuera del horno y enviarla al volcadora

Figura 32. Esquema del tren de laminación 2



Fuente: Documentación Gerdau Diaco

7.1.1.6 Volcadoras

Los volcadoras son las encargadas de colocar la palanquilla en la mesa fija para realizar el desbaste.

7.1.2 Desbaste

La zona de desbaste es donde se realiza la reducción más grande de la palanquilla a unas medidas de 130 mm x 130mm a 50mm x 50mm, está conformada por mesa fija, mesa basculante, rodillos barras de vueltas, caja 1 o desbaste, reductor y motor caja 1.

7.1.2.1 Mesa Basculante

La mesa basculante es la encargada de subir o bajar la barra a la caja de desbaste, cuenta con rodillos para movimiento de la barra y un sistema hidráulico para realizar el movimiento de la mesa

7.1.2.2 Mesa fija

La mesa fija es la encargada de mover la barra por cada pasada hasta enviarla a la gran dobladora, cuenta con rodillos para movimiento de la barra.

7.1.2.3 Rodillos barras de vueltas

Los rodillos de barras de vueltas son encargados de mover las barras que no cumplen con las condiciones para pasar a la caja de desbaste

7.1.2.4 Caja 1 o desbaste

Es una caja tipo trio, compuesta por tres rodillos horizontales, después de realizar 6 pasadas la palanquilla pasa de 130 mm x 130mm a 50mm x 50mm, en esta caja es donde se produce el mayor cambio de sección transversal.

7.1.2.5 Gran dobladora

Es la encargada de enviar la barra del tren desbaste al tren continuo.

7.1.3 Tren Intermedio

El tren intermedio consta de 6 cajas laminadoras de forma continua, cada paso por una de ellas se considera una pasada, en el tren intermedio, la barra se corta en

cabeza y cola con la cizalla 1 situada entre las cajas 4 y 5 para reducir posibles problemas en el proceso por pérdida de temperatura en los extremos de la barra.

Las cajas del tren intermedio trabajan a bajas velocidades con un máximo de 300 rpm

7.1.3.1 Cajas de la 2 a la 7

Las cajas 2 a la 7 son cajas tipo Danieli que se caracterizan por ser más robustas puesto que en esta parte del proceso se reduce mayor cantidad de sección transversal de la barra, estas cajas están dispuestas de manera continua.

7.1.3.2 Bucleadores

Son los encargados de liberar las tensiones que se generan en el paso de la barra entre cajas.

7.1.3.3 Arrastradores

Son los encargados de ayudar a mover la barra entre cajas

7.1.3.4 Cizalla 1

La cizalla 1 es la encargada de realizar corte de cabeza y cola de la barra con el fin de disminuir los problemas que se puedan presentar en el proceso debido a la pérdida de temperatura que sufren las puntas de la barra en paso por las cajas.

7.1.4 Tren Acabador

El tren acabador consta de 3 cajas tipo Pomini en estas cajas es menor a las del tren intermedio debido a que su función principal es dar el perfil deseado al producto mas no reducir la sección transversal de la barra, por esto su uso depende el perfil que se esté produciendo.

7.1.4.1 Cajas de la 9 a la 11

Son cajas tipo Pomini debido a que su función principal es dar el acabado deseado al producto mas no reducir la sección transversal de la barra.

7.1.4.2 Sistema de enfriamiento controlado (THERMEX)

El sistema de enfriamiento controlado es el encargado de realizar un tratamiento térmico al producto, temple, donde el producto toma propiedades para sismo resistencias

7.1.5 Mesa De Enfriamiento

7.1.5.1 Cizalla 2

La cizalla 2 es la encargada de hacer los cortes de 48 mt al producto proveniente del tren continuo.

7.1.5.2 Galopante

El sistema galopante es el encargado de pasar el producto proveniente del tren continuo por la mesa de enfriamiento hasta el camino de rodillos de salida de la mesa

7.1.5.3 Camino de rodillos salida mesa de enfriamiento

El Camino de rodillos salida mesa de enfriamiento son los encargados de enviar el producto a la zona de terminación.

7.1.6 Terminación

7.1.6.1 Cizalla 3

La cizalla 3 es la encargada de hacer los cortes al producto dependiente las medidas necesarias 6, 9 y 12 metros

7.1.6.2Ripador

Máquina o dispositivo utilizado para desplazar lateralmente una vía de ferrocarril

7.1.6.3 Carro de transferencia

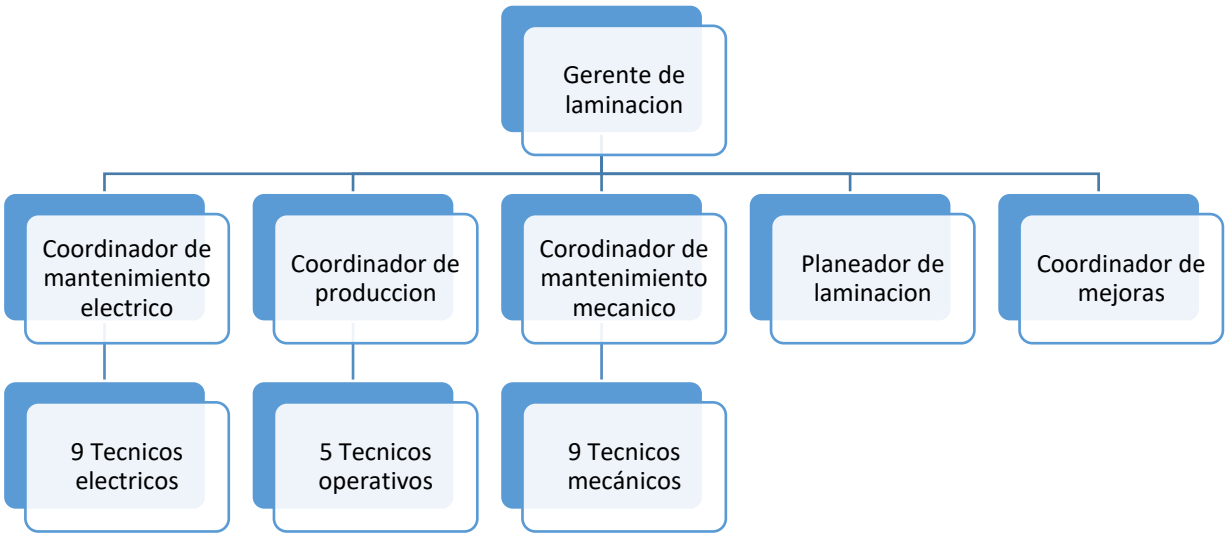
El carro de transferencia es el encargado de llevar la maleta a la zona de pesado para ser almacena para su distribución

7.1.6.4 Estrella

La estrella es el mecanismo donde llega el producto para formar maletas (conjunto de varillas)

7.1.7 Organigrama Mantenimiento Tren 2

El tren 2 de laminación forma parte de la célula de laminación, donde el grupo de trabajo de este panel están dirigidos por el gerente de laminación y los coordinadores de cada área, a continuación, se presenta el organigrama:



7.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Realizando la recopilación de información se evidencia que actualmente no se encuentra una base de datos con la información de muchos equipos.

Se cuenta con un programa “Hoja de Marcha” en el cual, se registran todas las paradas ocurridas y se direcciona según el tipo: mecánica, eléctrica, Utilidades, proceso (Fabricación), externa, Retiro de producción, Terminación, Palanquilla, Energía, proyectos como se muestra a continuación.

Los datos suministrados por la hija de marcha se utilizan para establecer la frecuencia de falla del equipo y poder realizar la criticidad de los equipos del tren de laminación tren 2.

7.3 CRITICIDAD DE EQUIPOS

Para realizar el estudio de criticidad, se utilizará los conceptos de análisis semicuantitativos cita anteriormente, evaluando los siguientes criterios según la tabla de ponderados, ver tabla 9.

Tabla 9.Criterios

CRITERIOS	SIMBOLO
Frecuencia de fallas	FF
Impacto operacional	IO
Flexibilidad operacional	FO
Costo de mantenimiento	CM
Impacto en seguridad, higiene y ambiente	SHA

A continuación, se presenta la asignación de valores en cada uno de los criterios considerados para el análisis, estos datos se ajustaron a las condiciones de este trabajo, ver tabla 9 , con el fin de calcular la criticidad de cada equipo. Utilizando las siguientes formulas:

$$Consecuencia = (\ IO * FO\ ) + CM + SHA$$

$$CTR = FF * \big((\ IO * FO) + CM + SHA\ \big)$$

$$CTR = FF * C$$

Con los datos extraídos de la Hoja de marcha se realiza la matriz de criticidad mostrada como se ve en la tabla 10 y se realiza una tabla de resultado, ver tabla 11.

Tabla 10.Tabla de ponderados para tren de laminación 2

TABLA DE PONDERADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	
1	Menor a 1 falla/año
2	Entre 1 y 2 fallas/año
3	Entre 2 y 4 fallas/año
4	Entre 4 o más fallas/año
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
1	No genera consecuencias significativas en producción o calidad
5	Impacto en niveles de producción o calidad
3	Parada del sistema y repercusión en producción y otros sistemas
7	Parada de toda la planta
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
1	Repuesto listo para instalar, tiempos de reparación y logística pequeños
2	Repuesto en bodega, tiempos de reparación y logística intermedios
4	No hay función de repuesto, tiempos de reparación y logística muy grandes, pérdidas de producción
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
1	Entre 0 y $50'000.000 Mensual
2	Mayor a $50'000.000 Mensual
IMPACTO EN SEGUIRIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE (SHA)	
1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud o daños ambientales
5	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas
7	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración
9	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos

Tabla 11.Matriz de criticidad Tren 2 de laminación

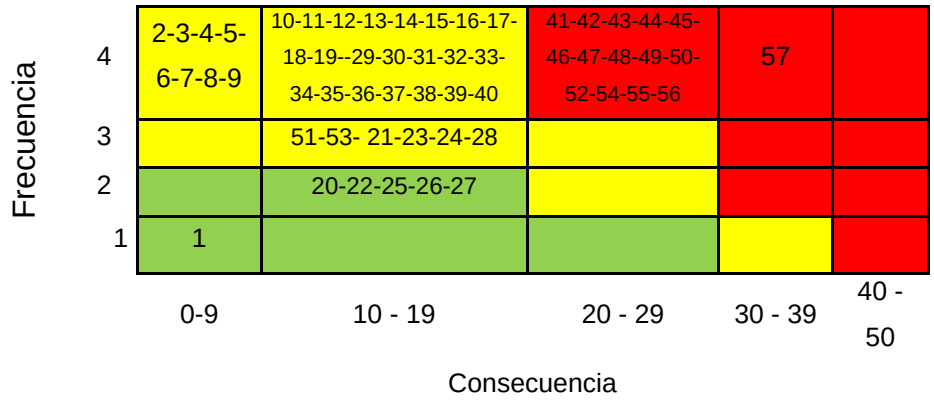


Tabla 12.Resultados de análisis de criticidad

ID	EQUIPO	ACUMULADO DE FALLAS	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
57	HornoBENDOTTI	436	4	7	4	2	5	35	140
54	Caja 1	400	4	7	2	2	5	21	84
55	MesaBasculante	15	4	7	2	2	5	21	84
56	Mesa fija	112	4	7	2	2	5	21	84
41	Caja 9	79	4	7	2	1	5	20	80
42	Caja 8	40	4	7	2	1	5	20	80
43	Caja 7	48	4	7	2	1	5	20	80
44	Caja 10	40	4	7	2	1	5	20	80
45	Caja 6	46	4	7	2	1	5	20	80
46	Caja 3	54	4	7	2	1	5	20	80
47	Caja 5	118	4	7	2	1	5	20	80
48	Caja 2	147	4	7	2	1	5	20	80
49	Caja 4	225	4	7	2	1	5	20	80
50	Ventilador aire forzado 1	6	4	7	2	1	5	20	80
52	Ventilador combustión 1	5	4	7	2	1	5	20	80
39	Carro de transferencia	5	4	5	2	2	5	17	68
40	Estrella	20	4	5	2	2	5	17	68
38	Galopante	15	4	5	2	1	5	16	64

Tabla 13. Resultados de análisis de criticidad Continuacion

ID	EQUIPO	ACUMULADO DE FALLAS	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
51	ventilador aire forzado 2	3	3	7	2	1	5	20	60
53	Ventilador combustión 2	2	3	7	2	1	5	20	60
33	Arrastrador 2	28	4	5	2	1	3	14	56
34	Arrastrador 1	44	4	5	2	1	3	14	56
35	Bucleador 2	14	4	5	2	1	3	14	56
36	Bucleador 3	25	4	5	2	1	3	14	56
37	Bucleador 1	21	4	5	2	1	3	14	56
29	Cizalla Star	240	4	3	2	1	5	12	48
30	Cizalla 1	66	4	3	2	1	5	12	48
31	Cizalla de corte en frío	111	4	3	2	1	5	12	48
32	Cizalla 2 POMINI	25	4	3	2	1	5	12	48
10	Bombas enfriamiento controlado	112	4	3	2	1	3	10	40
11	Gran dobladora	10	4	3	2	1	3	10	40
12	rodillos de barras devueltas	20	4	3	2	1	3	10	40
14	rodillos después de cizalla	5	4	3	2	1	3	10	40
15	rodillos de salida Mesaenfriamiento	6	4	3	2	1	3	10	40
16	puente grúa no.2 productos terminados tren 2	21	4	3	2	1	3	10	40
17	puente grúa no.2 nave palanquilla tren 2	103	4	2	2	1	5	10	40

Tabla 14.Resultados de análisis de criticidad Continuación

ID	EQUIPO	ACUMULADO DE FALLAS	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
18	puente grúa 2 retiro producto	48	4	2	2	1	5	10	40
19	Camino de rodillos de entrada	46	4	2	2	1	5	10	40
21	Central hidráulica Mesa basculante	3	3	3	2	2	3	11	33
23	Central hidráulica evacuador	3	3	3	2	2	3	11	33
24	Central hidráulica Mesa fija	3	3	3	2	2	3	11	33
28	puente grúa no.2 tren 2	3	3	5	1	1	5	11	33
2	Evacuador 2	25	4	3	2	1	1	8	32
3	Barajador	28	4	3	2	1	1	8	32
4	Gira barras	5	4	3	2	1	1	8	32
5	Ripador	13	4	1	2	1	5	8	32
6	puente grúa no.1 retiro tren 2	9	4	1	2	1	5	8	32
7	puente grúa no.1 producto terminado T2	16	4	1	2	1	5	8	32
9	puente grúa no.1 nave palanquilla tren 2	5	4	3	2	1	1	8	32
13	rodillos de salida horno	3	3	3	2	1	3	10	30
8	puente grúa no.3 producto	3	3	1	2	1	5	8	24
20	central hidráulica desbaste	2	2	3	2	2	3	11	22

Tabla 15.Resultados de análisis de criticidad Continuación

ID	EQUIPO	ACUMULADO DE FALLAS	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
22	central hidráulica horno	2	2	3	2	2	3	11	22
25	central hidráulica movimiento de cajas	2	2	3	2	2	3	11	22
26	central hidráulica ripador	2	2	3	2	2	3	11	22
27	central hidráulica rodillos igualadores	2	2	3	2	2	3	11	22
1	puente grúa no.1 tren 2	1	1	1	1	1	5	7	7

Realizando la evaluación de criticidad de los equipos se obteniendo un total del 26 % de equipo en criticidad alta, 63% en criticidad media y 11% criticidad baja, ver figura 33.

Figura 33.Resultados análisis de criticidad

Los equipos en los cuales se va a enfocar el proyecto son en equipos de criticidad alta, ver tabla 15.

7.4 DIAGNÓSTICO DE PLAN ACTUAL

El diagnóstico del plan de lubricación actual tiene como objetivo establecer los puntos más importantes y oportunidades de mejora para esto se va a apoyar con una auditoria en campo.

Tabla 16.Equipo de criticidad alta

Equipos de criticidad alta
Horno BENDOTTI
Caja 1
Mesa Basculante
Mesa fija
Caja 9
Caja 8
Caja 7
Caja 10
Caja 6
Caja 3
Caja 5
Caja 2
Caja 4
Ventilador aire forzado 1
Ventilador combustión 1

7.4.1 Auditoría plan actual de lubricación

Con el objetivo de evaluar la condición actual del plan de lubricación, se utilizan los diez (10) secciones al plan de lubricación del Manual de excelencia de lubricación Gerdau. Se realizan auditorías a facilitador, lubricadores y mecánicos recogiendo la mayor información de la situación actual de lubricación.

Las diez (10) secciones evaluadas son:

1. Selección de lubricantes
2. Sistemas de aplicación de grasas
3. Sistemas de aplicación de aceites
4. Control de contaminantes
5. Muestreo para análisis de aceite
6. Alarmas, límites y metas del análisis de aceite
7. Inspecciones y pruebas de rutina de lubricación
8. Almacenamiento y manejo de lubricantes
9. Educación, entrenamiento y certificaciones
10. Almacenamiento, manejo de lubricantes usados.

7.4.2 Parámetros de evaluación:

Para tener un diagnóstico los criterios deben ser conocidos por las personas a auditar, para esto se establece uno los rangos los cuales varían entre cero y diez dependiendo el estado, ver tabla 17.

Tabla 17.Parametros de evaluación

VALORES	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
0-2	Sin Sistema o sistema no definido	No existe sistema Ordenado
3-4	Sistema Informal o en desarrollo	Existe un sistema, pero es informal
5-6	Sistema iniciado	Documentación implementada, con algunas fallas
7-8	Sistema desarrollado, implementado	Sistema formal
9-10	Sistema Operando	Sistema de clase mundial

7.4.3 Evaluación inicial

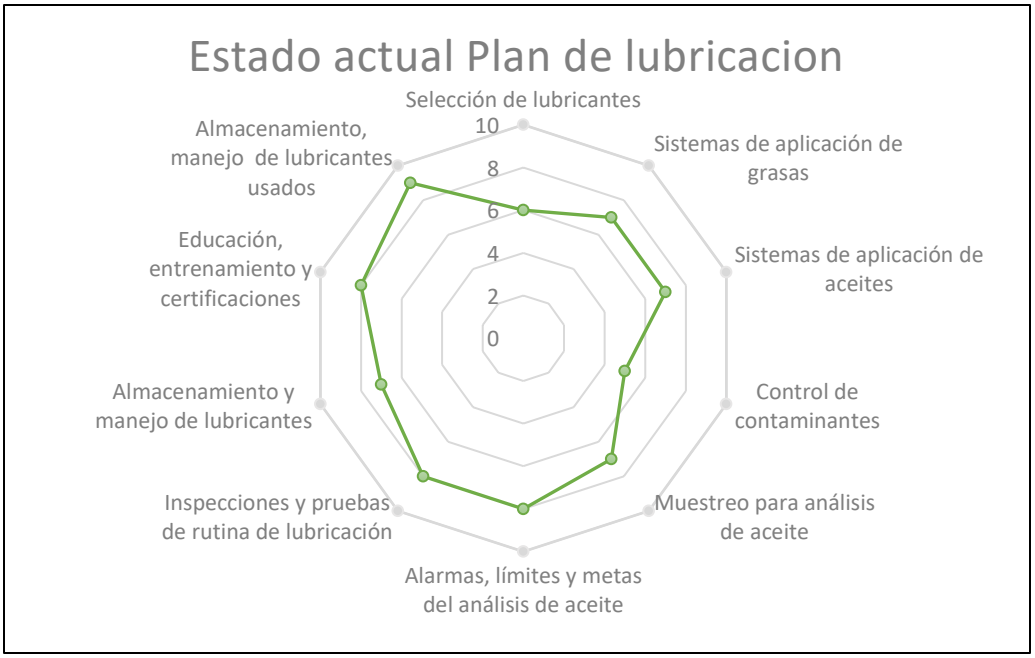
Se realizan auditorías a facilitador, lubricadores y mecánicos, donde se tiene un promedio de cada parámetro dan un diagnóstico del estado de actual de lubricación, ver tabla 18.

Para realizar un análisis del estado actual de plan de lubricación se genera un gráfico de araña, ver figura 34, donde se ve de forma gráfica los datos obtenidos en la tabla 18.

Tabla 18.Resultados Auditoria

	PROMEDIO
Selección de lubricantes	6
Sistemas de aplicación de grasas	6
Sistemas de aplicación de aceites	6
Control de contaminantes	5
Muestreo para análisis de aceite	7
Alarmas, límites y metas del análisis de aceite	8
Inspecciones y pruebas de rutina de lubricación	8
Almacenamiento y manejo de lubricantes	7
Educación, entrenamiento y certificaciones	8
Almacenamiento, manejo de lubricantes usados	9

Figura 34. Gráfico de araña Estado actual de lubricación



7.4.4 Análisis de resultados

La condición actual de la lubricación del tren 2 de laminación está en un promedio de 7,2 lo cual nos indica que va por un buen camino, pero se necesita mejorar en algunos aspectos, como se tratan a continuación.

Selección de lubricantes

Respecto a este punto se tiene una puntuación de 6, se tiene buena selección de lubricantes con base a los fabricantes, tiene un número reducido de cantidad de marcas y proveedores de lubricantes, se cuenta con un sistema de identificación de lubricantes (LIS) para la identificación y etiquetado de los lubricantes, pero no se cuenta con ficha técnica de los equipos del tren 2 de laminación donde se encontré información como nombre y marca del lubricante, cantidad y frecuencia de lubricación, criticidad del equipo, velocidad de trabajo, temperatura de rodamiento, tipo de rodamiento, cargas y condiciones ambientales, factores importantes para una buena selección de lubricantes, en cuanto al ingresa de un nuevo lubricante a la planta no se cuenta con un protocolo para la evaluación y documentación de los resultados y conclusiones del lubricante.

Sistemas de aplicación de grasas

El sistema de aplicación de grasas obtiene una puntuación de 6, esto se debe a los procedimientos de lubricación puesto que no se tiene un paso a paso escrito, basando las actividades de lubricación en la experiencia del lubricador, donde no es lo ideal, ya que puede variar según el lubricador, no se cuenta con hojas de seguridad de los lubricantes actuales en el cuarto de lubricantes, se utilizan equipos adecuados para la aplicación de grasa minimizando la contaminación del lubricante.

Sistemas de aplicación de aceites

El sistema de aplicación de aceites obtiene una puntuación de 6, esto se debe a los procedimientos de lubricación puesto que no se tiene un paso a paso escrito, basando las actividades de lubricación en la experiencia del lubricador, donde no es lo ideal, ya que puede variar según el lubricador, no se cuenta con hojas de seguridad de los lubricantes actuales en el cuarto de lubricantes, se utilizan equipos adecuados para la aplicación de aceite minimizando la contaminación del lubricante.

Control de contaminantes

En el control de contaminantes obtiene la puntación más baja esto radica en no poseer procedimientos específicos para cambios de aceites y de filtros garantizando que no se presente contaminación, las centrales Hidráulicas en general se encuentran herméticamente cerrados y con filtros adecuados, por otro lado, los reductoras de las cajas del tren continuo no cuentan con secadores, filtros magnéticos.

También se encuentra falencia en los sellos de algunas chumaceras de los blucleadores y arrastradores generando contaminaciones a los rodamientos ocasionando daños prematuros a este.

En el almacenamiento de tambores, se deben tener una bomba separada para cada producto e instalar un filtro de ventilación para evitar el ingreso de contaminantes, el cual no se tiene.

Muestreo para análisis de aceite

En el muestreo para análisis de aceites obtiene una puntuación de 7, esto radica en tener una frecuencia establecida para la toma de analistas de aceite, estas muestras son enviados a un laboratorio proporcionado por un proveedor de lubricantes, cuenta con una etiqueta donde se aseguran de que la muestra lleve la información completa y legible, se cuenta con entrenamiento para tomar de muestra, interpretación y lectura de los resultados. Lo único para mejorar es implementar un sistema de identificación de punto de muestreo y digitalizar el procedimiento de toma de muestra.

Alarmas, límites y metas del análisis de aceite

Se tiene establecidos alarmas, límites y metas del análisis de aceite donde se puede monitoreo la trazabilidad del aceite y prevenir fallas.

Inspecciones y pruebas de rutina de lubricación

Se obtiene una apuntación de 8 esto radica en contar con una lista de chequeo donde se reporta el estado de las centrales hidráulicas, fugas, stock toda esta información está en físico, si se presenta alguna anomalía se informa al mecánico de turno, para mejorar se sugiere pasar a digital este formato, reduciendo tiempos para reportar anomalías y llevar un historial en la red.

Almacenamiento y manejo de lubricantes

Referente al almacenamiento y manejo de lubricantes, se cuenta con una bodega donde se almacena todos los lubricantes cuándo llegan de los proveedores y son administrados por la Almacén general para pedir lubricantes se genera una reserva en SAP para el despacho de esta bodega se cuenta con sistema de identificación PEPS (Primero que entra primero que sale. La bodega tiene un piso de concreto sellado no absorbente para poder controlar derrames el único punto a mejorar en este sitio es la realización una frecuencia de 5´s.

En el cuarto de lubricación se almacenan los lubricantes pedidos para uso, cuenta con un piso de concreto sellado no absorbente para poder controlar derrames, los lubricantes se encuentran debidamente identificados con sistema de identificación

de lubricantes (LIS), el tambor debe contar con un filtro de venteo que impida la entrada de contaminantes.

Se evidencia los elementos de trasvasije, son utilizados bidones y botellas que evidencian un alto nivel de contaminación donde no se encuentran debidamente marcado, se deben implementar procedimientos para limpiar equipos de lubricación, mangueras y bidones.

Educación, entrenamiento y certificaciones

Se dispone de 3 personas a cargo de las actividades de lubricación, donde 2 de ellos tienen aproximadamente 28 años de experiencia, además de contar con capacitaciones para la lubricación. El otro lubricador lleva 1 año realizando actividades, para estar a la vanguardia en temas de lubricación y nuevas tecnologías, se estableció un cronograma de capacitaciones con ayuda de un proveedor donde se obtiene un certificado por cada módulo.

Almacenamiento, manejo y descarte de lubricantes usados

En Almacenamiento, manejo y descarte de lubricantes usados se obtuvo la puntación más alta esto se debe al tener un procedimiento escrito donde se establece el retiro de desechos lubricantes, manejo y el sector dispuesto para estos residuos, se tiene establecido un máximo de inventario de lubricantes usados, se cuenta con bandejas para derrames y kit de derrames en puntos estratégicos y poder atacar cualquier eventualidad lo único para mejora es implementar un índice de fuga de fluido hidráulico (HFI) para llevar que cantidad de lubricantes no se está teniendo control.

7.5 PLAN DE MEJORAS AL PLAN ACTUAL

Los planes son importantes para alcanzar una excelencia en lubricación brindan oportunidades de mejora a la compañía y así incrementar la productividad.

Para mejoras las prácticas de lubricación se deben implementar lo siguiente:

- Se debe realizar cartas de lubricación de los equipos críticos donde se detalle información relevante como, tipo de lubricante, puntos de muestreo, puntos de aplicación.
- Se deben generar fichas técnicas de los equipos críticos para ser consultadas a la hora de cambiar de lubricante y revisar condiciones de trabajo.
- Definir de forma escrita las actividades de lubricación a realizar ya que actualmente no se tiene un documento con las actividades. Por tal motivo se definirán, como realizar las tareas de lubricación, generando un estándar, y órdenes de mantenimiento en SAP para su cumplimiento.
- Se debe emigrar a plataformas digitales las inspecciones que realice personal de lubricación, el cual busque reportar situaciones de anomalías en la lubricación, control de fugas y llevar un histórico de anomalías de los equipos.
- Se debe establecer un día de limpieza en la bodega de lubricantes y cuarto de lubricación por semana con el fin de eliminar la contaminación y mantener un orden adecuado para limpiar mangueras y maquinas engrasadoras utilizados en la aplicación de lubricantes a equipos.
- Establecer criterios para pruebas de nuevos de lubricantes.
- Se debe Rotular de los equipos de lubricación con el tipo de lubricante con simbología LIS
- Un tema de seguridad que no se debe dejar de un lado, es tener hojas de seguridad de los lubricantes donde el personal pueda conocer los riegos relacionados con la manipulación de lubricantes, estos deben estar visibles de fácil acceso, por otro lado, el traslado de tambores debe realizarse con el equipo adecuado (carro), con el fin de proveer sobreesfuerzo y/o machucones.
- Proponer dispositivos de exclusión de contaminantes.
- Se debe generar un control de consumo de lubricantes por equipo y poder tener una trazabilidad del consumo.

- Documentar el cómo realizar la tarea de toma de muestras de aceites y los cuidados que se deben tener.
- Implementar un índice de fuga de fluido hidráulico (HFI).

Ficha técnica de los equipos críticos

La ficha técnica debe contener especificaciones técnicas del equipo como: nombre, marca, TAG, marca del lubricante, cantidad y frecuencia de lubricación, velocidad de trabajo, temperatura de rodamiento, tipo de rodamiento, cargas y condiciones ambientales

Cada equipo en planta debe contar con su propio identificador único, o TAG, que consta de una cadena de caracteres que describen la ubicación, área, nombre el equipo, etc.

Para esto se utilizó el siguiente formato para codificar TAG equipos críticos.

Tabla 19.Niveles de TAG de equipos

Nivel 1	**Nivel 2**	**Nivel 3**	**Nivel 4**	**Nivel 5**
Planta	*Área*	*Sección*	*Equipo*	*Componente*
1000 - Tuta	*LA2 - Laminación Tren 2*	*TDS2 - Tren desbaste*	*CL01 - Caja laminadora 1*	*CJ1- Caja RD-1 Reductor*
		TER2 - Terminación Tren 2		
		GTN2 - Puente grúa T2		
		HBE2 -Horno Benotti		
		MEF2 - Mesa Enfriamiento		
		TCN2 - Tren Continuo		

Establecido el TAG, se recopila información de los equipos críticos y se procese a llenar el formato como en de la figura 35.

Figura 35.Ficha técnica

GERDAU DIACO — **FICHA TECNICA MOTOR REDUCTOR CAJA - # 1.**

TAG del Equipo	1000-LA2-DEBT-GMT02-RE1
Nombre del Equipo	Caja 1.
Compañía	Gerdau - Diaco
Planta	Tuta
Área	Tren 2 de Laminación
Fecha de Registro	22 de Abril de 2013

Figura del Equipo.

GERDAU DIACO

EQUIPO MOTRIZ

DATOS TÉCNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Rodamiento	330540 Cant. 6.	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
R.P.M	100	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS(MOBIL)
Temp. De Op. Rodamiento.	Carcasa <65°C	Contaminación.	Severo Polvo Abrasivo
Frecuencia de Lubricación (Hrs).	600	Humedad.	Humedad entre 80 y 100%
Cantidad de Lubricante (grs)	187	Tiempo de Operación.	Permanente.
Movimiento Generado Por:	Motor - Reductor Caja 1	Posición.	Horizontal.

CONDICIONES ESPECIALES		EQUIPO MOTRIZ		EQUIPO CONDUCIDO	
Sistema de Lubricación Centralizado.		Lubr. Recomendada.		Lubri. Recomendada.	
Protección Contra la Huemedad.		Frec. Lubricación (hrs)		Frec. Lubricación (hrs)	
Resistencia al Agua.		Cantidad del Lubric.		Cantidad de Lubric.	
Funcionamiento Silencioso.					
Arranque y Parada Frecuentes.		Vibración EM (mm/s)			
Vibración muy elevada.		Env. Acelerac. EM (gE)			
Muy Baja Fricción.					
Grasa con muy larga duración.					
Compatible con alimentos.		Vibración EM (mm/s)			
Biodegradable		Env. Acelerac. EM (gE)			
Resistencia a la radiación.					
Se requiere de fricción constante.					

Procedimientos de Engrase	

Irrelevante (1)	Importante (3)
Relevante (2)	Muy Importante (4)

Carta de lubricación

La carta de lubricación debe identificar los puntos de lubricación de lubricación, cantidad, tipo de lubricante y componente de cada máquina, facilitando la realización de la tarea.

A continuación, se muestra la interfaz para acceder a las cartas de gráficas, están almacenadas en un Excel, ver figura 36 y 37

Figura 37.carta grafica ventiladores de aire forzado

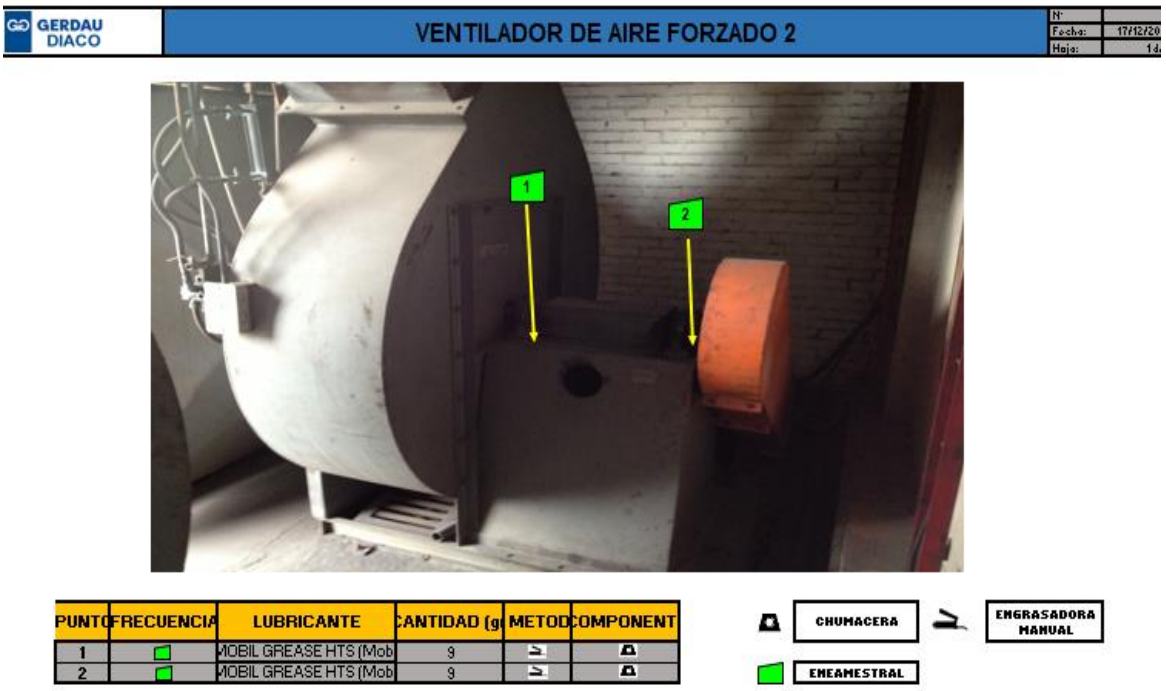


Figura 36.Interfaz de acceso a cartas graficas

Velocidades operacionales

Con el fin de tener un documento con la velocidad de trabajo de cada caja, velocidades máximas de los motores de las cajas, trazado de las cajas para cada

referencia y velocidad salida del producto para la toma de decisiones, se realiza levantamiento de la siguiente información para cada referencia, ver figuras 38 y 39.

Figura 38.Hoja de montaje

FORMATO N0: 02.03.03.06-F

HOJA DE MONTAJE TREN DOS

PERFIL: REDONDO CORUGADO 3/8" FECHA: 12/11/2021

PALANQUILLA :	CALIDAD :	LONGITUD DEL PERFIL : 48 M	

DATOS TENTATIVOS PARA PARTIDA

CAJA	DIMENCIÓN	AREA	FACTOR RED.	CANAL	DIAMETRO CILINDRO	VELOCIDAD SALIDAD (m/s)	RPM CILINDRO	RPM MOTOR	% MAX	RPM MOTOR max	1/R
1					510	2.14	100.0	900.00			12
2		1568.0			378	0.82	41.4	575.89	47.99	1200	13.9
3		1026.0	1.528		395	1.23	59.5	731.50	60.96	1200	12.3
4		755.0	1.359		387	1.69	83.40	683.90	71.99	950	8.2
5		523.0	1.444		411	2.46	114.31	820.77	68.40	1200	7.18
6		362.0	1.445		309	3.57	220.7	1240.07	85.52	1450	5.62
7		272.0	1.331		300	4.82	306.9	1442.20	99.46	1450	4.7
8		231.0	1.177		295	5.48	354.8	1490.08	99.34	1500	4.2
9		197.0	1.173		319	6.35	380.2	1186.15	81.80	1450	3.12
10		169.0	1.166		300	7.31	465.4	1377.49	95.00	1450	2.96
11		142.0	1.190		331	8.61	496.8	1061.65	73.22	1450	2.137
					VELOCIDAD						
					8.61	mt / seg					

PARAMETROS CONTROL	VALOR	UNIDAD
TEMP. ENFRIA CROLADO	35	°C
# TRAMOS ENFRIAMIENTO		#
VEL.ARRASTRADOR 1	630	RPM
SET. CIERRE RODILLOS	17	
VEL.CIZALLA 1	681	RPM
LONG. T. CABEZA	0.61	m
LONG. T.COLA	0.9	m
ALTURA BUCLEADOR 1	25	%
ALTURA BUCLEADOR 2	30	%
ALTURA BUCLEADOR 3	18	%
VEL.CIZALLA 2	872	RPM
VEL.VARIADOR 1	9.1	m/s
VEL.VARIADOR 2	10	m/s
VEL.VARIADOR 3	10	m/s
VEL.VARIADOR 4	9.3	m/s
RET.EVACUADO MESA	250	S

Figura 39.Consolidad de velocidades de cajas y motores según perfil

VELOCIDADES SEGÚN PERFIL - TREN 2 LAMINACION

VELOCIDAD CAJAS TREN LAMINACION 2 SEGÚN PERFIL (RPM)

CAJA	RC 3/8	RC 1/2	RC 9 mm	RC 12 mm	RL 5/8	RC 3/4	RC 7/8	RC 1	RC 11 mm	RL 1/2	RPM MAX
1	100.0	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	41.4	62.3	40.09	60.34	49.21	62.36	61.39	59.44	49.01	57.39	62.36
3	59.5	95.3	53.76	87.24	72.98	91.94	90.04	79.14	72.53	93.80	95.26
4	83.4	0.0	71.50	0.00	100.54	114.01	114.50	134.70	88.83	0.00	134.70
5	114.3	0.0	101.06	0.00	148.34	146.95	152.51	126.86	113.38	0.00	152.51
6	220.7	164.5	189.78	154.23	0.00	0.00	0.00	0.00	203.05	166.02	220.65
7	306.9	241.5	286.15	210.68	0.00	0.00	0.00	0.00	231.71	230.70	306.85
8	354.8	249.7	314.24	244.88	223.00	215.14	222.44	177.50	302.18	269.23	354.78
9	380.2	290.2	347.71	339.24	280.79	271.70	287.04	228.06	328.69	302.88	380.18
10	465.4	0.0	0.00	0.00	369.74	321.87	0.00	0.00	368.82	413.48	465.37
11	496.8	383.2	442.28	491.46	452.66	410.62	0.00	0.00	0.00	471.50	496.79

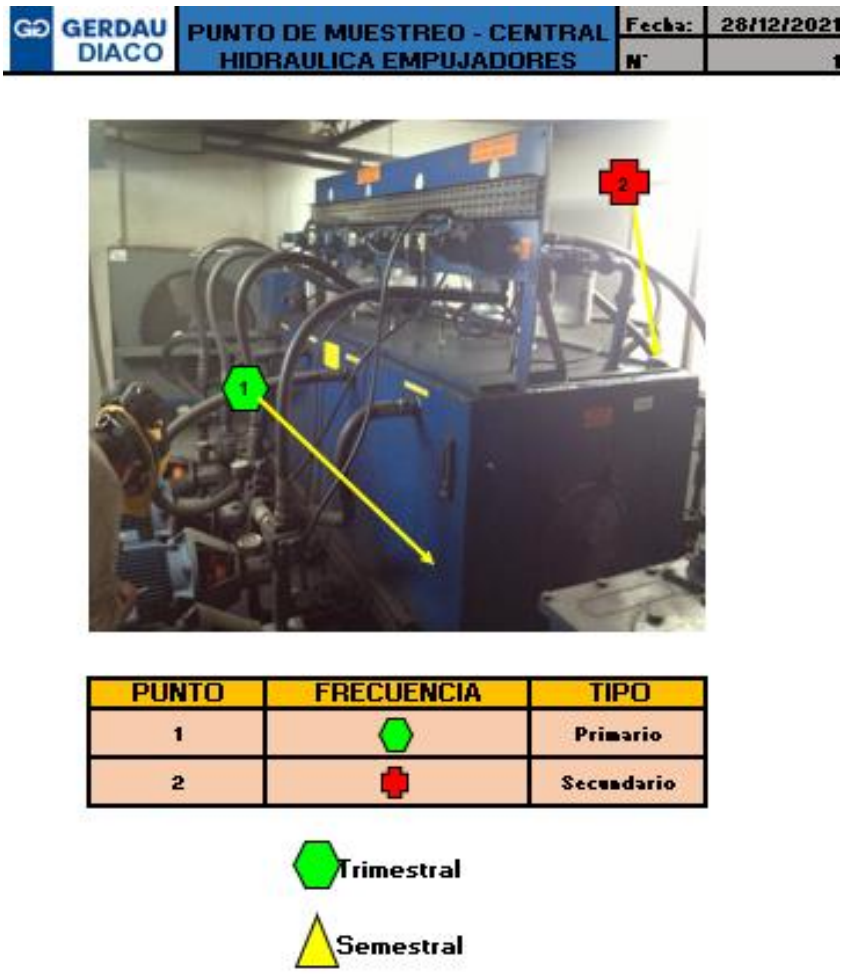
VELOCIDAD MOTORES TREN LAMINACION 2 SEGÚN PERFIL (RPM)

CAJA	RC 3/8	RC 1/2	RC 9 mm	RC 12 mm	RL 5/8	RC 3/4	RC 7/8	RC 1	RC 11 mm	RL 1/2	RPM MAX
1	900.0	900.0	557.3	900.0	900.0	900.0	853.3	RPM MOTOR	900.0	900.0	900.0
2	575.9	866.4	661.2	838.7	684.0	866.8	1107.5	900.0	681.2	797.7	1107.5
3	731.5	1171.6	586.3	1073.1	897.7	1130.8	938.9	826.2	892.1	1153.7	1171.6
4	683.9	0.0	725.6	0.0	824.5	934.9	1095.0	973.5	728.4	0.0	1095.0
5	820.8	0.0	1066.6	0.0	1065.1	1055.1	0.0	1104.5	814.1	0.0	1104.5
6	1240.1	924.4	1344.9	866.8	0.0	0.0	0.0	910.8	1141.1	933.0	1344.9
7	1442.2	1135.2	1319.8	990.2	0.0	0.0	934.3	0.0	1089.0	1084.3	1442.2
8	1490.1	1048.6	1084.8	1028.5	936.6	903.6	895.6	0.0	1269.2	1130.8	1490.1
9	1186.1	905.3	1309.2	1058.4	876.1	847.7	0.0	745.5	1025.5	945.0	1309.2
10	1377.5	1134.4	1057.0	1011.9	1094.4	952.7	0.0	711.5	1091.7	1223.9	1377.5
11	1061.6	1040.1	0.0	1454.7	967.3	877.5	0.0	0.0	1074.8	1007.6	1454.7

Puntos de muestreo

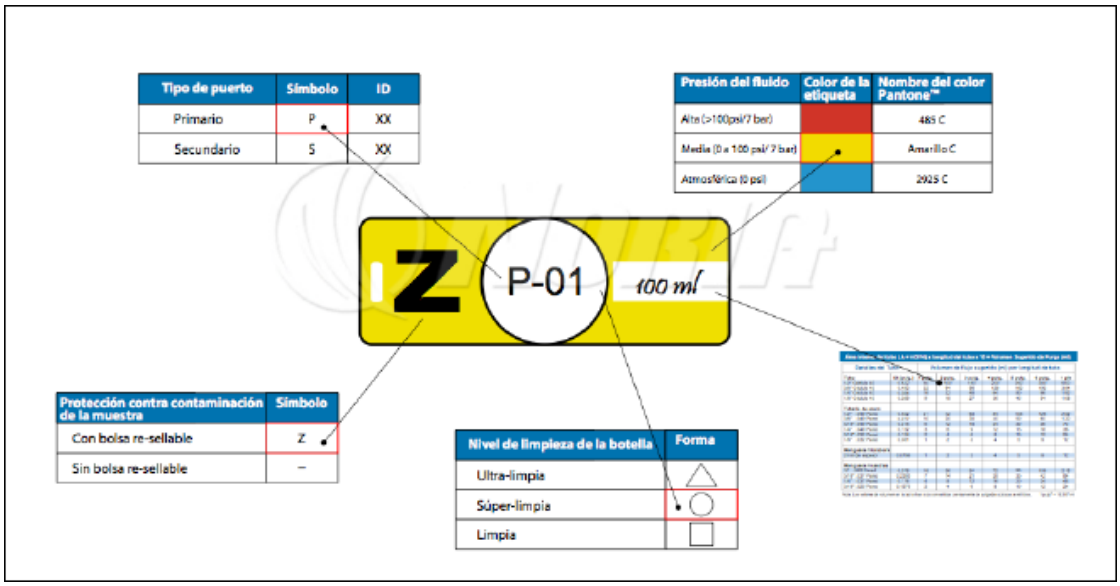
Para tener una mejor identificación de los puntos de muestreo de aceite se genera un Excel donde se muestra el punto de lubricación y frecuencia, ver figura 40.

Figura 40.Puntos de muestreo



Para la fácil identificación de implementa un indicador de puntos, donde contiene información de la cantidad, frecuencia y tipo de muestra como se muestra en la siguiente figura 41

Figura 41.Etiqueta de punto de muestreo



Fuente Diplomado: Análisis De Lubricante Nivel I. Pilares Del Programa, Clase 18 Ubicación y Tipos de Puertos de Muestra. Noria Corporación México, 2013

Teniendo identificados los puntos de lubricación y la frecuencia de toma de muestra se genera un estándar para realizar dicha tarea el cual contempla las etapas el cómo los puntos clave y los cuidados que se deben tener, como se ven la figura 42, este documento se subió en la plataforma ISOLUCION software de gestión de calidad.

Procedimientos de lubricación

Para tener un procedimiento de la realización de las tareas de lubricación se generan estándares contemplando las etapas, el cómo realizar, los puntos clave y los cuidados que se deben tener, como se ven la figura 43, este documento se subió en la plataforma ISOLUCION software de gestión de calidad.

Tareas de lubricación

Para llevar un control de la realización de las actividades de lubricación de los equipos se procede a generar ordenes con base a la frecuencia y los pasos a realizar, actualmente la empresa cuenta con programa SAP, donde el sistema va a liberar la orden dependiente la frecuencia establecida, los lubricadores después de

realizar la tarea la notifican y realizan cierre técnico, si se presenta una anomalía como cambio de aceite, filtros, etc. se genera un FOLLOW-UP, esta es una orden derivada de la orden ejecutada por el programa.

Para subir las actividades de lubricación a el programa SAP, se recopila la información de las cartas de lubricación y se pasa a un formato, ver figura 45.

Este formato contiene nombre de la orden, centro planificado (código de planta), puesto de trabajo (Rol de la persona a cargo), operación (actividad a realizar), texto extendido (descripción de la actividad), tiempo de duración, número de personas.

Notificación

Realizada la orden de mantenimiento se debe notificar para esto realizar los siguientes pasos.

Figura 42. Estándar "Toma de muestra de aceites"

GERDAU DIACO	TOMA DE MUESTRA DE ACEITES	CÓDIGO: DTU-MTO-ERU-130 VERSIÓN: 1 FECHA: [Pendiente]

ETAPAS	COMO	PUNTOS - CLAVE	CUIDADOS (SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE, CALIDAD, COSTO, ENTREGA)
1.ALISTAMIENTO DE EQUIPOS 	Alistar envase para muestra de aceite, manguera, bomba de vacío. Realización condiciones en enfermería. Diligencia Permiso de trabajo. Realizar pre uso de equipo de trabajo en alturas (Arnés, eslinga en Y y en posicionamiento)	Garantizar que los equipos se encuentren en condiciones óptimas de trabajo (Envases limpios y cerrados y Manguera nueva para cada muestra).	Realizar inspección de los EPP´S. Inspeccionar que los equipos y herramientas se encuentren en buen estado para su utilización.
2. DESPLAZAMIENTO AL AREA DE TRABAJO. 	Transitar por vías autorizadas dentro de la planta. Siempre estar alerta a las señales de tránsito dentro de la planta. Observar ambos sentidos antes de cruzar a otro curso.	Utilizar las vías peatonales y verificar que estén libres de obstáculos. Atender las señales sonoras de los vehículos de carga. En ningún momento puede correr y debe prestar atención a señales de tránsito e información del sitio donde se realiza el trabajo.	Utilizar las zonas peatonales demarcadas. Utilizar la protección personal en todo momento. Identificar obstáculos existentes en las vías peatonales, pasarelas, plataformas, verificar que todas las pasarelas y pasamanos estén en buen estado. Mantenerse alejado de cargas en suspensión. Actuar de forma preventiva controlando los riesgos, reportar condiciones inseguras para minimizar el riesgo de accidentes.

Figura 43.Estandar "Lubricación motores Tren 2"

GERDAU DIACO	LUBRICACIÓN MOTORES TREN CONTINUO 2	CÓDIGO: DTU-MTO-ERU-115 VERSIÓN: 1 FECHA: 8/Sep/2021

ETAPAS	COMO	PUNTOS - CLAVE	CUIDADOS (SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE, CALIDAD, COSTO, ENTREGA)
1. ALISTAR HERRAMIENTAS, Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD.	Utilizar los EPP'S Llenar pistola engrasadora neumática con grasa compleja de litio	Transvasar la grasa lubricante, utilizando la paleta para evitar derrames y contaminación.	Realizar inspección de los EPP´S. Llenar depósito maquina engrasadora observando no sobrepasar su nivel para evitar rebosamientos, disponer de ficha técnica del lubricante. Inspeccionar que los equipos y herramientas se encuentren en buen estado para su utilización. Verificar rotulado de bidones, canecas, contenedores con pictogramas de SGA, Sistema Globalmente Armonizado Utilizar Guante de Nitrilo Verde Solvex 37-185 para evitar contacto directo con la piel.
2. DESPLAZAMIENTO AL SITIO DE TRABAJO.	Transitar por vías autorizadas dentro de la planta. Siempre estar alerta a las señales de tránsito dentro de la planta. Observar ambos sentidos antes de cruzar a otro curso.	En ningún momento puede correr y debe prestar atención a señales de tránsito e información del sitio donde se realiza el trabajo.	Utilizar las zonas peatonales demarcadas. Utilizar la protección personal en todo momento. Identificar obstáculos existentes en las vías peatonales, pasarelas, plataformas, verificar que todas las pasarelas y pasamanos estén en buen estado. Actuar de forma preventiva controlando los riesgos, reportar condiciones inseguras para minimizar el riesgo de accidentes.
3. COORDINACIÓN Y UBICACIÓN DE MOTORES TREN CONTINUO 3.	Coordinar con el mecánico de turno el ingreso a los motores del tren continuo 3	En ningún momento puede correr y debe prestar atención a señales de tránsito e información del sitio donde se realiza el trabajo.	Utilizar la protección personal en todo momento. Actuar de forma preventiva controlando los riesgos, reportar condiciones inseguras para minimizar el riesgo de accidentes.

1. Ingresar a la transacción iw41

Figura 44.Interfaz SAP

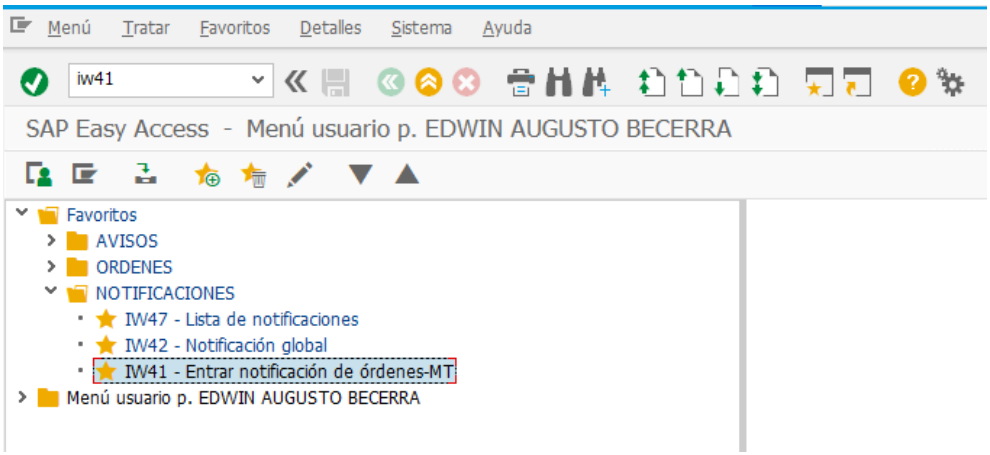
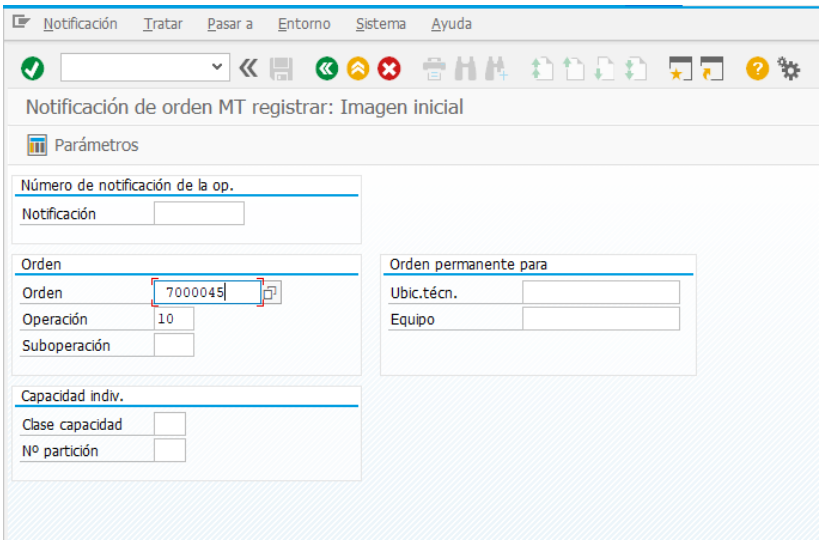


Figura 45. Formato para subir rondas de lubricación a SAP

		ESTRATEGIA DE LUBRICACIÓN UTILIDADES TREN 2															
		NOMBRE	CENT PLANIF	P. TRAB.	UTILIZAC.	GRUP.PLANIF.	STATUS HR	EST. INSTAL	ESTRATEG. MNTO	OPERACIÓN	TEXTO EXPANDIDO (descripción op)	UNIDAD	No	DUR	UND	Cv.C	FRECUENCIA
1001-LA1-TDES	1	LUBRICACIÓN DESBASTE T2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR AMPUESA, RODILLO DESHORNADOR	LUBRICAR AMPUESAS DESBASTE , LUBRICAR RODILLOS DESHORNADORES , LUBRICAR TRANSMICION DESBASTE Y LUBRICAR VOLCADORES	H	1	3	H	2	8D
	2	LUBRICACIÓN TREN CONTINUO 2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR AMPUESA, BUCLEADORES …	LUBRICAR AMPUESA CAJA 2-11 , LUBRICAR BUCLEADORES , LUBRICAR ARRASTRADORES, LUBRICAR ACOPLES RAPIDOS	H	1	1	H	2	3D
	3	LUBRICACIÓN MESA FIJA Y RODILLOS DE PROLONGACIÓN T2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR CHUMACERAS, CADENAS, RODILLOS	LUBRICAR CHUMACERAS, LUBRICAR RODAMIENTOS RODILLOS DE PROLONGACIÓN, LUBRICAR CADENA	H	1	1	H	2	2M
	4	LUBRICACIÓN MESA BASCULANTE Y RODILLOS DE PROLONGACIÓN T2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR CHUMACERAS, CADENAS, RODILLOS	LUBRICAR CHUMACERAS, LUBRICAR RODAMIENTOS RODILLOS DE PROLONGACIÓN, LUBRICAR CADENA	H	1	1	H	2	2M
	5	LUBRICACIÓN MESA DE ENFRIAMIENTO PARTE1 T2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR GALOPANTE, IGUALADORES, EVACUADOR	LUBRICAR SIST. EVACUADORES (PASADORES) , LUBRICAR SIST. GALOPATE (LUBRICAR PATINES, LUBRICAR CHUMACERAS EJE , LUBRICAR ACOPLES Y REVISAR Y/O ADICIONAR ACEITE A REDUCTORES) Y LUBRICAR SIST. IGULADORES(LUBRICAR CHUMACERAS Y LUBRICAR CADENAS).	H	2	6	H	2	3M
	6	LUBRICACIÓN MESA DE ENFRIAMIENTO PARTE 2 T2	1000	UT1-LU	4	ZUT	4	6	ZA	LUBRICAR BARAJADOR Y CAMINO RODILLO	LUBRICAR SIST. BARAJADOR (LUBRICAR CHUMACERA EJE, LUBRICAR ACOPLES, LUBRICAR CHUMACERAS EXCENTRICAS Y REVISAR Y/O ADICIONAR ACEITE A REDUCTORES) LUBRICAR CAMINO DE RODILLOS MESA (LUBRICAR CHUMACERA Y LUBRICAR CADENA)	H	2	6	H	2	3M

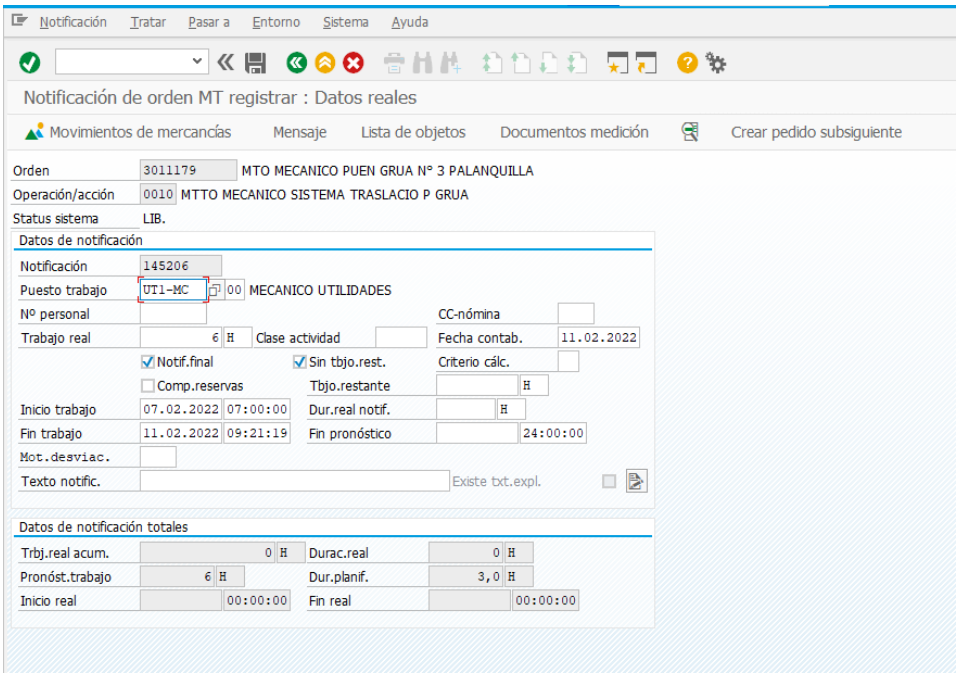
2. Ingresar el número de la orden

Figura 46.Interfaz Notificación SAP



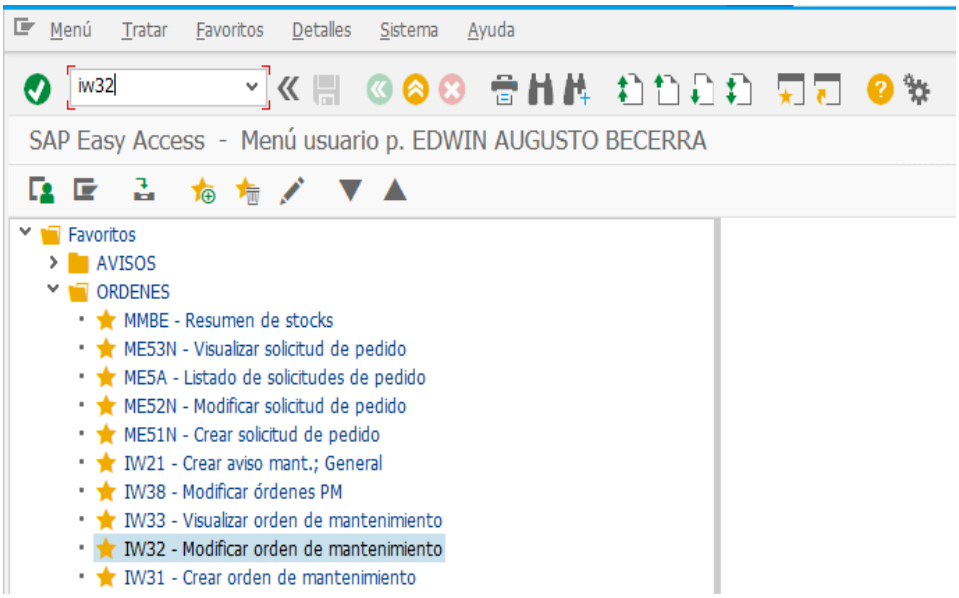
3. Ingresar fecha, duración y descripción de la tarea realizada

Figura 47.Interfaz 2 Notificación SAP



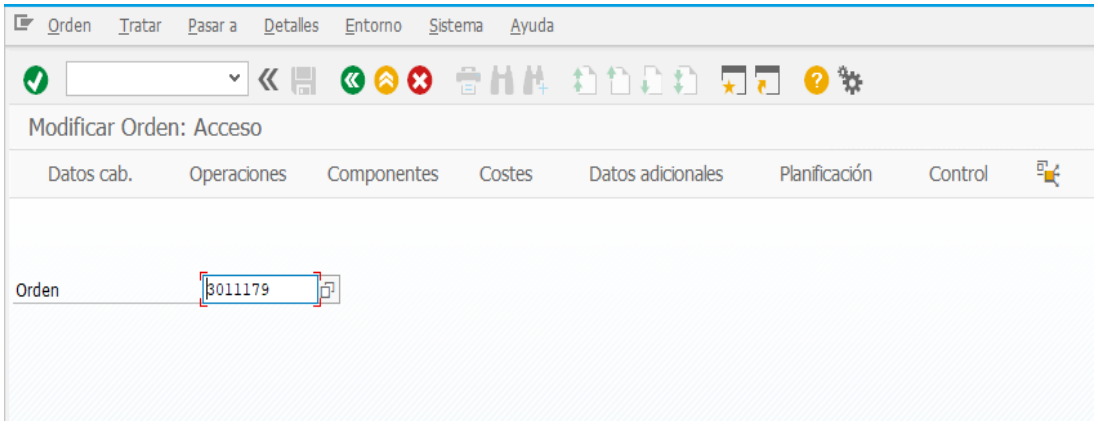
4. Se da guardar.
5. Ingresar a la transacción iw32

Figura 48.Interfaz principal SAP



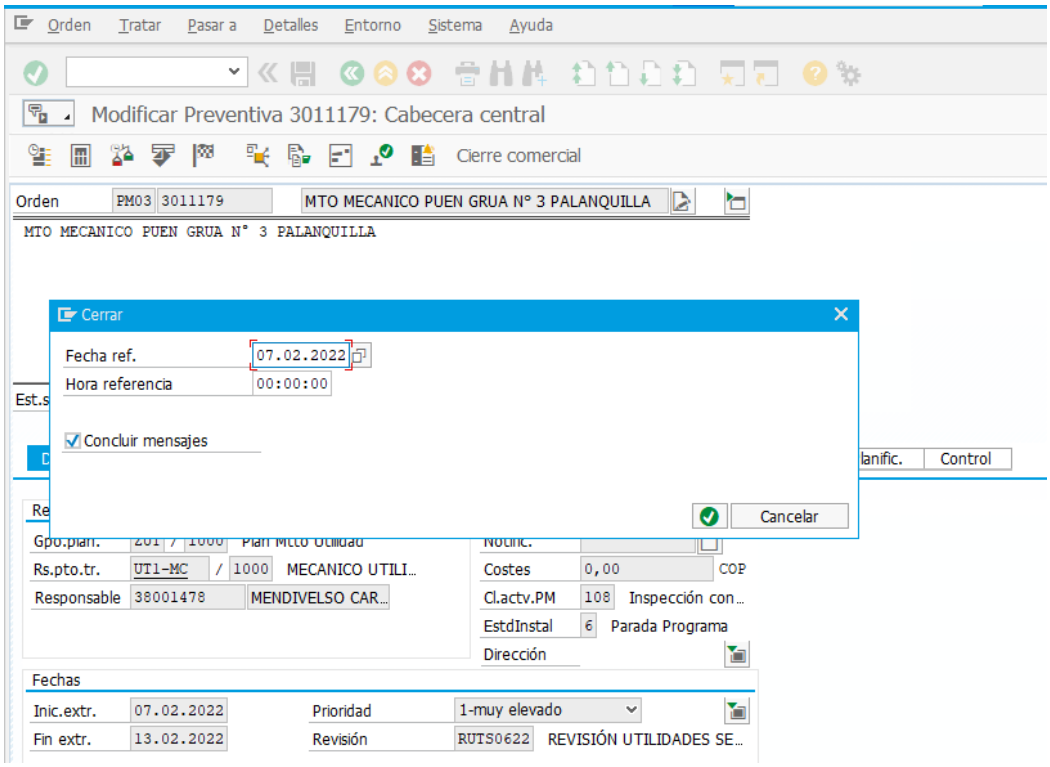
6. Ingresar el número de la orden

Figura 49.Interfaz Ordenes SAP



7. Realizar cierre técnico

Figura 50.Interfaz Cierre técnico SAP

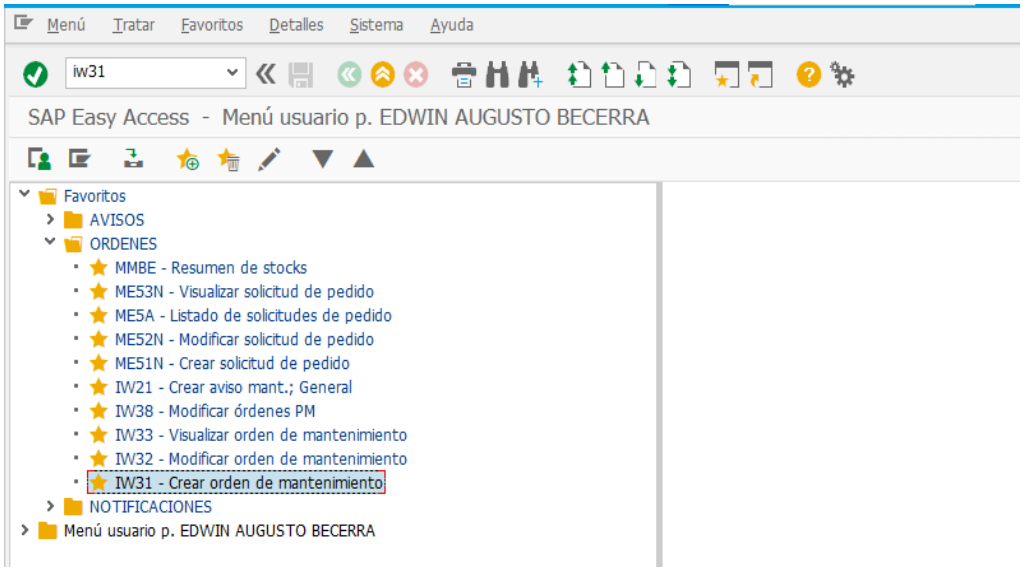


Ordenes FOLLOW-UP

Realizada la orden y surge actividades fuera de esta, se procede a genera ordenes follow-up para esto realizar los siguientes pasos.

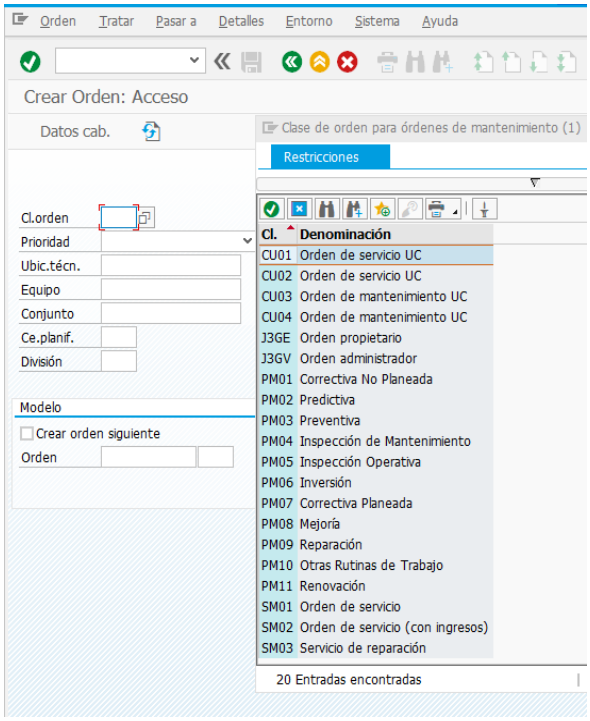
1. Ingresar a la transacción iw31

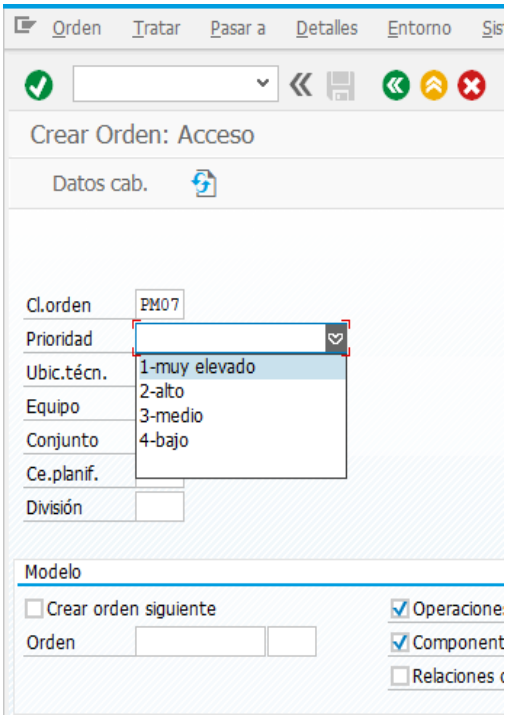
Figura 51.Interfaz principal SAP



2. Seleccionar el tipo de orden y prioridad

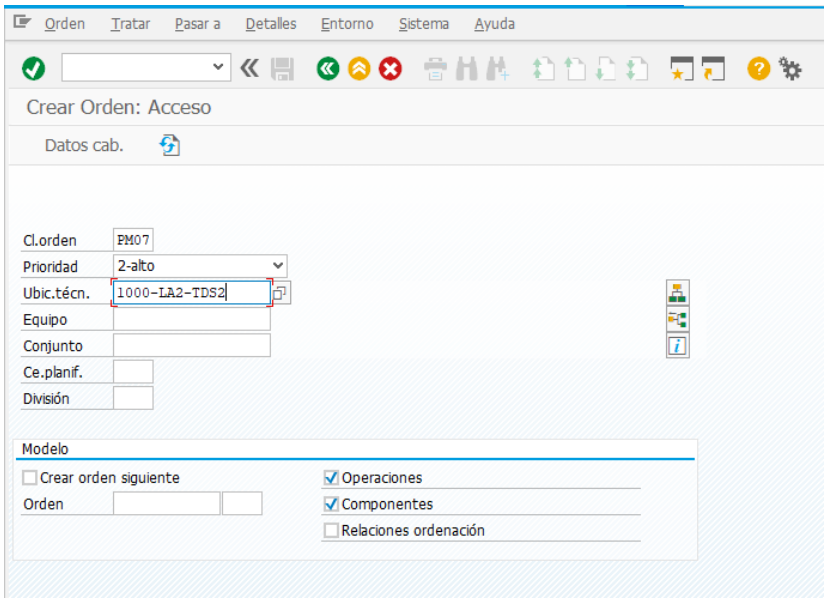
Figura 52.Tipos de orden y Prioridad de SAP





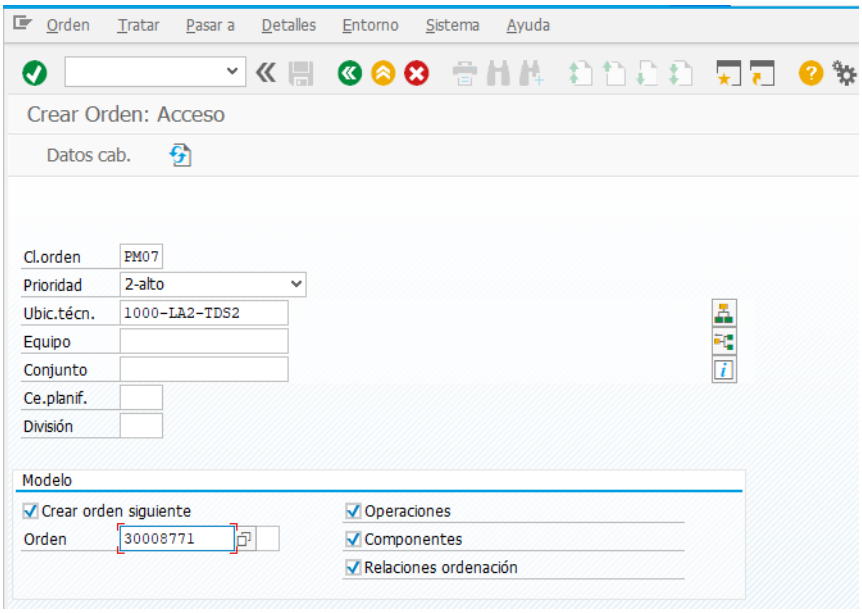
3. Seleccionar la ubicación técnica del equipo (TAG) a intervenir

Figura 53. Ubicación técnica de SAP



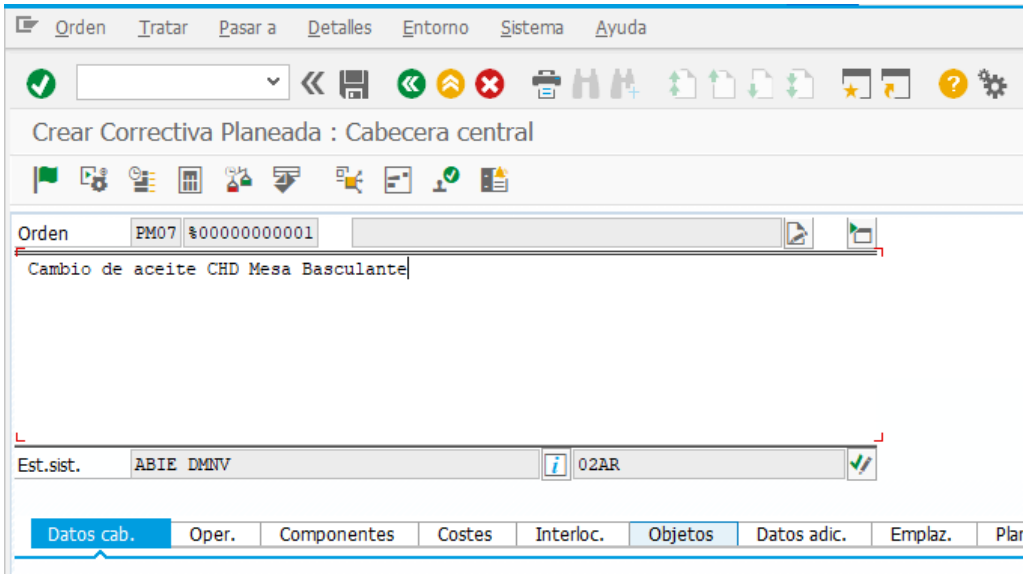
8. Tildar la opción “Crear orden de mantenimiento” e ingresar el número de la orden

Figura 54. Crear orden siguiente SAP



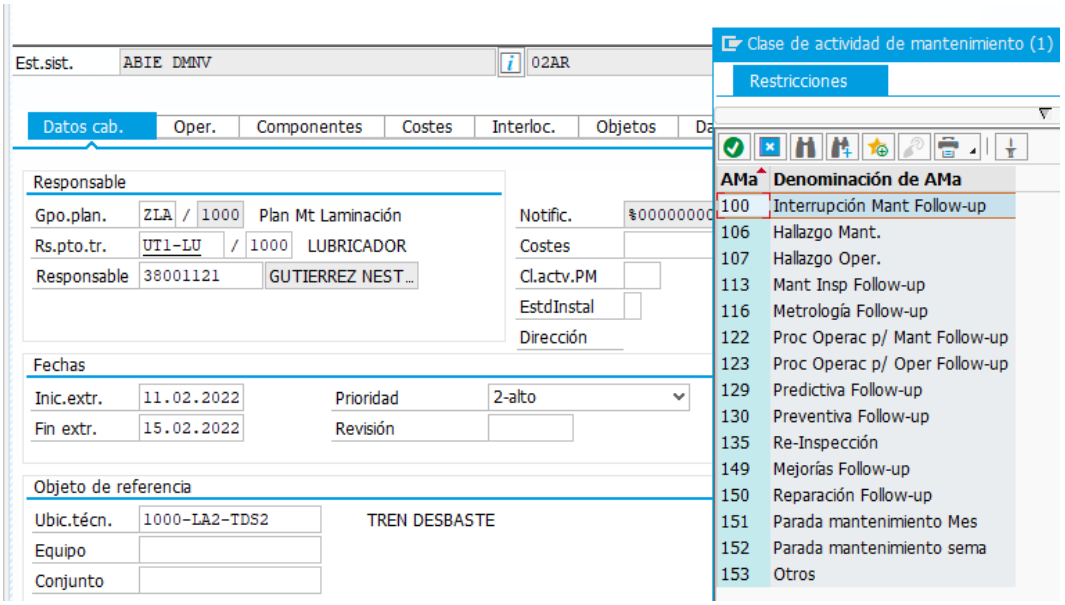
4. Llenar el encabezado con una descripción de la actividad a realiza.

Figura 55.Interfaz orden siguiente de SAP



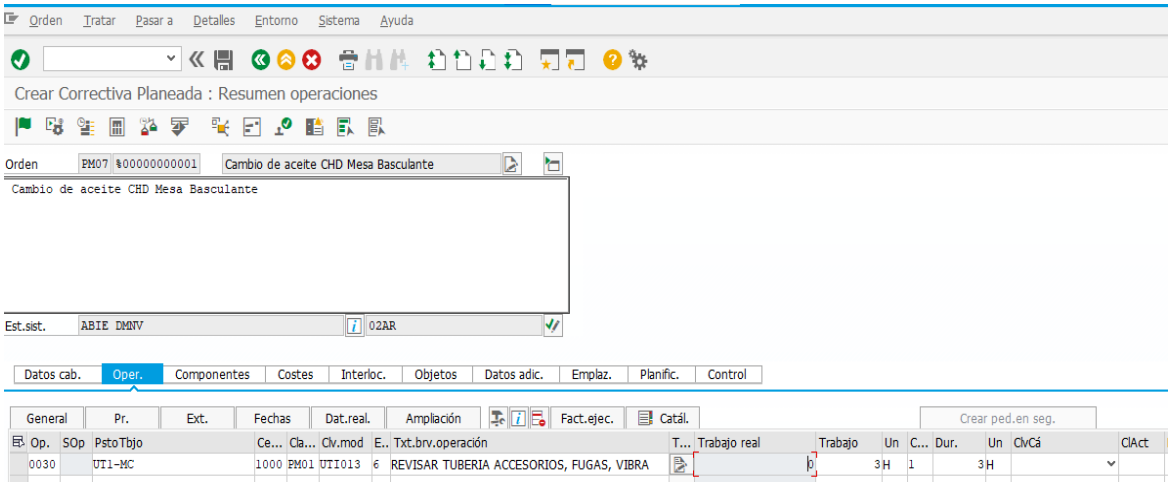
5. Llenar los datos de la persona que encontró la anomalía

Figura 56. Tipo de anomalías de SAP



6. Seleccionar la casilla operaciones y digitar la actividad a realizar, tiempo y número de personas necesaria para realizarla.
7. Guardar

Figura 57.Interfaz operaciones de SAP

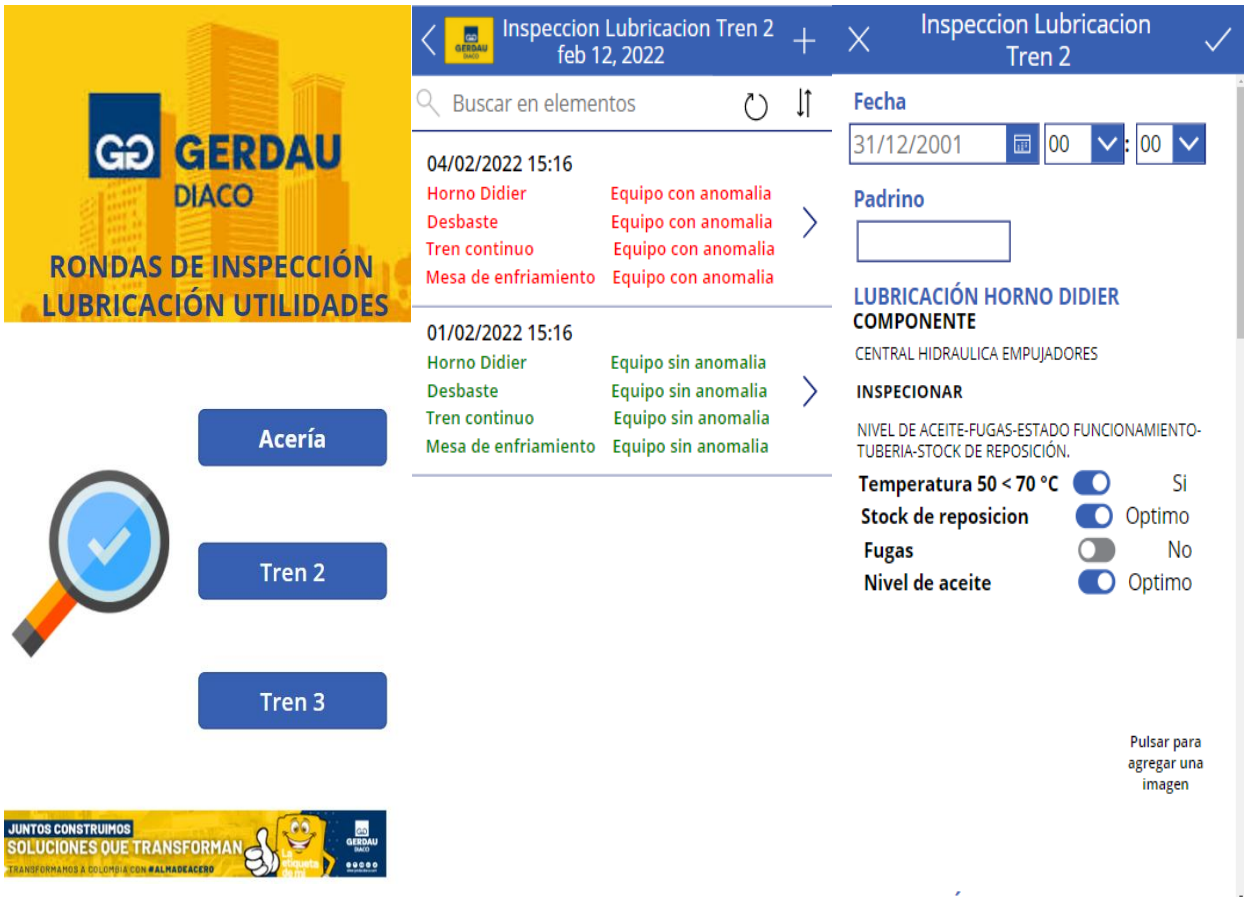


8. Realizada la orden se vuelve a notificar y realizar cierre técnico.

Rondas de inspección de lubricación

Con el fin de facilitar las rondas de inspección y tener un reporte en tiempo real del reporte de las rondas, se crea una App en la plataforma Power Apps dominio de office 365,ver figura 58, en la cual con la ayuda de celulares Caterpilar que se utilizan para realizar medición de temperatura, se puede tomo una foto y según el estado diligencia el formato, si se presenta algún anomalía se habilita un botón donde envía un mensaje al planeador y facilitador del área para tenerlo informado de la anomalía presentada.

Figura 58.App para inspección de sistemas de lubricación



Consumo de lubricantes

Para tener un control del consumo y llevar una trazabilidad del consumo de lubricantes por equipo se estable un Excel donde se divide en una parte de notificación de consumo, ver figura 59 y en otro en de dashboard donde por medio de graficas se puede analizar a cada componente, tipo lubricante por mes o año ver figura 60 y 61.

Figura 59.Notificación de consumo de lubricantes

GERDAU DIACO

CONSUMO LUBRICANTES 2021

USUARIO	AÑO	MES	DIA	AREA	EQUIPO	COMPONENTE	LUBRICANTE	GALONES
NEG	2021	1	10	TREN 2	CONTINUO	CENTRAL HIDRÁULICA MOVIMIENTO DE CAJAS T-2	ISO 46	55gal
NEG	2021	1	22	TREN 2	CONTINUO	CENTRAL HIDRÁULICA MESA FIJA T-2	ISO 46	30 Gal
NEG	2021	1	22	TREN 2	CONTINUO	CENTRAL HIDRÁULICA MOVIMIENTO DE CAJAS T-2	ISO 46	25 gal
	2021	1	28	TREN 2	CONTINUO	REDUCTOR CAJA 2 Y 3	ISO 220	10 Gal
	2021	1	28	TREN 2	DESBASTE	CENTRAL HIRAULICA CAMINO DE RODILLOS MESA BASCULANTE T-2	ISO 46	55 Gal
	2021	2	9	TREN 2	CONTINUO	CENTRAL HIDRÁULICA MOVIMIENTO DE CAJAS T-2	ISO 46	55GL
	2021	2	11	TREN 2	CONTINUO	REDUCTOR CAJAS 8-9 T-2	ISO 220	55 GL
	2021	2	5	TREN 2	CONTINUO	REDUCTOR CIZALLA 2 T-2	ISO 320	55 Gal
	2021	2	18	TREN 2	DESBASTE	CENTRAL HIDRAUALICA MESA BASCULANTE T-2	ISO 46	110 Gal
	2021	2	26	TREN 2	MESA ENFRIAMIENTO	CENTRAL HIDRÁULICA RIPADOR T-2	ISO 46	20 Gal
	2021	2	22	TREN 2	DESBASTE	CENTRAL HIRAULICA CAMINO DE RODILLOS MESA BASCULANTE T-2	ISO 46	55 Gal
	2021	3	1	TREN 2	DESBASTE	CENTRAL HIDRÁULICA RODILLOS MESA BASCULANTE T-3	ISO 46	55 Gal
JCS	2021	3	2	TREN 2	CONTINUO	REDUCTOR CAJA N°10 T-3	ISO 220	5 Gal
JCS	2021	3	2	TREN 2	CONTINUO	CAJA PIÑONES VERTICAL N°5 T-3	ISO 220	10 Gal
	2021	3	3	TREN 2	CONTINUO	CAJA PIÑONES VERTICAL N°5 T-3	ISO 220	10 Gal
	2021	3	5	TREN 2	CONTINUO	CAJA PIÑONES VERTICAL N°5 T-3	ISO 220	12 Gal
	2021	3	7	TREN 2	CONTINUO	REDUCTOR CAJA N°6 T-3	ISO 220	45 Gal

Figura 60. Dashboard consumo de lubricantes

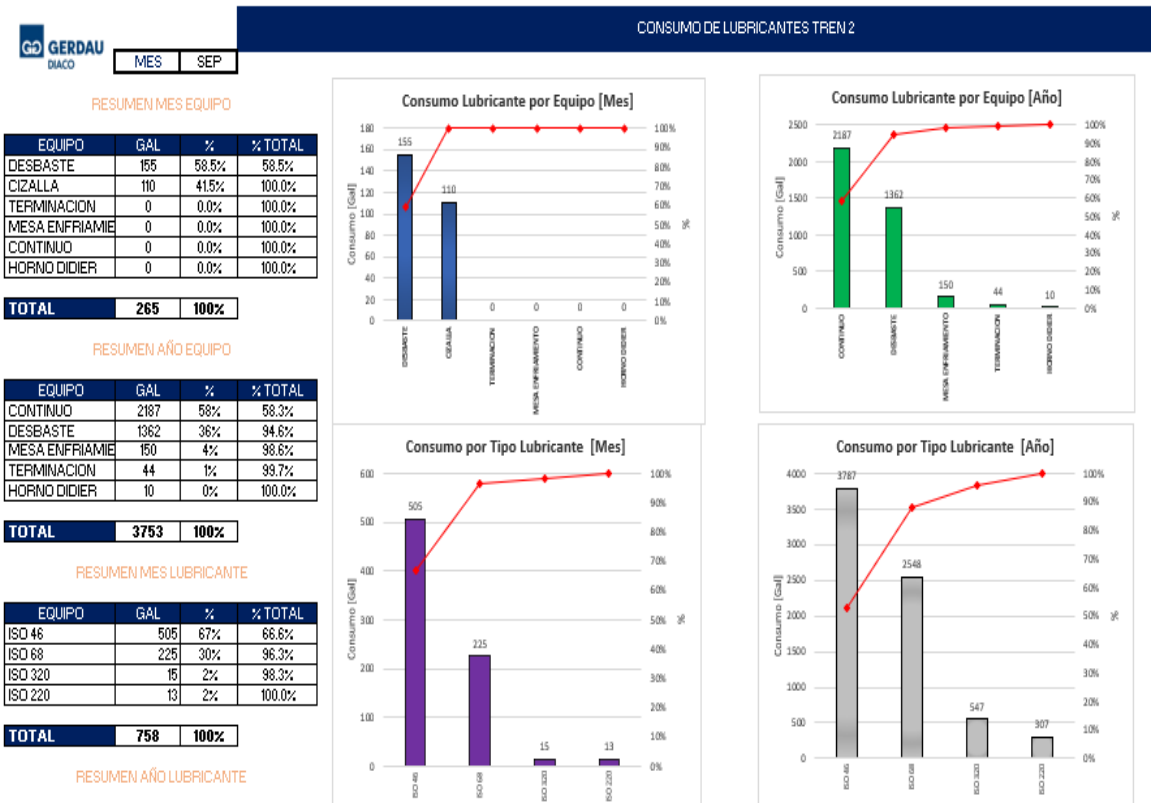
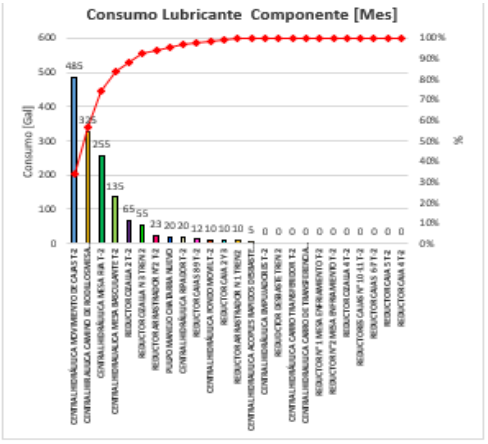
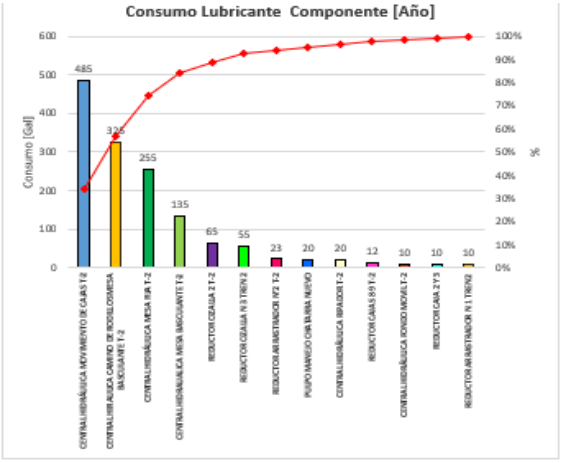


Figura 61.Consumo de lubricantes de componente por mes y año





Fichas de seguridad

Aunque los lubricantes no son considerados como materiales peligrosos, se deben prevenir posibles daños que puedan ocurrir para esto es importante contar con ficha seguridad y hoja técnica donde se utilicen los lubricantes, para esto se implementa un acrílico con el nombre de lubricante y dos bolsillos donde se encuentran hoja de seguridad y ficha de seguridad, ver figura 62.

Figura 62. Tablero con hoja técnica y hoja de seguridad

Sistema LIS

Se utilizo un sistema de identificación de lubricantes (LIS), que ya contaba la planta, consiste en la implementación de un código alfanumérico, con identificación de colores, dependiendo del grado de viscosidad que le corresponda a cada lubricante, también tiene un sistema de Código QR en donde se puede escanear el código y aparecerá la información del lubricante.

Este sistema ayuda a mejorar considerablemente a que no se contamine los lubricantes ya que cada uno tiene sus propiedades muy específicas y si al momento que se le adicione otro este perderá su composición original, esto ocurría porque los contenedores, maquinas engrasadoras y bidones de aceite o de grasa no estaban identificados, también se implementó en las centrales hidráulicas. En las Figuras se puede ver como es el sistema de identificación de un aceite, con sus respectivas partes.

Control de contaminantes

El control de contaminantes se debe presente desde la recepción y almacenamiento de lubricantes, para esto se sugirieron alternativas para controlarlo

Secadores de humedad

Los secadores son encargados de retiran la humedad y evitan que la humedad ingrese a los lubricantes, una causa de raíz del daño prematuro al aceite y de la aceleración del desgaste de los componentes, estos secadores pueden variar según la exposición que este esto, en la tabla 16 tiene los diferentes tipos de secadores que se pueden ser utilizada según la exposición.

Donde

FC Filtro roscable con cartucho cerrado.
DF Respiradores desechable.
IA Salida de aire.
HD Secadores de espacio superior (deshumidificador)

EC Cámara de expansión, membrana, etc.

N/A No se aplica

Tabla 20.Secadores según la exposición

APLICACIÓN EN ALMACENAMIENTO DE LUBRICANTES O MAQUINAS	CHORROS DE AGUA O LLUVIAS	AIRE HÚMEDO O VAPOR	AIRE SECO
Pequeños depósitos húmedos	EC IA	DF EC	EC IA
Grandes sistemas de aceite circulante	IA HD	IA HD	FC EC
Depósito de hidráulicos móviles	EC FC	DF EC FC	FC EC
Equipos fijos	N/A	DF HD	FC
Depósitos sin ventilación con sellos de laberinto	HD IA	HD IA	FC
Equipos en operación continua (> 54.4°c)	EC IA FC	EC IA FC	EC FC IA
Depósito de almacenamiento en granel	HD IA	HD IA	FC
Tambores para despacho	N/A	DF	FC

Fuente Manual de excelencia de lubricación Gerdau

Filtración Magnética

El filtro magnético, tiene como objetivo separar las partículas metálicas que se encuentren en el aceite por medio de un imán, generando un campo magnético, que atraiga al compuesto ferroso dejando solamente al material no ferroso.

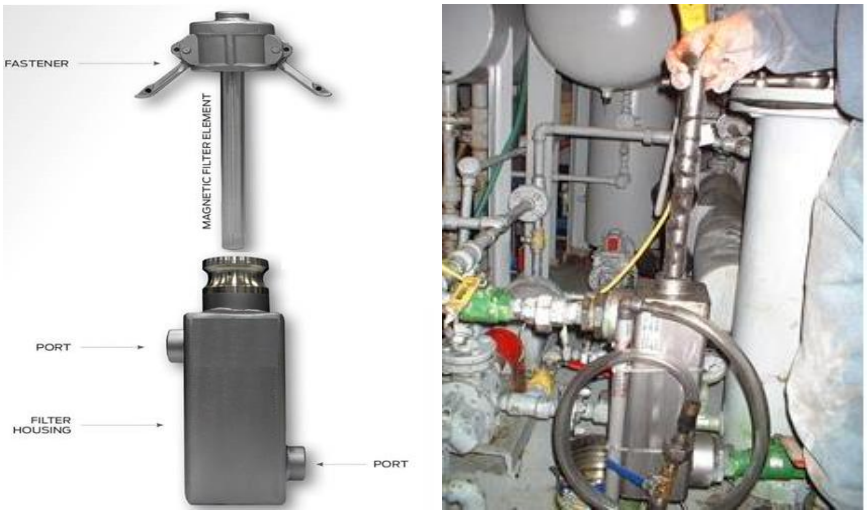
Para este tipo filtración se puede utilizar dos:

Filtro para reductores consta con una barra magnético que va colocado en la línea de recirculación del aceite el difusor hace que todo el aceite entre en contacto con

la barra magnética y capturar ese desgaste ferroso presente en el sistema, ver Figura 63

Filtro para centrales hidráulica esto son diseñados para filtros de cartucho, este filtro son imanes de espesor para capturar las pequeñas partículas que causan el desgaste que pasan a través del medio filtrante, ver Figura 64.

Figura 63.Filtro magnético para reductores



Fuente Catalogo FilterMag 2021 [en Línea], España, 2016. [Fecha de consulta: 7 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.filtermagindustrial.com/

Figura 64 Estado de Filtro magnético

7.6 KPI´s

7.6.1 Cumplimiento de trabajos planificados

$$\%\ CTP = \frac{ORDENES\ EJECUTADAS}{ORDENES\ PLANEADAS}$$

Tener un cumplimiento por encima del 90%

7.6.2 Consumo de lubricantes por componente

Establecer una meta con el promedio de consumo del consumo de lubricantes para cada componente

7.6.3 Porcentaje de equipos en estado normal en análisis de aceite

$$\%\ EA = \frac{EQUIPOS\ ESTADO\ NORMAL}{TOTAL\ DE\ EQUIPOS}$$

Tener un porcentaje del 90 %

7.6.4 Índice de fuga de fluido hidráulico

$$HIS = \frac{LUBRICANTES\ USADOS\ ENVIADOS\ A\ DISPOSICION}{CONSUMO\ AÑUAL\ DE\ LUBRICANTES}$$

Establecer una meta de 1:1 en HIS

Si se tiene un promedio 3:1 generar rondas para verificar fugas.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó que el 26 % de los equipos se encuentra en criticidad alta, el 63% en estado Medianamente Crítico y el 11% en criticidad baja.
- Como resultado del estado actual del plan de lubricación se encontraron aspectos muy determinantes que afectaban su óptimo funcionamiento, como lo fue la falta de documentación escrita de los procedimientos de tareas de lubricación, fichas técnicas de los equipos, puntos de lubricación de los equipos, falta de equipos para prevenir contaminantes.
- La creación de procedimientos de lubricación ayudo al proceso, contando los operarios con una información detallada que cada tarea que se realice, la creación del formato de consumo de lubricantes sirve como soporte para realizar informes o reportes.
- Con la codificación de los equipos mejoro el sistema de ubicación de cada uno de ellos al momento de realizar un mantenimiento, ubicando el equipo de manera rápida y oportuna, esta codificación se subió al software SAP.
- Con la implementación de filtros magnéticos en las centrales hidráulicas se redujo las fallas en el servo válvula por taponamiento y se alargó la vida de aceite, quedo pendiente implementar la barra magnética en los reductores.
- Con la implementación de la App de inspecciones de lubricación para el reporte de anomalías en los principales sistemas de lubricación se redujo los tiempos de respuesta para la atención de esta.
- Los conocimientos adquiridos en la electiva de tribología fueron necesarios para la mejora de los procesos de lubricación y la creación de sistemas de identificación de lubricantes.
- Como conclusión general se eliminan las confusiones y errores en la aplicación de los lubricantes, además se mejora el control y se aumenta la eficiencia del proceso de lubricación.

9. SUGERENCIAS

- Se recomienda poner en práctica todos los formatos realizados, para apuntar a una lubricación de calidad y contribuir al buen funcionamiento de todos los equipos del tren 2 de laminación.
- Cuanto se presente una modificación en el proceso de lubricación, realizar la modificación en los formatos o la documentación, con el fin de que estén actualizados, y así poder mejorar el Plan de Lubricación.
- Las auditorias debe realizarse periódicamente y debe verse como una herramienta que ayude a descubrir las fortalezas y debilidades de cada proceso, con una filosofía de buscar siempre la mejora continua y establecer metas, nuevas metas a alcanzar. El diagnóstico no debe verse como una amenaza para las personas involucradas o responsables del proceso de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN AGUILLÓN, Pedro. Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. 4a. ed., Vol. TOMO I. Medellín, Colombia. 2006

BARONA GARZA, Carlos. Lubricación industrial. [en Línea]. Ponencia. Monterrey Asociación Mexicana De Ingenieros Mecánicos Y Electricistas A.C, 1967 [Consultado 20 septiembre 2021]. Disponible en: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082573/1020082573.PDF

Cálculo de la cantidad de grasa y de la frecuencia de re-engrase [en Línea], Noria Corporation México, 2015. [Fecha de consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/calculo-de-la-cantidad-de-grasa-y-de-la-frecuencia-de-re-engrase/

CALLEJAS, Diego, Diseño de rutinas y cartas de Lubricación para los Centros de Mecanizado CNC de la compañía General de Aceros s.a. sucursal av. 68. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero mecánico, Bogotá, Fundación Universitario los Libertadores, 2015. Consultado 10 septiembre 2021]. Disponible en: https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/478/CallejasJimenezDiegoSebastian.pdf?sequence=2&isAllowed=

CASTRO CASTAÑO, Santiago, Implementación de un Programa de Lubricación en una Empresa de Refrigeración en el Proceso de Metales. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero mecánico, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2018. [Consultado 10 septiembre 2021]. Disponible en https://core.ac.uk/download/pdf/159377823.pdf

CELA, Andagoya y ROMMEL, Fernando. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) del Autotransformador de Pomasqui. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero eléctrico en la especialización de sistemas electicos de potencia, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2005. [Consultado 20 septiembre 2021]. Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6205/1/T2430.pdf

Clasificación de los diferentes tipos de aceites básicos según la API[en línea] [Consultado 15 noviembre de 2021] Disponible en internet: https://blog.interlub.com/es/blog/6-tipos-lubricantes-industriales-basicos/

Fan Lubrication [en línea]. Malasia: KDK Fans, 2007. [Consultado 15 de junio, 2021]. Disponible en Internet: http://www.kdk.co

FARÍAS, juan. Selección de lubricantes a usarse en máquinas y equipos. Ecuador,2008

Formulación-y-ejemplos-de-indicadores2021 [en Línea], España, 2016. [Consultado: 7 diciembre 2021]. Disponible en:http://redlab.liderseducativos.cl/wpcontent/uploads/2019/06/Formulaci%C3%B3n-y-ejemplos-de-indicadores.pdf

Generalidades Gerdau Diaco [en Línea] Colombia, 2019 [Consultado 10 octubre 2021] Disponible en https://www.gerdaudiaco.com/sobre-gerdau/

HERNÁNDEZ GÓMEZ, William Vinicio, Elaboración del Plan de Lubricación de los Equipos Estacionarios y Especificación Técnica de los Lubricantes de los Vehículos Livianos del Plantel el Alto, RECOPE SA. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero En Mantenimiento Industria, Cartago, Instituto Tecnológico De Costa Rica, 2015. [Consultado 25 septiembre 2021]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6118

Cómo medir el éxito del programa de lubricación, [en línea], México 2014 [Fecha de consulta 15 de noviembre 2021] disponible en https://noria.mx/lublearn/como-medir-el-exito-del-programa-de-lubricacion/

LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en Línea], Noria Corporation México, 2013. [Fecha de consulta: 5 diciembre 2021]. Disponible en: https://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes/

PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos. en: técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. vol. 5. Sevilla, 2.012. p. 25.

SÁNCHEZ SACSARA, Amador Antonio y MONTES ALVA, Marcos Propuesta de Mejora Continua en la Gestión del servicio de Lubricación de una Empresa de Mantenimiento y Suministros para Aumentar su Rentabilidad. [en Línea]. Trabajo de grado Ingeniero industrial, Perú Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015. [Consultado 25 septiembre 2021]. Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6205

Seis claves para implementar un programa de lubricación centrado en confiabilidad. 28 ago. 2017, [en línea] Disponible en:https://noria.mx/lublearn/seis-claves-para-implementar-un-programa-delubricacion-centrado-en-confiabilidad/.

SUÁREZ, D., ESPINOZA, H., COLLADO, M., y RODRÍGUEZ, E. Metodología de Clasificación de Equipos según su Criticidad Utilizando los Criterios del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Información Tecnológica, México 2003. p 149.

Types of Lubrication [en línea]. E.E.U.U.: All Synthetic Group, 2007. [consultado 18 junio de 2021]. Disponible en Internet: http://www. Allsynthetics.group.com

Diseño de un Programa de Excelencia en Lubricación - Reliabilityweb. [en línea] Disponible en:https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/diseno-de-unprograma-de-excelencia-en-lubricacion/.

Anexo A. Ficha técnica Rodillos Mesa Basculante

Ficha técnica con sus respectivos datos de operación, tipo de lubricante, método de lubricación, frecuencia y datos técnicos del equipo.

GERDAU DIACO

FICHA TECNICA RODILLOS MESA BASCULANTE.

TAG del Equipo	1000-LA2-DEBT-GMT03-MB1-CH01
Nombre del Equipo	Rodillos mesa Basculante.
Compañía	Gerdau - Diaco
Planta	Tuta
Área	Tren 2 de Laminación
Fecha de Registro	22 de Abril de 2013

Figura del Equipo.

EQUIPO MOTRIZ

DATOS TÉCNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Tipo de Equipo	Motor Electrico	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
Modelo	Brown Bovem.	Nombre de lubricante Actual .	Sellado
N° de Serie		Temperatura de Op. Del Equipo.	Carcaza < 65°C
RPM	1755	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Potencia (HP/KW)	60 Hp	Humedad.	Humedad < 80%
Rodamiento lado libre		Visor del Carter.	No
Rodamiento Lado Cople		Punto de Lubricación L. libre.	Sellado
Tiempo de Operación	Intermitente.	Punto de Lubricación L. Acople.	Sellado
Posición	Horizontal	Frecuencia de Lubric. (Horas).	Sellado
Carga	Elevada.	Cantidad del Lubricante a Utilizar.	0

RODAMIENTOS EQUIPO CONDUCIDO

Rodamiento	22217 Cant. 30	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
R.P.M.	250	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS (MOBIL)
Temp. De Operación rodamiento.	Carcaza < 65 °C	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Frecuencia de Lubricación (horas).	1000	Humedad.	Humedad < 80%
Cantidad de Lubricante. (grs).	11	Tiempo de operación.	Intermitente.
		Posición.	Horizontal.

TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Cadena / Correa	Cadena	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Aceite
Normativa Tipo	Tipo 1	Nombre de lubricante Actual .	BIOSHOVEL GEAR 0 (INTERLOB)
Metodo de Lubricación	Brocha / Aerosol.	Frecuencia de Lubric.	Semanal.

CONDICIONES ESPECIALES		EQUIPO MOTRIZ		EQUIPO CONDUCIDO	
Sistema de Lubricación Centralizado.		Lubr. Recomendada.		Lubri. Recomendada.	
Protección Contra la Huemedad.		Frec. Lubricación (hrs)		Frec. Lubricación (hrs)	
Resistencia al Agua.		Cantidad del Lubric.		Cantidad de Lubric.	
Funcionamiento Silencioso.					
Arranque y Parada Frecuentes.		Vibración EM (mm/s)			
Vibración muy elevada.		Env. Acelerac. EM (gE)			
Muy Baja Fricción.					
Grasa con muy larga duración.					
Compatible con alimentos.		Vibración EM (mm/s)			
Biodegradable		Env. Acelerac. EM (gE)			
Resistencia a la radiación.					
Se requiere de fricción constante.					

Irrelevante (1)	Importante (3)
Relevante (2)	Muy Importante (4)

Procedimientos de Engrase	

Anexo B. Ficha técnica Motor Reductor Caja 3

Ficha técnica con sus respectivos datos de operación, tipo de lubricante, método de lubricación, frecuencia y datos técnicos del equipo.

GERDAU DIACO

FICHA TECNICA MOTOR REDUCTOR CAJA 3.

TAG del Equipo	1000-LAB-CONT-C2B-RED3
Nombre del Equipo	Motor- Reductor caja 3
Compañía	Gerdau - Diaco
Planta	Tuta
Área	Tren 2 de Laminación
Fecha de Registro	22 de Abril de 2013

Figura del Equipo.

EQUIPO MOTRIZ			
DATOS TECNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Tipo de Equipo	Motor electrico	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
Modelo	CENEMES	Nombre de lubricante Actual .	ALTIS EM 2 (TOTAL)
N° de Serie	SKH-430UL	Temperatura de Op. Del equipo	Carcasa < 65°C
RPM	1450/1800	Contaminación.	Severo Polvo abrasivo
Potencia (hp/kw)	500 KW	Humedad.	Humedad < 80 %
Rodamiento lado libre	6322	Visor del Carter.	No
Rodamiento lado Cople	6317	Punto de Lubricación L. Libre.	Si
Tiempo de Operación	Permanente	Punto de Lubricación L. Acople	Si
Posición	Horizontal	Frec. Lubricación LL. (hrs)	5500
Carga	Media	Cantidad del Lubric.L.A. (horas)	24
		Frecuencia de Lubricación L.A (Horas)	5500
		Cantidad de Lubric. A Utilizar L.A.	15
EQUIPO CONDUCIDO			
Tipo de Equipo	Reductor	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Aceite
Modelo	FLENDER	Nombre de lubricante Actual .	CARTER EP 320 (TOTAL)
N° de Serie	D09320	Temperatura de Op. Del equipo	Carcasa < 65°C
RPM	118.61	Contaminación.	Severo Polvo abrasivo
Rodamiento 1		Humedad.	Humedad <80%
Rodamiento 2		Visor del Carter.	Si
Rodamiento 3		Punto de Lubricación 1.	Si
Rodamiento 4		Punto de Lubricación 2.	No
Tiempo de Operación	Permanente	Frec.Monitoreo (Condición y Nivel)	90 días
		Cantidad de Lubric. A Utilizar (gl)	25
Tipo de Equipo	Reductor	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Aceite
R.P.M.	96	Nombre de lubricante Actual .	CARTER EP 320 (TOTAL)
Tiempo de Operación	Permanente	Temperatura de Op. Del equipo	Carcasa < 65°C
Punto de Lubricación 1	Si	Contaminación.	Severo Polvo abrasivo
Punto de Lubricación 2	No	Humedad.	Humedad <80%
Frec. Monitoreo (Condición y Nivel)	90 Días	Visor del Carter.	Si
Cantidad del Lubricante (gl)	25		
TRANSMISIÓN DE POTENCIA			
Cadena / Correa	Transmisión Cardán.	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa
Normativa Tipo	No	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS (MOBIL)
m/seg	No	Frecuencia de Lubric. (Horas)	400
		Metodo de Lubricación	Engrasadora Neumatica.

CONDICIONES ESPECIALES		EQUIPO MOTRIZ		EQUIPO CONDUCIDO	
Sistema de Lubricación Centralizado.		Lubr. Recomendada.		Lubri. Recomendada.	
Protección Contra la Huemedad.		Frec. Lubricación (hrs)		Frec. Lubricación (hrs)	
Resistencia al Agua.		Cantidad del Lubric.		Cantidad de Lubric.	
Funcionamiento Silencioso.					
Arranque y Parada Frecuentes.		Vibración EM (mm/s)			
Vibración muy elevada.		Env. Acelerac. EM (gE)			
Muy Baja Fricción.					
Grasa con muy larga duración.					
Compatible con alimentos.		Vibración EM (mm/s)		Irrelevante (1)	Importante (3)
Biodegradable		Env. Acelerac. EM (gE)		Relevante (2)	Muy Importante (4)
Resistencia a la radiación.					
Se requiere de fricción constante.					

Procedimientos de Engrase	

Anexo C. Ficha técnica Central Hidráulica Cajas laminadoras

Ficha técnica con sus respectivos datos de operación, tipo de lubricante, método de lubricación, frecuencia y datos técnicos del equipo.

GERDAU DIACO

FICHA TECNICA CH - CAJAS LAMINADORAS.

TAG del Equipo	1000-LA2-CONT-GMT03-LF1-CH01
Nombre del Equipo	CH - Cajas Laminadoras.
Compañía	Gerdau - Diaco
Planta	Tuta
Área	Tren 2 de Laminación
Fecha de Registro	22 de Abril de 2013

Figura del Equipo.

EQUIPO MOTRIZ			
DATOS TÉCNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Tipo de Equipo	Motor Electrico	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
Modelo	SIEMENS	Nombre de lubricante Actual .	Sellado
N° de Serie	1LA413334YB70	Temperatura de Op. Del Equipo.	Carcaza < 65°C
RPM	1750	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Potencia (HP/KW)	24HP	Humedad.	Humedad < 80%
Rodamiento lado libre	6208 - ZZ/C3	Visor del Carter.	No
Rodamiento Lado Cople	6208 - ZZ/C3	Punto de Lubricación L. libre.	Sellado
Tiempo de Operación	Permanente	Punto de Lubricación L. Acople.	Sellado
Posición	Horizontal	Frecuencia de Lubric. (Horas).	Sellado
Carga	Baja	Cantidad del Lubricante a Utilizar.	0
EQUIPO CONDUCIDO			
Tipo de Equipo	Bomba	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Aceite
Modelo	Vikers	Nombre de lubricante Actual .	AZOLLA ZS46 (TOTAL)
N° de Serie	PVA 15	Temperatura de Op. Del Equipo.	Carcaza < 65°C
RPM	1750	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Rodamiento 1	NO	Humedad.	Humedad < 80%
Rodamiento 2	NO	Visor del Carter.	NO
Rodamiento 3	NO	Punto de Lubricación 1.	SI
Rodamiento 4	NO	Punto de Lubricación 2.	NO
Tiempo de Operación	Permanente	Frec. Monitoreo (Condición y nivel)	90 DÍAS.
		Cantidad del Lubricante (grs)	165

CONDICIONES ESPECIALES		EQUIPO MOTRIZ		EQUIPO CONDUCIDO	
Sistema de Lubricación Centralizado.		Lubr. Recomendada.		Lubri. Recomendada.	
Protección Contra la Huemedad.		Frec. Lubricación (hrs)		Frec. Lubricación (hrs)	
Resistencia al Agua.		Cantidad del Lubric.		Cantidad de Lubric.	
Funcionamiento Silencioso.					
Arranque y Parada Frecuentes.		Vibración EM (mm/s)			
Vibración muy elevada.		Env. Acelerac. EM (gE)			
Muy Baja Fricción.					
Grasa con muy larga duración.					
Compatible con alimentos.		Vibración EM (mm/s)			
Biodegradable		Env. Acelerac. EM (gE)			
Resistencia a la radiación.					
Se requiere de fricción constante.					

Procedimientos de Engrase	

Irrelevante (1)	Importante (3)
Relevante (2)	Muy Importante (4)

Anexo D. Ficha técnica Cajas 4

Ficha técnica con sus respectivos datos de operación, tipo de lubricante, método de lubricación, frecuencia y datos técnicos del equipo.

GERDAU DIACO

FICHA TECNICA CAJA - # 4.

TAG del Equipo	1000-LA2-CONT-CL4
Nombre del Equipo	Caja # 4.
Compañía	Gerdau - Diaco
Planta	Tuta
Área	Tren 2 de Laminación
Fecha de Registro	22 de Abril de 2013

Figura del Equipo.

RODAMIENTOS EQUIPO CONDUCIDO

DATOS TECNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Rodamiento	313811 Cant. 4	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
R.P.M.	94	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS (MOBIL)
Temp. De Operación rodamiento.	Carcaza < 65 °C	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Frecuencia de Lubricación (horas).	700	Humedad.	Humedad entre 80 y 100%
Cantidad de Lubricante. (grs).	111	Tiempo de operación.	Permanente
		Posición.	Horizontal

DATOS TECNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Rodamiento Axial	305338 Cant. 2	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
R.P.M.	94	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS (MOBIL)
Temp. De Operación rodamiento.	Carcaza < 65 °C	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Frecuencia de Lubricación (horas).	800	Humedad.	Humedad 80 y 100%
Cantidad de Lubricante. (grs).	36	Tiempo de operación.	Permanente
		Posición.	Horizontal

DATOS TECNICOS		DATOS DE LUBRICACIÓN	
Rodamiento Acople Rapido	61848 Cant. 2	Tipo de lubricación .	Lubric. Por Grasa.
R.P.M.	94	Nombre de lubricante Actual .	MOBIL GREASE HTS (MOBIL)
Temp. De Operación rodamiento.	Carcaza < 65 °C	Contaminación.	Ligero Polvo abrasivo.
Frecuencia de Lubricación (horas).	800	Humedad.	Humedad 80 y 100%
Cantidad de Lubricante. (grs).	47	Tiempo de operación.	Permanente
		Posición.	Horizontal

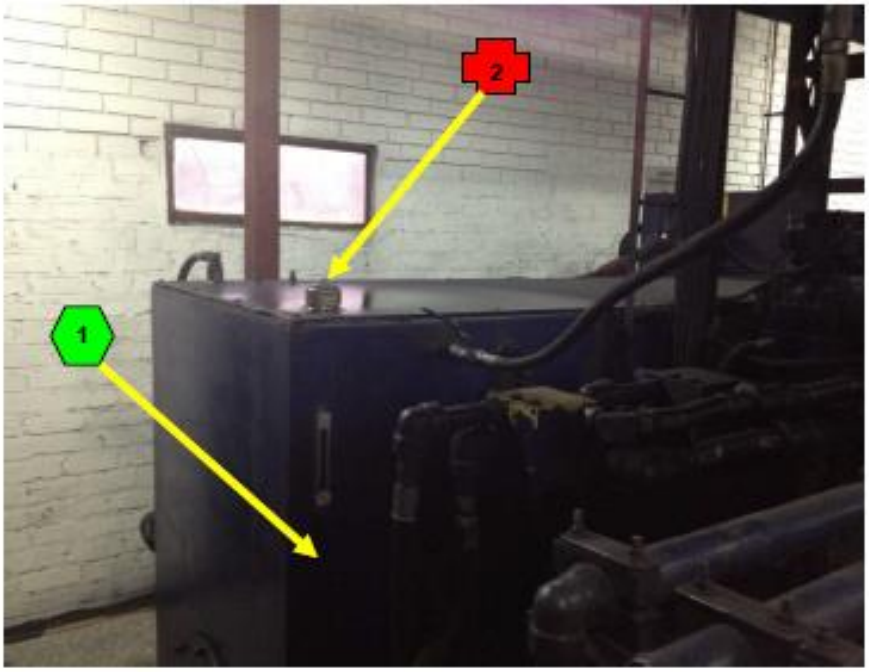
CONDICIONES ESPECIALES		EQUIPO MOTRIZ		EQUIPO CONDUCIDO	
Sistema de Lubricación Centralizado.		Lubr. Recomendada.		Lubri. Recomendada.	
Protección Contra la Huemedad.		Frec. Lubricación (hrs)		Frec. Lubricación (hrs)	
Resistencia al Agua.		Cantidad del Lubric.		Cantidad de Lubric.	
Funcionamiento Silencioso.					
Arranque y Parada Frecuentes.		Vibración EM (mm/s)			
Vibración muy elevada.		Env. Acelerac. EM (gE)			
Muy Baja Fricción.					
Grasa con muy larga duración.					
Compatible con alimentos.		Vibración EM (mm/s)			
Biodegradable		Env. Acelerac. EM (gE)			
Resistencia a la radiación.					
Se requiere de fricción constante.					

		Irrelevante (1)	Importante (3)
		Relevante (2)	Muy Importante (4)

Procedimientos de Engrase	

Anexo E. Puntos de muestreo Central Hidráulica Rodillos Mesa Fija

GERDAU DIACO	PUNTO DE MUESTREO - CENTRAL HIDRAULICA RODILLOS MESA FIJA	Fecha:	28/12/2021
		N°	1



PUNTO	FRECUENCIA	TIPO
1		Primario
2		Secundario

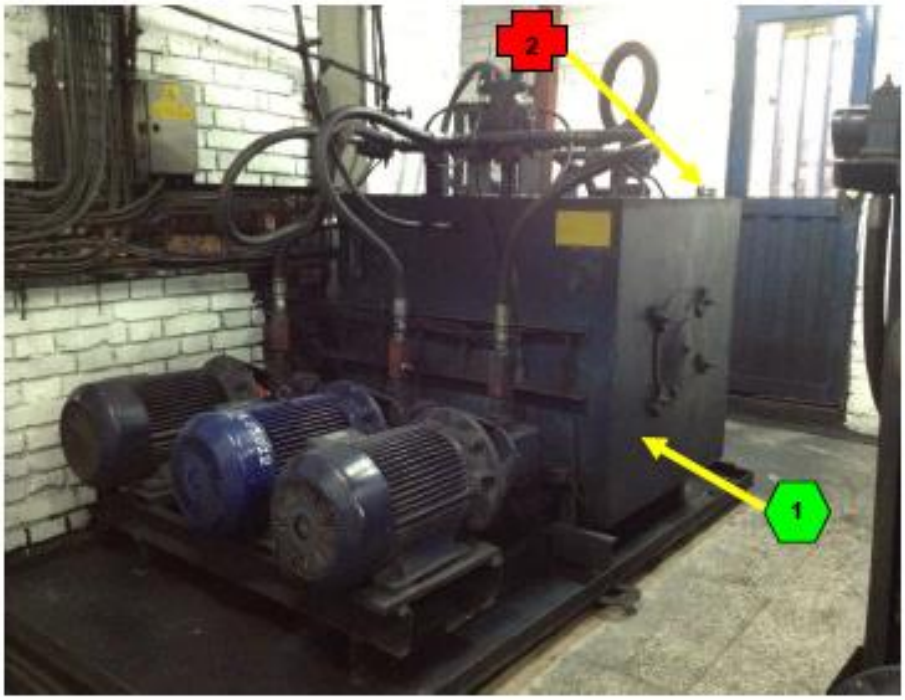
Trimestral

Semestral

Secundario por condicon

Anexo F. Puntos de muestreo Central Hidráulica Mesa Fija Basculante

GERDAU DIACO	PUNTO DE MUESTREO - CENTRAL HIDRAULICA BASCULAMIENTO	Fecha:	28/12/2021
		N°	1



PUNTO	FRECUENCIA	TIPO
1		Primario
2		Secundario

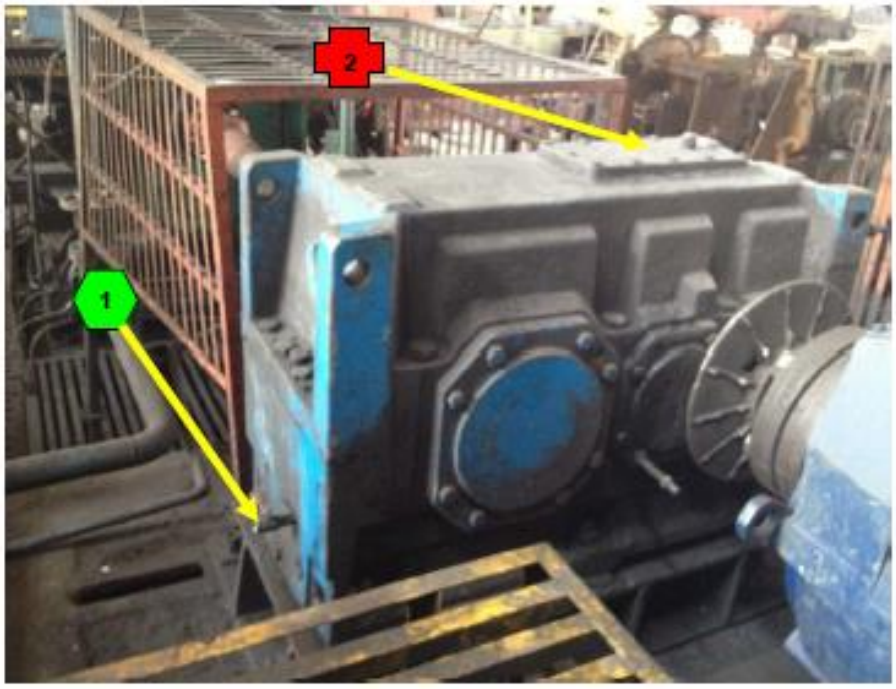
Trimestral

Semestral

Secundario por condicon

Anexo G. Puntos de muestreo Reductor Caja 3

GERDAU DIACO	PUNTO DE MUESTREO - REDUCTOR CAJA # 3	Fecha:	28/12/2020
		N°	1



PUNTO	FRECUENCIA	TIPO
1		Primario
2		Secundario

Trimestral

Semestral

Secundario por condicon

Anexo H. Secadores de humedad en central hidráulica

Anexo I. Cuarto de central hidráulica sin tablero de hoja seguridad

Anexo J. Cuarto de central hidráulica con tablero de hoja seguridad.

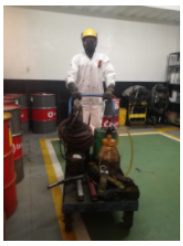
Anexo K. Interfaz inicio de App inspección de lubricación

Anexo L. Interfaz reportes del tren 2 de App inspección de lubricación

Anexo M. Interfaz nuevo reportes del tren 2 de App inspección de lubricación

Anexos N. Estándar lubricación desbaste tren 2

GERDAU DIACO	LUBRICACION DESBASTE TREN 2	CÓDIGO: DTU-MTO-ERU-022 VERSIÓN: 1 FECHA: 15/May/2020

Etapas	Como	Puntos - Clave	Cuidados (Seguridad, Medio Ambiente, Calidad, Costo, Entrega)
1.ALISTAR HERRAMIENTAS, EQUIPOS DE LUBRICACION Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD 	Llenar depósito maquina engrasadora con grasa (compleja litio ESP 600 EP-2) recomendada para esta tarea.	Transvasar la grasa lubricante, utilizando la paleta para evitar derrames y contaminación.	Realizar inspección de los EPP´S. Llenar depósito maquina engrasadora observando no sobrepasar su nivel para evitar rebosamientos, disponer de ficha técnica del lubricante. Inspeccionar que los equipos y herramientas se encuentren en buen estado para su utilización. Utilizar guantes de nitrilo para evitar contacto directo con la piel.
2.DESPLAZAMIENTO AL SITIO DE TRABAJO 	Transportar halando maquina engrasadora por vía vehicular autorizada. Mantener control visual de los vehículos en movimiento, grúas de producto terminado y los cruces de las diferentes vías.	Coordinar con el operario de grúas de terminación y personal de logística, para el ingreso seguro a esta zona.	Utilizar las zonas peatonales demarcadas. Utilizar la protección personal en todo momento. Identificar obstáculos existentes en las vías peatonales, pasarelas, plataformas, verificar que todas las pasarelas y pasamanos estén en buen estado. Mantenerse alejado de cargas en suspensión.
3.COORDINAR DESENERGIZACIÓN Y BLOQUEO DE ENERGÍAS PELIGROSAS 	Con el electricista coordinar la des energización y bloqueo en estación de bloqueo.	La des energización de los equipos la debe ejecutar el personal autorizado (electricistas).	Realizar bloqueo en estación de desbaste del tren 2.
4.CONECTAR EQUIPO DE LUBRICACIÓN A RED DE AIRE 	Conectar la manguera de aire de la maquina engrasadora a la toma de red principal (drenando previamente el sistema).	Verificar que la conexión a la red de aire sea la indicada, ubicada en columna o viga puente grúa.	Despejar vía de ingreso de elementos innecesarios.

5.LUBRICAR RODAMIENTOS EMPUJADORES, HORNO Y REVISAR NIVEL DE ACEITE EN CENTRAL HIDRÁULICA 	Conectar boquilla de inyector de grasa neumática en cada punto de lubricación y aplicar la cantidad de grasa recomendada.	Revisar que los puntos de lubricación estén habilitados, limpios y en buen estado, si se encuentran dañados cambiar graseras y verificar nivel de aceite (ISO 46) central hidráulica.	Observar si hay desniveles en el piso en los desplazamientos para el ingreso. Utilizar guantes de showa y overol desechable.
6.LUBRICAR RODAMIENTOS LANZA DESHORNADORA Y REVISAR NIVEL ACEITE REDUCTOR 	Conectar boquilla de inyector de grasa neumática en cada punto de lubricación y aplicar la cantidad de grasa recomendada.	Revisar que los puntos de lubricación estén habilitados, limpios y en buen estado, si se encuentran dañados cambiar graseras y verificar nivel de aceite (ISO 320) en reductor.	Verificar que las guardas de protección de los rodillos estén fijas. Utilizar guantes de showa y overol desechable.
7.LUBRICAR RODAMIENTOS RODILLOS DESBASTE Y NIVEL ACEITE REDUCTOR 	Conectar boquilla de inyector de grasa neumática en cada punto de lubricación y aplicar la cantidad de grasa recomendada.	Revisar que los puntos de lubricación estén habilitados, limpios y en buen estado, si se encuentran dañados cambiar graseras y verificar nivel de aceite (ISO 320) en reductor.	Verificar que el nivel de aceite se encuentre en su nivel máximo para operación.
8.REVISAR NIVELES DE ACEITE CENTRALES HIDRAULICAS RODILLOS MESA FIJA Y BASCULANTE 	Realizar inspección de los niveles de aceite en las centrales hidráulicas.	Verificar en los indicadores de nivel que estos se encuentren en el volumen de aceite recomendado.	Al ingresar al cuarto de las centrales hidráulicas estar pendientes de la barra en proceso.

9.LUBRICAR RODILLOS DEHORNAMIENTO, RODILLOS MESA FIJA Y BASCULANTE, RODILLOS PROLONGACIONES MESAS Y VOLTEADORAS 	Conectar boquilla de inyector de grasa neumática en cada punto de lubricación y aplicar la cantidad de grasa recomendada.	Revisar que los puntos de lubricación estén habilitados, limpios y en buen estado, si se encuentran dañados cambiar graseras.	Retirar guardas de protección de los rodillos con ayuda de puente grúa.
10.REALIZAR 5 "S" EN EL ÁREA DE TRABAJO 	Limpiar áreas donde se tenga presencia de residuos de grasa, si se presenta derrame de grasa y aceite limpiar con paño absorbente y disponer en caneca de color rojo.	Observar los espacios libres por los cuales se debe transitar.	Utilizar guantes de showa y evitar contacto con productos derramados. Disponer todos los materiales contaminados con hidrocarburos en las canecas rojas.
11.RETIRAR BLOQUEO 	Retirar candados y tarjeta de bloqueo.	Solicitar al electricista energizar el equipo.	Informar que se concluyeron las tareas de lubricación.