

APLICACIÓN DE ESTÁNDARES DE CLASE MUNDIAL AL PROCESO DE  
LUBRICACIÓN DEL ÁREA COQUERÍA DE LA SIDERÚRGICA PAZDELRÍO

LEONARDO ANDRES HERNÁNDEZ PÉREZ  
CARLOS GERARDO RINCÓN GÓMEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

APLICACIÓN DE ESTÁNDARES DE CLASE MUNDIAL AL PROCESO DE  
LUBRICACIÓN DEL ÁREA COQUERÍA DE LA SIDERÚRGICA PAZDELRÍO

LEONARDO ANDRES HERNÁNDEZ PÉREZ  
CARLOS GERARDO RINCÓN GÓMEZ

Monografía de Especialización para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

PEDRO RAMÓN ALBARRACÍN AGUILLÓN  
ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros agradecimientos a:

A Acerías Paz del Río por el apoyo y los recursos necesarios para nuestro desarrollo profesional y optar el título como Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

A los asesores técnicos del proveedor actual de lubricantes Shell por la información recibida y estar siempre prestos a resolver y atender nuestras inquietudes.

De igual forma al Ingeniero Pedro Albarracín por su apoyo en el desarrollo de esta monografía. Así como a la ingeniera Joana Andrea Caicedo, por sus aportes en la revisión de este documento.

Finalmente y no menos importante a nuestras familias por todo el apoyo y animo brindado para alcanzar los objetivos propuestos en el transcurso de nuestras vidas profesionales.

Los Autores.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN .....	14
1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
1.3 MARCO CONCEPTUAL.....	17
1.3.1 Generalidades sobre lubricación.....	17
1.3.2 Tipos de lubricación .....	19
1.3.3 Factores que afectan la lubricación .....	20
1.3.4 Tipos de lubricantes.....	20
1.3.4.1 Aceites .....	21
1.3.4.2 Grasas .....	21
1.3.5 Buenas prácticas y normativa con lubricantes .....	22
1.3.5.1 Sistemas de clasificación por aplicación.....	22
1.3.5.2 Normativa asociada a lubricantes .....	22
1.3.5.3 Buenas prácticas recomendadas para lubricantes .....	25
1.3.6 Mejoramiento continu.....	28
1.3.6.1 Filosofía de las 5S .....	28
1.3.6.2 Pilares de TPM. ....	30

2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	32
2.1 CASO DE ESTUDIO .....	35
2.1.1 Contextualización.....	35
2.1.2 Levantamiento información .....	37
2.1.3 Aplicación de las 5S en cuarto de lubricación.....	48
2.1.4 Diseño, implementación y ajuste de rutas de lubricación.....	51
2.1.5 Gestión de insumos de lubricación. ....	56
2.1.5.1 Codificar los productos lubricantes según recomendación LIS.....	56
2.1.5.2 Tabla de homologación de lubricantes por Grado ISO y según la denominación de PazdelRío. ....	58
2.1.6 Inspección, control y análisis de lubricantes. ....	63
2.1.6.1 Control y análisis de lubricantes en equipos críticos.....	63
2.1.6.2 Establecer código de limpieza .....	65
2.1.7 Formación y entrenamiento en lubricación. ....	67
3. CONCLUSIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág
Ilustración 1. Clasificación de la viscosidad de los aceites industriales según norma 3448:1992.....	23
Ilustración 2. Código de limpieza de aceite según norma ISO 4409-99.....	24
Ilustración 3. Grados NLGI para grasas lubricantes. ....	25
Ilustración 4. Estilos y configuración de etiquetas según sistema LIS para aceites (izquierda) y grasas (derecha). ....	26
Ilustración 5. Rótulos de identificación de puntos y frecuencias de lubricación. ....	27
Ilustración 6. Flujograma de la metodología. ....	32
Ilustración 7. Flujograma de coquería en PazdelRío. ....	36
Ilustración 8. Collage de fotos del estado anterior del cuarto de lubricantes. ....	49
Ilustración 9. Collage de fotos del estado posterior a la aplicación de los primeros tres pasos de la filosofía 5S en el cuarto de lubricantes. ....	50
Ilustración 10. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 1 de 4. ....	52
Ilustración 11. Ruta de lubricación para equipo tractor de apagado, hoja 2 de 4. ....	53
Ilustración 12. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 3 de 4. ....	54
Ilustración 13. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 4 de 4. ....	55
Ilustración 14. Estándar de codificación LIS propuesto para Coquería – PazdelRío. ....	56
Ilustración 15. Codificación LIS para aceites lubricantes en PazdelRío.....	57
Ilustración 16. Codificación LIS para grasas lubricantes en PazdelRío. ....	57
Ilustración 17. Muestreo de calidad aceite en turboextractor de gas en condición de falla emergente (izquierda) y condición final después filtración (derecha).....	65

Ilustración 18. Muestreo de calidad aceite en turbocompresor en condición de falla emergente (izquierda) y condición final después filtración (derecha). .....66

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Taxonomía equipos en Manejo de Carbón - Coquería. ....	37
Tabla 2. Taxonomía equipos en Batería de Coque – Coquería. ....	39
Tabla 3. Taxonomía equipos en Carboquímicos - Coquería. ....	42
Tabla 4. Taxonomía equipos Hornos Solera - Coquería. ....	48
Tabla 5. Homologación aceites lubricantes equivalencias grado ISO - comerciantes/proveedores. ....	58
Tabla 6. Homologación grasas lubricantes equivalencias grado ISO - Comerciales/proveedores. ....	62
Tabla 7. Comparativo de costos por fallas vs. mantenimiento preventivo por microfiltrado en turbomáquinas - Coquería. ....	63
Tabla 8. Tabla de incrementos de frecuencia por sustitución cíclica, en función del monitorio y control al lubricante. ....	64

## RESUMEN

**TÍTULO:** APLICACIÓN DE ESTÁNDARES DE CLASE MUNDIAL AL PROCESO DE LUBRICACIÓN DEL AREA COQUERÍA DE LA SIDERÚRGICA PAZDEL RIO.<sup>1</sup>

**AUTOR:** LEONARDO ANDRÉS HERNÁNDEZ PÉREZ Y CARLOS GERARDO RINCÓN GÓMEZ<sup>2</sup>.

**PALABRAS CLAVES:** LUBRICACIÓN, MEJORAMIENTO CONTINUO, ESTÁNDARES DE CLASE MUNDIAL.

### **DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:**

Este trabajo de monografía plantea propuestas para desarrollar e implementar estándares de clase mundial al proceso de Coquería de la Siderúrgica PazdelRio, de tal forma que permita establecer mejores y con mayor certeza indicadores de mantenimiento, cuyos beneficios puedan estar representados en reducción de costos y en otra acciones que le permita a la compañía, migrar esta estrategia a las demás áreas operacionales y a su vez contribuir a alcanzar el estándar de “mantenimiento de clase mundial”.

La metodología consiste en el desarrollo progresivo de actividades de forma sistemática y estandarizada que permitan asegurar alcanzar los objetivos propuestos, iniciando con estrategias de 5S para propiciar ambientes de trabajo limpios, ordenados y seguros; Pasando por el rediseño de rutas de lubricación, así como la identificación, demarcación, homologación, análisis y control de lubricantes utilizados en toda el área de coquería.

Finalmente el entrenamiento y capacitación en todos los niveles es esencial para la gestión de mantenimiento, ya que orienta la mentalidad del talento humano hacia labores preventivas y predictivas, ajustado a planes claramente definidos y estructurados donde la prioridad está en conservar componentes críticos y eliminar los malos actores; además, con esta monografía se busca proyectar la importancia de las inspecciones y el análisis adecuado de la información recolectada de cada uno de los equipos que conforman el ciclo productivo de Coquería de la Siderúrgica PazdelRio.

---

<sup>1</sup> Monografía.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Pedro Ramón Albarracín Aguillón, Ingeniero Mecánico.

## SUMMARY

**TITLE:** APPLICATION OF WORLD-CLASS STANDARDS TO THE LUBRICATION PROCESS OF THE COKE OVEN AREA OF IRON AND STEEL INDUSTRY PAZDELRIO.<sup>3</sup>

**AUTHOR:** LEONARDO ANDRÉS HERNÁNDEZ PÉREZ AND CARLOS GERARDO RINCÓN GÓMEZ <sup>4</sup>.

**KEYWORDS:** LUBRICATION, CONTINUOUS IMPROVEMENT PROCESS, WORLD-CLASS STANDARDS.

### **DESCRIPTION OR CONTENTS:**

This paper develops a wide of proposals to implement world-class standards for the coke oven process of iron and steel industry in PazdelRio, in order to establish better and more certain maintenance indicators, whose benefits may be represented in cost reduction and in other actions that allow it the company migrate this strategy to the other operational areas and in turn contribute to the standard of “world-class maintenance”.

The methodology consists of the progressive development of activities in a systematic and standardized way that ensure the achievement of the proposed objectives, starting with 5S strategies to promote clean, orderly and safe work environments; Through the redesign of lubrication routes, as well as the identification, demarcation, homologation, analysis and control of lubricants used in the entire coke oven area.

Finally education and training all levels is essential for maintenance management, as it guides the mentality of human talent towards preventive and predictive work, adjusted to clearly defined and structured plans where the priority is to conserve critical components and eliminate the bad actors; in addition, this monograph seeks to project the importance of inspections and the appropriate analysis of the information collected from each of the teams that make up the production cycle of iron and steel industry in PazdelRio.

---

<sup>3</sup> Monograph.

<sup>4</sup> Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Specialization in Maintenance Management. Director: Pedro Ramón Albarracín Aguillón, Mechanical Engineer.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales procesos dentro de una gestión adecuada del mantenimiento de los activos en cualquier compañía, es la mantenibilidad de los fluidos lubricantes. Dentro de este proceso se procura conservar las especificaciones del lubricante el mayor tiempo posible, sin cambiarlo innecesariamente. Comienza con la correcta elección del lubricante para cada componente y aplicación, y deriva en otras actividades esenciales, tales como la recepción, el almacenamiento, el traslado, el monitoreo y el control durante su uso.

La mantenibilidad de los lubricantes implica procesos de revisión de filtraciones, cambios parciales, control de contaminación, control del desgaste, monitoreo de las propiedades, de la condición de la máquina y de los lubricantes; todo lo anterior englobado en la aplicación y estudio de la ciencia de la Tribología y complementado con las diferentes tácticas de mejoramiento continuo como Kaizen, 5s y TPM.

Para PazdelRío la identificación y eliminación de pérdidas en cada uno de sus procesos productivos, es un reto que obstaculiza su participación en el competitivo mercado actual. Es así como en el proceso de lubricación del área de coquería, se identificó una oportunidad de superar este reto implementando estándares de clase mundial.

Por lo anterior, el presente proyecto busca introducir estrategias de selección, almacenamiento, aplicación, gestión y disposición del producto lubricante, para obtener un Sistema de Lubricación Confiable y costo-efectivo, que garantice la disponibilidad y conservación de los activos.

## 1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la Siderúrgica PazdelRío se está implementando un sistema de gestión de activos que busca evitar la falla, y que la encamina a alcanzar un estándar de mantenimiento de clase mundial. Esta gestión de activos es una nueva filosofía del mantenimiento que exhorta a los directivos a encontrar mejores prácticas de mantenimiento, soluciones costo-efectivas, inclusión del mantenimiento predictivo y estandarización de procesos.

El plan SMI (Sistema de Mantenimiento Integrado) implementado en PazdelRío, es una de las herramientas que ayuda a cumplir con los objetivos del sistema de gestión de activos y que adopta las mejores prácticas de mantenimiento. Dentro de sus indicadores de mantenimiento se encuentran: la disponibilidad de activos y los costos de mantenimiento; siendo el costo de mantenimiento dividido en tres rubros principales: Lubricantes, Servicios y Materiales.

En una revisión del proceso de lubricación, de cada una de las áreas operacionales de PazdelRío, se encontró que este se ha venido desarrollando sólo de manera empírica, sin contar con estándares o formas sistemáticas para la medición y el control de calidad y cantidad del producto, ni con el método apropiado para aplicación del lubricante en los mecanismos. Es así como hay un amplio espectro de incertidumbre al momento realizar los análisis de modo y efecto de la falla — FMEA—, sumado a que los lugares destinados para el bodegaje y manipulación de los lubricantes en la empresa presentan deficiencias en la infraestructura, tanto en general como en el método.

Dentro de este contexto se seleccionó como piloto al área operacional de coquería de la Siderúrgica PazdelRío, para realizar los análisis y la aplicación de los estándares “Clase Mundial” que deben permitir establecer, con una mayor certeza, el nivel de consumo de lubricantes, la reducción de costos y la mejora en los indicadores de mantenimiento, para así posibilitar a la compañía migrar este estándar a sus demás áreas operacionales y, a su vez, contribuir a alcanzar el estándar de “mantenimiento de clase mundial”.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Implementar estándares de Clase Mundial al proceso de lubricación del área operacional de coquería de la siderúrgica PazdelRío, a través de la inclusión de mejores prácticas de mantenimiento y soluciones costo-efectivas que propicien una gestión de activos confiable.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar estrategias y criterios claros para selección, manejo integral y almacenamiento de lubricantes.
- Gestionar mejoras en las prácticas de aplicación, control y manutención de los lubricantes, en cada uno de los diferentes procesos del área.
- Definir rutas de lubricación apropiadas para la ejecución de rutinas de mantenimiento, según la taxonomía de los principales sistemas del proceso.

- Establecer la tabla de homologación de lubricantes para el área de coquería.

### 1.3 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se referencian algunos términos y conceptos, importantes para el desarrollo de este trabajo, extraídos de las fuentes bibliográficas consultadas. Por tratarse de una temática extensa y de amplio espectro, solo se abordarán aquellos que tengan relación con el tema de estudio en particular y que apunten al cumplimiento de los objetivos propuestos.

#### 1.3.1 Generalidades sobre lubricación

Tribología: es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento. Es quizás la ciencia de mayor trascendencia en la actualidad y lo será aún más en el futuro en la medida en que el hombre necesite ser más productivo.

Lubricación: se considera como el proceso o técnica de interponer un fluido entre dos superficies en contacto con el fin de reducir la fricción entre ellas; de acuerdo con las condiciones de operación, pueden existir mecanismos físicamente iguales y aun así requieren una lubricación en particular diferente para cada uno. Por lo tanto la lubricación está sujeta al contexto operacional de cada elemento.

Lubricante: es toda aquella sustancia líquida, semisólida, sólida o gaseosa, que se interpone entre dos piezas con el propósito de reducir la fricción existente por la interacción entre estas, así como sus efectos y consecuencias. Entre otras funciones que se le imputan al lubricantes esta en evacuar la máxima cantidad de

calor generado por la fricción, evacuar impurezas de tipo orgánico y metálico, y amortiguar el efecto de la carga dinámica sobre las superficies de fricción.

Lubricador: persona entrenada y calificada que ejecuta las tareas establecidas en una ruta tribológica y cumple funciones de inspección y auditoría de los equipos intervenidos. Tiene la capacidad de distinguir diferentes productos lubricantes; sus tareas son homologar y calcular las frecuencias y cantidades del producto a aplicar, entre otras.

Ruta de lubricación: comprende la información de las tareas de agregado, cambio e inspección del estado del lubricante de los equipos y mecanismos controlados. Debe incluir información suficiente y necesaria para que cualquier persona con conocimiento básico del tema pueda ejecutarla.

Viscosidad: es una propiedad intrínseca de los fluidos, que consiste en la resistencia interna al movimiento o fluidez, y como cualquier otra propiedad depende de la presión y la temperatura. Es importante al momento de seleccionar el lubricante — aceite— apropiado para una aplicación en particular. En la práctica, la unidad mayormente empleada para medirla, es el centistoke (cSt).

Consistencia: es un término relacionado con la capacidad que tiene un semisólido de fluir en función de la temperatura, del tiempo y de su porcentaje de composición. Es un factor importante al momento de seleccionar lubricantes semisólidos — grasas—, porque determina su capacidad de lubricación y sellamiento, así como su untuosidad y permanencia en sitio, su bombeabilidad y también su capacidad para soportar una temperatura determinada.

### 1.3.2 Tipos de lubricación

Los tipos o regímenes de lubricación que se presentan en cualquier mecanismo lubricado son esencialmente tres (3):

**Lubricación límite:** Condición de régimen más crítica, normalmente se presenta en arranques o a muy bajas velocidades, en las cuales hay una mínima cantidad de lubricante sobre las superficies metálicas en contacto. Esto permite que se presente la máxima interacción entre las rugosidades de ambas superficies.

**Lubricación elastohidrodinámica:** Régimen presente en un buen porcentaje de mecanismos en la industria. En estos las cargas dinámicas transmitidas son altas y las velocidades tan bajas que el suministro de aceite hacia las zonas sometidas a fricción es mínimo. Tal proceso hace que las rugosidades de las dos superficies en operación nunca se separen, dando lugar a que permanentemente interactúen a nivel microscópico.

**Lubricación hidrodinámica:** Régimen que se da cuando hay bajas cargas dinámicas y altas velocidades, en él se propicia la separación completa de las superficies en contacto.

Independientemente de la condición predominante en el tipo de lubricación de algún mecanismo o equipo específico, puede presentar de forma combinada o parcial algún otro tipo de lubricación, bien sea en los arranques, en las paradas, durante los cambios de regímenes de operación, etc.

### 1.3.3 Factores que afectan la lubricación

En términos generales la lubricación se ve afectada por dos factores:

De operación: Por cambio en las condiciones de velocidad, carga, temperatura e incluso por las condiciones ambientales expuestas (atmósferas corrosivas, humedad, polución, entre otros).

De diseño: Por cálculos de diseño inapropiados, defectos en la fabricación o materiales inapropiados, fallas en el acabado superficial de los elementos o en una mala selección del mecanismo de aplicación del lubricante.

Conocer el tipo de lubricación que predomina en un mecanismo, además de saber cuáles son los factores que lo afectan, es determinante para establecer cuál es el lubricante indicado para esa aplicación en particular.

### 1.3.4 Tipos de lubricantes

De acuerdo al estado en que se encuentran los lubricantes, estos se pueden clasificar en:

Gaseosos: Se utiliza principalmente aire presurizado para formar un colchón entre los elementos en movimiento. Su principal aplicación va enfocada a pequeños elementos que giran a altas velocidades (hasta 100.000 rpm) y bajas cargas, en donde un lubricante convencional no serviría.

Líquidos: Se puede considerar cualquier sustancia en estado líquido (agua, aceite vegetal, animal y mineral, etc.). Los más utilizados en la actualidad son los derivados del petróleo.

Semisólidos: Son sustancias que poseen consistencia, permiten que la película lubricante permanezca durante más tiempo sobre la superficie lubricada. Tal es el caso de las grasas.

Sólidos: Son partículas sólidas muy pequeñas que forman películas lubricantes al adherirse fuertemente a las superficies metálicas. Tal es el caso del grafito, el bisulfuro de molibdeno, del flúor, la silicona, el boro, etc.

De la anterior clasificación los lubricantes con mayor espectro de variedad y aplicación, y por tanto de mayor interés para la industria, son los de tipo líquido y semisólido, es decir, de aceites y grasas.

1.3.4.1 Aceites. Un aceite lubricante es una sustancia compuesta constituida, esencialmente, por una base lubricante y un paquete de aditivos químicos que le confiere nuevas propiedades o mejora algunas de las ya existentes. La variedad en las propiedades del aceite abarca condiciones de alta, media y baja tanto para velocidades, cargas y temperatura.

Los aceites se pueden clasificar en función de la base lubricante que los constituye, esto es entre minerales, sintéticos y vegetales. También se clasifican según el tipo de maquinaria en que sea utilizado, es decir, en aceites industriales y automotrices.

1.3.4.2 Grasas. Las grasas lubricantes son aceites, minerales, sintéticos o vegetales, espesados con jabones y cuyas características fisicoquímicas son el resultado de la combinación de las propiedades particulares de cada uno de sus componentes principales (Base + Jabón + Aditivo) Es el resultado de esta combinación de propiedades lo que, en últimas, determina el uso específico de la grasa.

### 1.3.5 Buenas prácticas y normativa con lubricantes

1.3.5.1 Sistemas de clasificación por aplicación. Los aceites y grasas se clasifican, de acuerdo con el tipo de servicio que van a desempeñar, en automotrices e industriales.

Lubricantes automotrices: son lubricantes que se utilizan en mecanismos cuyos componentes están sometidos a un proceso de combustión interna, como es el caso de los cilindros, pistones, anillos y válvulas de los motores que queman diésel, gasolina y gas. También entran en esta categoría los lubricantes usados en los mecanismos de soporte o transmisión de potencia en automotores, caso del diferencial y transmisión de camiones, vehículos, motos, entre otros. El sistema de especificación de estos aceites es SAE.

Lubricantes industriales: son lubricantes que se emplean en aquellas máquinas en la cual ninguno de sus componentes está expuesto a un proceso de combustión interna, tal es el caso de equipos industriales como reductores de velocidad, compresores, motores eléctricos, etc. El sistema de especificación de estos aceites es ISO.

### 1.3.5.2 Normativa asociada a lubricantes

Norma ISO 3448:1992. Esta norma se ha adoptado internacionalmente y su objeto es clasificar los lubricantes industriales en función de la viscosidad. Define 18 grados de viscosidad en el intervalo 2 a 1.500 cSt, cada grado se representa por un número entero que indica la viscosidad cinemática media del aceite a 40°C y sus límites se sitúan a un  $\pm 10\%$  de este valor medio, y entre dos grados sucesivos hay una diferencia de aproximadamente el 50%.

Este sistema facilita la identificación de los lubricantes, minimizando la posibilidad de una mala utilización por parte del usuario, puesto que el nombre comercial del aceite debe ir acompañado de un número que indica la viscosidad en el sistema ISO. Del mismo modo, también ayuda a hallar su equivalente casi que inmediatamente.

Ilustración 1. Clasificación de la viscosidad de los aceites industriales según norma 3448:1992.

Grado ISO	cSt/40°C		SSU/100°F	
	Mín	Máx	Mín	Máx
2	1,98	2,42	32,0	34,4
3	2,88	3,52	36,0	38,2
5	4,14	5,06	40,4	43,0
7	6,12	7,48	47,2	50,0
10	9,0	11,0	57,6	61,0
15	13,5	16,5	75,8	80,0
22	19,8	24,2	105	110
32	28,8	35,2	149	155
46	41,4	50,6	214	222
68	61,2	74,8	317	328
100	90	110	469	484
150	135	165	709	730
220	198	242	1047	1075
320	288	352	1533	1570
460	414	506	2214	2270
680	612	748	3298	3390
1000	900	1100	4864	5000
1500	1350	1650	7865	8000

Por ejemplo, según los datos de la ilustración 1, un lubricante con Grado ISO 100 tiene una viscosidad cinemática nominal de 100 cSt a 40°C.

Norma ISO 4406-99. Esta norma es un código de limpieza que sirve para para medir el nivel de contaminación por partículas en los fluidos hidráulicos. Esta práctica, que se ha extendido a los lubricantes, consiste en determinar la cantidad de partículas contaminantes de un tamaño específico por unidad de volumen.

La norma establece un código de tres (3) partes, donde cada dígito representa el número de partículas por unidad de volumen de una gama de tamaño mayor o igual a 4 µm, 6 µm y 14 µm respectivamente. El código se muestra así:

Código ISO @ 4 µm / Código ISO @ 6 µm / Código ISO @ 14 µm

Ilustración 2. Código de limpieza de aceite según norma ISO 4409-99.

<b>Código ISO</b>	<b>Número de partículas por cada 100 cc</b>		<b>Código ISO</b>	<b>Número de partículas por cada 100 cc</b>	
	<b>Más de</b>	<b>Hasta e incluyendo</b>		<b>Más de</b>	<b>Hasta e incluyendo</b>
24	8'000.000	16'000.000	12	2.000	4.000
23	4'000.000	8'000.000	11	1.000	2.000
22	2'000.000	4'000.000	10	500	1.000
21	1'000.000	2'000.000	9	250	500
20	500.000	1'000.000	8	130	250
19	250.000	500.000	7	64	130
18	130.000	250.000	6	32	64
17	64.000	130.000	5	16	32
16	32.000	64.000	4	8	16
15	16.000	32.000	3	4	8
14	8.000	16.000	2	2	4
13	4.000	8.000	1	1	2

En otras palabras, un fluido con código de limpieza 17/15/13, indica que tiene entre 64.000 – 130.000 partículas de 4 µm, entre 16.000-32.000 partículas de 6 µm y entre 4.000-8.000 partículas de 14 µm por cada 100 cc de fluido.

Método estándar ASTM D271. La prueba estándar de penetración para grasas lubricantes, basado en el método ASTM D271, es un indicador de la consistencia o penetración de la grasa a 25°C y se identifica con un grado NLGI (National Lubricating Grease Institute).

La escala NLGI va desde el grado 000 (muy blanda), hasta el grado 6 (muy dura). Sin embargo, su uso es el más recomendado y no de forma mínima, ya que es usada de forma masiva en la industria. La grasa más común es la NLGI de grado 2, esto se debe en parte a que las grasas con mayor grado de consistencia son difíciles de bombear.

Ilustración 3. Grados NLGI para grasas lubricantes.

<b>Grado NLGI</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Aplicaciones</b>
000	Líquida	Engranajes
00	Líquida	Engranajes
0	Semi-fluida	Cojinetes. Sistemas centralizados
1	Semi-fluida	Cojinetes. Sistemas centralizados
2	Blanda	Cojinetes
3	Regular	Cojinetes
4	Semidura	Cojinetes lisos. Grasa en briquetas
5	Dura	Cojinetes. Grasa en briquetas
6	Extra-dura	Cojinetes. Grasa en briquetas

### 1.3.5.3 Buenas prácticas recomendadas para lubricantes

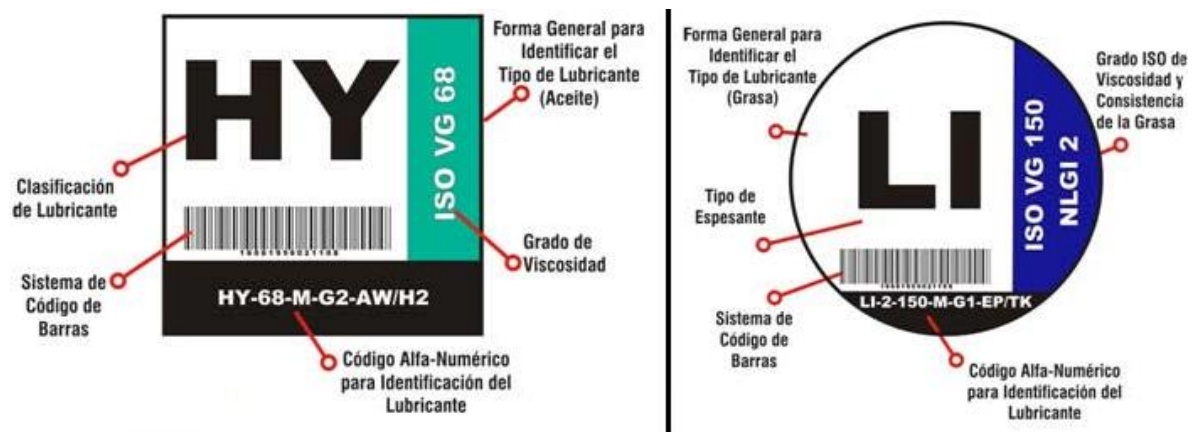
Sistema estandarizado de Identificación de lubricantes (LIS): sistema desarrollado por consultores, basado en los principios del TPM, que sirve para identificar lubricantes, eliminando así la posibilidad de confusión y de error en la aplicación de los mismos. Tiene un sistema de ayudas visuales que facilitan a los operadores y mantenedores la ejecución de sus tareas.

Este sistema de etiquetas de identificación utiliza colores, formas y caracteres alfanuméricos. Cada etiqueta emplea una combinación de 4 elementos hacer la identificación:

- I. Tipo de lubricante (Aceite o Grasa)
- II. Aplicación del lubricante
- III. Grado de viscosidad/consistencia
- IV. Tipo de aceite básico
- V. Clasificación del aceite básico
- VI. Características especiales


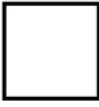
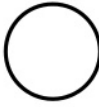





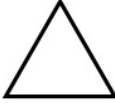

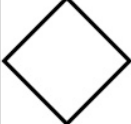
Cada organización define la correspondencia de los colores con el grado de viscosidad del lubricantes, sin embargo existen algunos colores predeterminados y empleados de forma común por diferentes industrias, tales como el verde = ISO VG 68, el amarillo = ISO VG 100 o el Azul = ISO VG 150. De igual forma sucede con el primer, quinto y sexto dígito del código alfanumérico.

Ilustración 4. Estilos y configuración de etiquetas según sistema LIS para aceites (izquierda) y grasas (derecha).



Rótulos para identificación de puntos de lubricación: al igual que en el sistema LIS, la geometría y el color del Rótulo de Lubricación, no obedecen a una norma Internacional vigente, sino que es el resultado de la recopilación de las recomendaciones de los fabricantes de las máquinas y que ha sido adaptado por cada organización.

Ilustración 5. Rótulos de identificación de puntos y frecuencias de lubricación.

SIMBOLO	FRECUENCIA	SIMBOLO	FRECUENCIA
	CADA TURNO		MENSUAL
	DIARIO		BIMENSUAL
	CADA DOS DIAS		TRIMESTRAL
	DOS VECES EN LA SEMANA		SEMESTRAL
	SEMANAL		ANUAL
	QUINCENAL		

1.3.6 Mejoramiento continuo. Los sistemas de mejoramiento continuo se fundamentan en tratar de optimizar el uso de los factores básicos de producción y mantenimiento, a través del análisis permanente de actividades, procesos y macroprocesos, esto con el fin de eliminar tiempos de demoras, controlar y erradicar fallas, reducir costos, elevar niveles de seguridad y servicio, entre otros.

Todos los instrumentos para mejoramiento continuo tienen elementos de filosofías básicas como las 5S y también fuertes bases de tácticas de mantenimiento como el TPM.

1.3.6.1 Filosofía de las 5S. Esta es una herramienta avanzada que permite elevar la productividad y mejorar el ambiente de trabajo en las áreas donde se aplica. El programa de las 5S consiste en actividades de orden y limpieza que, por su sencillez, permite la participación de pequeños grupos a lo largo y ancho de la organización. Este programa está orientado a contribuir a un cambio cultural.

Se conoce como las 5S por las iniciales de vocablos en japonés que indican una acción en particular, la siguiente es la transliteración de los vocablos japoneses al alfabeto occidental y su significado en español.

- Seiri - Clasificación y descarte
- Seiton - Organización
- Seiso - Limpieza
- Seiketsu - Sistematizar orden y aseo
- Shitsuke - Disciplina y compromiso

Clasificación y descarte: Separar las cosas necesarias de las que no lo son, manteniendo las cosas necesarias en el lugar conveniente y adecuado. Esta técnica ayuda a optimizar espacios y costos, siempre analizando aspectos como:

- ¿Qué se debe eliminar?
- ¿Qué debe ser guardado?
- ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?
- ¿Qué deberíamos reparar?
- ¿Qué debemos vender?

Organización: mantener organizado los puestos de trabajo, facilita a encontrar más rápido las cosas, las herramientas e inclusive los materiales. Contempla aspectos como:

- ¿Es posible reducir el stock de un determinado elemento?
- ¿Esto es necesario que esté a mano?
- ¿Todos llamaremos a esto con el mismo nombre?
- ¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?

Limpieza: Limpiar el puesto de trabajo hace parte de las responsabilidades de cada trabajador, y debe hacerse antes y después de cada actividad, sin importar el cargo que se ocupe. Para ello se debe auto-cuestionar así:

- ¿Cree que realmente puede considerarse como “Limpio”?
- ¿Cómo cree que podría mantenerlo limpio siempre?
- ¿Qué utensilios, tiempo o recursos necesitaría para ello?
- ¿Qué cree que mejoraría el grado de limpieza?

Sistematizar orden y aseo: Es mantener siempre todo ordenado y limpio, esto busca ayudar a mejorar la seguridad y calidad de los servicios y productos. Además emplea técnicas de señalización y demarcación que buscan de forma continua mejoras de los procesos. Para ello:

- ¿Qué tipo de carteles, avisos u procedimientos cree que faltan?
- ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
- En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?
- En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?

Disciplina y compromiso: consiste en romper los malos hábitos, e interiorizar y poner en práctica los cuatro anteriores pasos, para que estos se vuelvan una rutina y poder establecer con ello un proceso de mejora continua.

1.3.6.2 Pilares de TPM. El objetivo principal de la implementación del TPM en las organizaciones consiste en eliminar las pérdidas y prevenir que vuelvan a ocurrir. Para ello se soporta en ocho (8) pilares fundamentales, de los cuales destacan:

Mejora enfocada: Son el conjunto de diferentes tareas a realizar por los diferentes grupos de personas, que permite optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos, mediante la identificación, priorización y eliminación de pérdidas; todo esto con el objetivo de mantener los activos en su estado base de referencia. Cuando esto se logra, se sigue aplicando para una mejora continua.

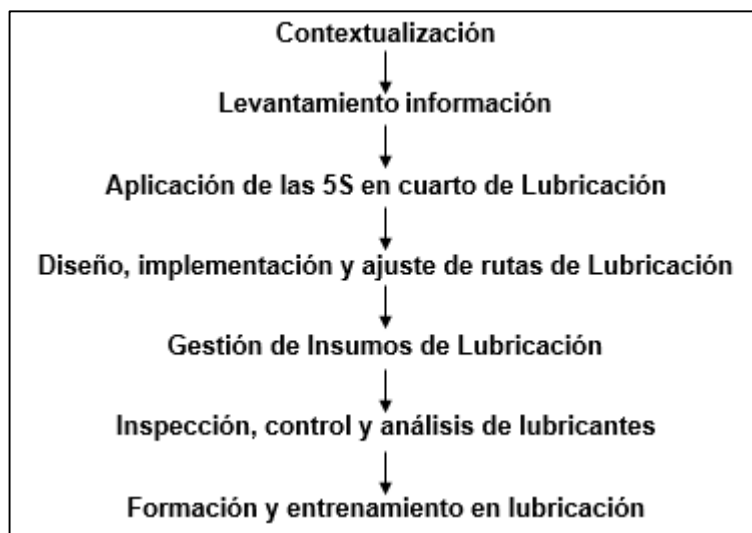
Mantenimiento autónomo: Se basa en la activa participación de los operarios en el mantenimiento, de tal forma que puedan realizar algunas tareas menores de mantenimiento como limpieza, inspección, ajuste y lubricación.

Capacitación y Entrenamiento: Consiste en establecer políticas que permitan que todos los empleados, con incidencia en los procesos de ingeniería de la fábrica, puedan mejorar sus competencias y habilidades en el trabajo con las mejores prácticas disponibles. Esto les permite estar motivados, entrenados y capacitados en el funcionamiento de cada máquina. Todo con el objetivo de que puedan detectar la incidencia del funcionamiento de cada máquina, en la calidad de los productos.

## 2. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del presente trabajo se adopta una metodología propia, la cual se describe a continuación:

Ilustración 6. Flujograma de la metodología.



1. Contextualizar la interacción del área de coquería en todo el proceso productivo de la siderúrgica, al igual que conocer el estado actual del proceso de lubricación en el área de interés.

2. Levantar y recopilar información de:

- Cada mecanismo y equipos a lubricar en el área de coquería, para establecer taxonomía de los mismos. Para ello se utilizará la herramienta SAP, soportada con las visitas de inspección al área, para identificar todos los puntos de lubricación.

- Hojas de seguridad —MSDS— para el manejo de productos lubricantes del área de coquería.
- Levantamiento de la identificación y características de los lubricantes empleados por cada equipo, según recomendación de fabricante, así como de sus principales proveedores.
- Identificar la matriz de criticidad de equipos del Área.

3. Aplicar la filosofía de las 5S a los cuartos de lubricación, enfatizando, de forma general, en:

- La identificación de la necesidad de adquisición de mejores herramientas y accesorios para el manejo de los lubricantes.
- La factibilidad de la adaptación de sistemas de seguridad física e industrial en el cuarto de lubricación
- El manejo de la higiene industrial para lograr espacios de trabajo motivadores y confortables.

4. Diseñar, implementar y ajustar rutas de lubricación de acuerdo con su ubicación locativa dentro del área de coquería, así como también por la frecuencias de monitoreo, inspección y control establecidas. Esto enfocado en:

- Disminuir pérdidas por tiempos y movimientos.
- Demarcar equipos, herramientas y espacios según prácticas recomendadas por fabricantes y adoptadas por la compañía (tipo de lubricante, frecuencia, cantidad y herramienta).

5. Gestión de insumos y herramientas de lubricación, de tal forma que se pueda controlar y minimizar los impactos de los cambios en las políticas de compra y almacén de la compañía que puedan afectar las actividades de lubricación, por lo que se debe:

- Establecer la tabla de homologación de los lubricantes utilizados en el de área de coquería, por sus diferentes marcas y proveedores.
- Codificar los productos lubricantes según recomendación LIS de la Noria Latin América de México.

6. Inspección, control y análisis del estado de los lubricantes, de tal forma que se amplíe la vida útil.

- Realizar análisis de aceite a equipos críticos del proceso (Turbomáquinas extractoras y compresoras)
- Establecer el código de limpieza para la Turbo Maquina Extractora de Gas según norma ISO 4406.
- Eliminar perdidas aplicando el proceso de filtración.

7. Formar y entrenar al personal involucrado en el proceso de lubricación, en aspectos como:

- Gestión integral de la información y manejo de los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Manejo de herramientas para la aplicación, análisis y control de lubricantes.

## 2.1 CASO DE ESTUDIO

2.1.1 Contextualización. Acerías PazdelRío es una compañía siderúrgica colombiana que hace parte del grupo Votorantim, adquirida por este en 2007, y consolidada como la única siderúrgica integrada del país, dado que sus procesos inician desde la explotación de minerales de hierro, caliza y carbón, y continúan hasta la elaboración y comercialización de productos finales del acero y algunos otros derivados del proceso siderúrgico.

La planta industrial se encuentra ubicada en el corregimiento el Belencito del municipio de Nobsa, en el departamento de Boyacá. Allí se concentran el mayor frente de trabajo, alrededor de 1.800 trabajadores. Las minas se ubican en los municipios de Paz de Río - Boyacá y Ubalá - Cundinamarca, por su parte las canteras de encuentran en Belencito.

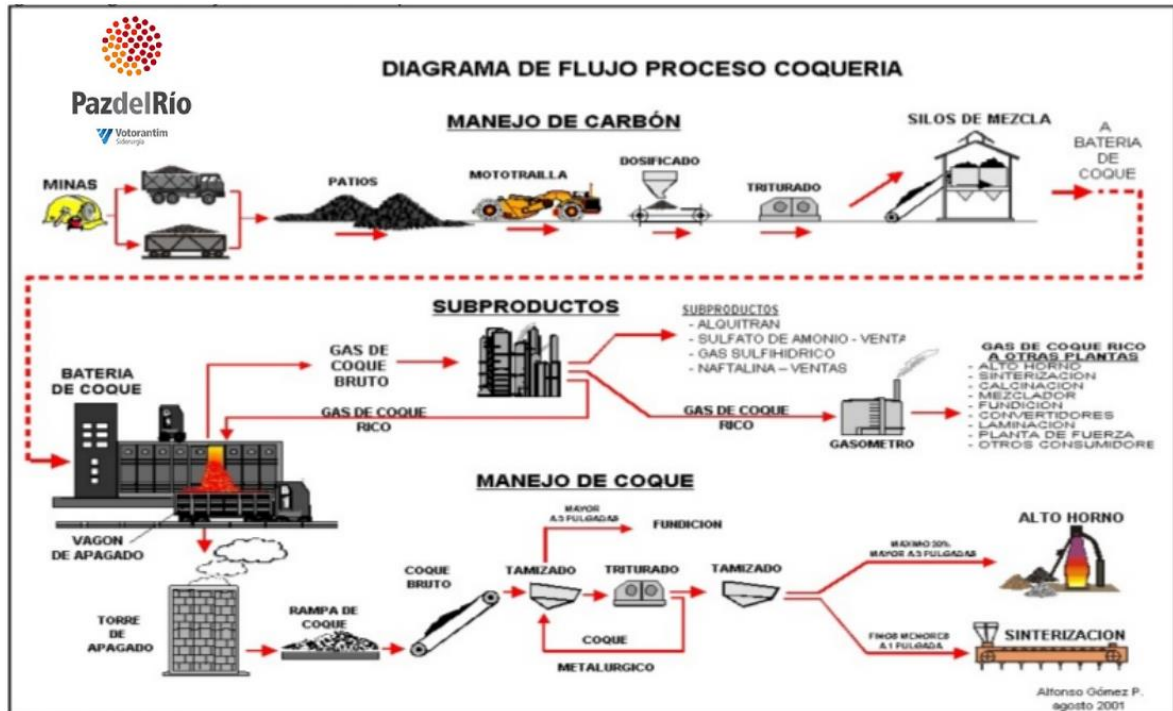
PazdelRío ofrece productos variados y de alta calidad utilizados en la mayoría de las grandes construcciones del país. Desde aceros sismo-resistentes, para todo tipo de construcciones, pasando por el acero puro, hecho de mineral de hierro que lo hace más manejable, con mejores propiedades y un mejor comportamiento; así como también algunos otros subproductos del proceso siderúrgico tales como fertilizantes, escorias, breas, alquitrán, naftalina, entre otros, además de minerales y materias primas de origen natural, provenientes de las minas.

Para nuestro caso de estudio en particular, la coquería es el área del proceso de fabricación primaria de la siderúrgica donde se trata el carbón extraído de las minas para conseguir coque, el cual se utiliza en los altos hornos para la elaboración del acero. Esta área se divide principalmente en cinco (5) grandes grupos:

- Manejo de carbón.
- Bateria (Bateria de Coque)

- Carboquímicos (Subproductos)
- Hornos Solera (Manejo de Coque)
- Subsistemas de soporte (Subestación y Servicios Generales)

Ilustración 7. Flujoograma de coquería en PazdelRío.



Cada grupo posee, por lo menos, alguno de los siguientes mecanismos o elementos: bandas transportadoras, motores, reductores, bombas, compresores, compuertas, malacates, turbinas, ventiladores, entre otros accionamientos mecánicos. Estos elementos requieren de buenas y apropiadas tácticas de mantenimiento, en cuanto a lubricación, para que puedan desempeñar su función en el contexto operacional requerido.

2.1.2 Levantamiento información. A continuación se muestra la información de los grupos principales, utilizando la codificación asignada por mantenimiento de PazdelRío:

Tabla 1. Taxonomía equipos en Manejo de Carbón - Coquería.

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-05	Nombre de Grupo	MANEJO DE CARBÓN		-		
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Frecuencia (Días)	Lubricante
CARBÓN PRIMERA MANUTENCIÓN 7011-CQ-05-PRM01	7011-CQ-05-PRM01-MLC01	MALACATE ARRASTRE DE GÓNDOLAS		Reductor	1	60	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-05-PRM01-MLC02	Malacate Vibrador de Góndolas	Malacate	Reductor	1	60	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-05-PRM01-DIS01	ALIMENTADOR 1		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-DIS02	ALIMENTADOR 2		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BOM01	BOMBA SÓTANO 5A		Rodamiento	1		Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAA05	TRANSPORTADOR 5A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAA07	TRANSPORTADOR 7A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB01	TRANSPORTADOR B1		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB02	TRANSPORTADOR B2		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB03	TRANSPORTADOR B3		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB04	TRANSPORTADOR B4		Tambor motriz	2		Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB05	TRANSPORTADOR B5		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB06	TRANSPORTADOR B6		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-05	Nombre de Grupo	MANEJO DE CARBÓN		-		
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Frecuencia (Días)	Lubricante
CARBÓN PRIMERA MANUTENCIÓN 7011-CQ-05-PRM01	7011-CQ-05-PRM01-BAB07	TRANSPORTADOR B7		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAB08	TRANSPORTADOR B8		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-BAA10	TRANSPORTADOR 10A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-CRB10	CRIBA B10		Guías	2		Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-TRR01	MOLINO MASAS 1		Masa #1	2		Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-PRM01-TRR01	MOLINO MASAS 2		Masa #2	2		Shell Gadus S3 V460D 2
CARBÓN SEGUNDA MANUTENCIÓN 7011-CQ-05-SGM01	7011-CQ-05-PRM01-TOL02	TOLVA ALTA	Apertura de compuertas	Reductor	1	60	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-05-SGM01-DOS01	DOSOMETRO #1	Transportador	Tambor motriz	2	90	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-DOS02	DOSOMETRO #2	Transportador	Tambor motriz	2	90	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-DOS03	DOSOMETRO #3	Transportador	Tambor motriz	2	90	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-DOS04	DOSOMETRO #4		Acople de entrada	2		Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-05-SGM01-BAA13	TRANSPORTADOR 13A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-SPM13	SEPARADOR MAGNÉTICO		Tambor motriz	2		Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-BAA19	TRANSPORTADOR 19A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-BAA21	TRANSPORTADOR 21A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2
7011-CQ-05-SGM01-BAA22	TRANSPORTADOR 22A		Tambor motriz	2	60	Shell Gadus S3 V460D 2	

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-05	Nombre de Grupo	MANEJO DE CARBÓN		-		
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Frecuencia (Días)	Lubricante
CARBÓN SEGUNDA MANUTENCIÓN 7011-CQ-05-SGM01	7011-CQ-05-SGM01-MOL01	MOLINO DE MARTILLOS #1			2	30	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-MOL02	MOLINO DE MARTILLOS #2			2	30	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-05-SGM01-MLQ01	MALACATE MATERIAL		Reductor	1	60	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-05-SGM01-SKP01	SKIP CARBÓN SOBRENTE		Reductor	1	60	Shell Omala S2 G 320

Tabla 2. Taxonomía equipos en Batería de Coque – Coquería.

COQUERÍA PAZDELRIO								
Grupo Principal	7011-CQ-10	Nombre de Grupo	BATERÍA			Batería de Coque		
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Componente	Puntos de Lubricación	Lubricante	
7011-CQ-10-MAB01  Maquinas Batería	7011-CQ-10-MAB01-DHO01	MÁQUINA DESHORNADORA		Compresor	Depósito	1	Select Ingersoll Rand	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-MTR01		Traslación	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-MSP01		Sacapuertas	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-APF01		Cerrojos mariposas	Reductor cerrojo inferior	Carter	1	Syntoil FGS	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-EMP01		Empujador	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-MLP01		Levantapuertas	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01-MCN01		Nivelación	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01		Conjuntos rodillos, ruedas, poleas y tornillos de nivelación	-			20	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-DHO01		Emergencia - Malacate	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-MTR01	GUIA # 2	Traslación	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	
	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-MVG01		Girapuertas	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320	

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-10	Nombre de Grupo	BATERÍA			Batería de Coque	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Componente	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-10-MAB01  Maquinas Batería	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-APF01		Cerrojos mariposas	Reductor cerrojo inferior	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-SLP01		Levantapuertas	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-SAH01		Sacapuertas	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-GIA02-RJA01		Accionamiento Reja	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-CRG02-MTR01	MÁQUINA CARGADORA #2	Traslación 1	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-CRG02-MTR01		Traslación 2	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-CRG02-TVS01		Accionamiento compuertas y telescopios tolvas	Eje accionamiento telescopios tolvas	Buje	10	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-CRG02-OCPO1		Accionamiento cremallera apertura silos	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-CRG01-MTR01	MÁQUINA CARGADORA #1	Traslación 1	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-10	Nombre de Grupo	BATERÍA			Batería de Coque	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Componente	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-10-MAB01 Maquinas Batería	7011-CQ-10-MAB01-CRG01-MTR01		Traslación 2	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-CRG01-SCO01		Accionamiento compuertas y telescopios tolvas	Eje accionamiento telescopios tolvas	Buje	8	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-CRG01-OCPO1		Accionamiento cremallera apertura silos	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-TRC01	TRACTOR	Sistema Neumático	Compresor	Carter	1	Select Ingersoll Rand
	7011-CQ-10-MAB01-TRC01		Traslación 1	Ruedas	Cojinetes	4	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-TRC01		Traslación 2	Ruedas	Cojinetes	4	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-VAP01-VAG1	VAGÓN	Traslación	Ruedas (Estoperas)	Rodamiento	8	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-MAB01-VAP01-VAG1		Apertura de compuerta 1	Reductor sistema manual	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-MAB01-VAP01-VAG1		Apertura de compuerta 2	Reductor sistema manual	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
7011-CQ-10-TOR01	7011-CQ-10-TOR01-BOM01	Bomba #1		Bomba #1	Rodamiento	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
Torre de Apagado	7011-CQ-10-TOR01-BOM02	Bomba #2		Bomba #2	Rodamiento	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TOR01-BOM03	Bomba #3		Bomba #3	Rodamiento	1	Shell Gadus S2 V220AD 2

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-10	Nombre de Grupo	BATERÍA			Batería de Coque	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Componente	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-10-SNV01 Sala de Inversión	7011-CQ-10-SNV01	TORNO DE INVERSIÓN	Mecánico	Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-SNV01-ASK01	ASKANIA 3	Sala Inversión		Depósito	2	
	7011-CQ-10-SNV01-PRG01	PRECALENTADOR GAS RICO			Válvulas	1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-10-SNV01-CGR02	CIRCUITO INVERSIÓN	Lado coque	Válvulas rojas y verdes		58	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-SNV01-CGR01	CIRCUITO INVERSIÓN	Lado Máquina	Válvulas rojas y verdes		58	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-10-BAT02 Batería N°2	7011-CQ-10-BAT02-ASK01	ASKANIA 1	Colector #1		Depósito	2	
	7011-CQ-10-BAT02-ASK02	ASKANIA 2	Colector #2		Depósito	2	
	7011-CQ-10-BAT02-MLB01	MALACATE MATERIAL		Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-BAT02-ASK02	ASKANIA 4	Chimenea		Depósito		
	7011-CQ-10-BAT02-HOR01	PUERTAS HORNO	Lado coque	Mariposas inferiores	Rodamiento	57	Shell Gadus S2 V100 3
	7011-CQ-10-BAT02-HOR57			Mariposas superiores	Rodamiento	57	Shell Gadus S2 V100 3

COQUERÍA PAZDELRIO							
Grupo Principal	7011-CQ-10	Nombre de Grupo	BATERÍA			Batería de Coque	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Componente	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-10-CHM02 Chimenea Batería N°2	7011-CQ-10-CHM02-VET01	VENTILADOR N° 1		Cojinetes	Chumacera	2	Shell Gadus S2 V100 3
	7011-CQ-10-CHM02-VET02	VENTILADOR N° 2		Cojinetes	Chumacera	2	Shell Gadus S2 V100 3
	7011-CQ-10-CHM02-BOM01	BOMBA CHIMENEA			Rodamiento	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-10-TAM01 Tamización	7011-CQ-10-TAM01-BOM01	BOMBA SÓTANO 15 C			Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TAM01-BAC15	TRANSPORTADOR 15C		Tambor motriz	Chumacera	2	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-TAM01-BAC02	TRANSPORTADOR 2C		Tambor motriz	Chumacera	2	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-TAM01-BAC07	TRANSPORTADOR 7C		Tambor motriz	Chumacera	2	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-TAM01-BAC10	TRANSPORTADOR 10C		Tambor motriz	Chumacera	2	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-10-TAM01-CRB00	CRIBA SENCILLA		Rodamiento interno		2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TAM01-TRR01	MOLINO			Cojinete	4	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TAM01-CRB01	CRIBA DOBLE 1			Rodamiento	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TAM01-CRB02	CRIBA DOBLE 2			Rodamiento	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-10-TAM01-CRB01-MAL01	MALACATE SUBIR MATERIAL		Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-10-TAM01-MAL02	MALACATE ARRASTRE GÓNDOLAS		Reductor	Carter	1	Shell Omala S2 G 320

Tabla 3. Taxonomía equipos en Carboquímicos - Coquería.

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-DNF01 Planta de Desnaftalización	7011-CQ-15-DNF01-BML01-BOM01	BOMBA N° 1 RECIRCULACIÓN ACPM A LAVADORES		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BML01-BOM02	BOMBA N° 2 RECIRCULACIÓN ACPM A LAVADORES		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BML01-BOM03	BOMBA N° 3 RECIRCULACIÓN ACPM A LAVADORES		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-TNQ28-BOM01	Bomba adición de ACPM lavadores N°1 Tnq28		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-TNQ28-BOM02	Bomba adición de ACPM lavadores N°2 Tnq28		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-TNQ28-BOM03	Bomba adición de ACPM lavadores N°3 Tnq28		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BFE01	BOMBA FOSO DE ENFRIAMIENTO ACPM		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BCC01	BOMBA TANQUE 30 A 28 - ANTIGUA CARGUE CALDERA -		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BTV01-BOM02	BOMBA N° 2 TANQUES VERTICALES - CARGUE CALDERA -		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-BTV01-BOM03	BOMBA N° 3 TANQUES VERTICALES		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-DNF01 Planta de Desnaftalización	7011-CQ-15-DNF01-CRT02	TRANSPORTADOR TORNILLO SIN FIN		Chumacera	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-DNF01-MLC01	MALACATE CRISTALIZADORES		Engranajes	2	Shell Gadus S2 OG 50
	7011-CQ-15-DNF01-LVD01	LAVADOR N° 1	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-LVD02	LAVADOR N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-COD01	CONDENSADOR	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-CLD01	CALDERA DE DESTILACIÓN DE ACPM	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-TQH30	TANQUES HORIZONTALES 30-31-32-33A-33B	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-TQV01	TANQUES VERTICALES 1-2-4	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-DNF01-MLC01	MALACATE LIMPIEZA FOSOS		Reductor	1	Shell Omala S2 G 320

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-AGC01 Aguas Calientes	7011-CQ-15-AGC01-CAB01-BOM01	BOMBA N° 1 AGUAS CALIENTES		Rodamientos	3	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-AGC01-CAB01-BOM02	BOMBA N° 2 AGUAS CALIENTES		Rodamientos	3	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-AGC01-CAB01-BOM03	BOMBA N° 3 AGUAS CALIENTES		Rodamientos	3	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-15-AGR01 Almacenamiento Gas Rico	7011-CQ-15-AGR01-GAS01	GASÓMETRO	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-TMP01 Tanque de Purgas	7011-CQ-15-TMP01-BEX01	BOMBA EXTRAMURO		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-TMP01-BOM01	BOMBA N° 1 TANQUE DE PURGAS		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-TMP01-BOM02	BOMBA N° 2 TANQUE DE PURGAS		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-15-BEV01 Bombas de Envío de Alquitrán	7011-CQ-15-BEV01-BOM01	BOMBA MOVIMIENTO DE ALQUITRAN N° 1		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BEV01-BOM04	BOMBA VAPOR MOVIMIENTO DE ALQUITRAN N° 2		Bomba de lubricación	1	Shell Gadus S2 V220AD 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-BAC01 Circuito de Bombas de A.A al Colector	7011-CQ-15-BAC01-BOM01	BOMBA N° 1 DE A.A. AL COLECTOR		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BAC01-BOM02	BOMBA N° 2 DE A.A. AL COLECTOR		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BAC01-BOM03	BOMBA N° 3 DE A.A. AL COLECTOR		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BAC01-BOM04	BOMBA N° 4 DE A.A. AL COLECTOR		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BAC01-BOM05	BOMBA N° 5 DE A.A. AL COLECTOR		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BAC01-BOM06	BOMBA A.A. AL COLECTOR - DIESEL N° 6		Rodamientos	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-15-BCP01 Circuito de Bombas de A.A a los CP	7011-CQ-15-BCP01-BOM01	BOMBA N° 1 DE A.A. A CONDENSADORES		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BCP01-BOM02	BOMBA N° 2 DE A.A. A CONDENSADORES		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BCP01-BOM03	BOMBA N° 3 DE A.A. A CONDENSADORES		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-15-TMX01 Tanques Mixtos	7011-CQ-15-TMX01	TANQUE MIXTO N° 1		Reductor	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-15-TMX01	TANQUE MIXTO N° 2		Reductor	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-15-TMX01-MIX01	DECANTADOR MIXTO N° 1 Alquitrán	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-TMX01-MIX02	DECANTADOR MIXTO N° 2 Alquitrán	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-TML01 Tanques de Mil	7011-CQ-15-TML01-MIL01	TANQUE DE MIL N° 1	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-TML01-MIL02	TANQUE DE MIL N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-TAA01 Tanque Recirculación Agua Amoniacal	7011-CQ-15-TAA01	Tanque Recirculación Agua Amoniacal	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-SEC01 Sala de Extractores y Compresores	7011-CQ-15-SEC01-TEX01	TURBOEXTRACTOR N° 1			1	Shell turbo T 46
	7011-CQ-15-SEC01-TEX03	TURBOEXTRACTOR N° 3			1	Shell turbo T 46
	7011-CQ-15-SEC01-TCP01	TURBOCOMPRESOR N° 1			1	Shell turbo T 46
	7011-CQ-15-SEC01-TCP02	TURBOCOMPRESOR N° 2			1	Shell turbo T 46
	7011-CQ-15-SEC01-POL01	POLIPASTO ELÉCTRICO	Traslación	Ruedas	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
7011-CQ-15-PRG01 Precipitador de Aceite Gas Rico	7011-CQ-15-PRG01	PRECIPITADOR DE ACEITES	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-COD01 Condensadores Primarios	7011-CQ-15-COD01-CPR01	CONDENSADOR PRIMARIO N° 1	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-COD01-CPR02	CONDENSADOR PRIMARIO N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-REF01 Refrigerantes	7011-CQ-15-REF01-TRB	REFRIGERANTE DE TROMBONES N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-REF01-ESP01	REFRIGERANTE DE ESPIRALES N° 1	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-REF01-ESP02	REFRIGERANTE DE ESPIRALES N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-REF01-ESP03	REFRIGERANTE DE ESPIRALES N° 3	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-REF01-ESP04	REFRIGERANTE DE ESPIRALES N° 4	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-SFD01 Planta de Sulhídrico	7011-CQ-15-SFD01-FSN01-BOM01	BOMBA N° 1 DE FOSOS NAFTALINA		Rodamientos	2	<u>morlina</u>
	7011-CQ-15-SFD01-FSN01-BOM02	BOMBA N° 2 DE FOSOS NAFTALINA		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SFD01-CNF01-BOM01	BOMBA REFRIGERANTE ATMOSFÉRICO		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SFD01-ABS01-BOS01	BOMBA N° 1 DE SOLUCIÓN SULFUROSA		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 150

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-SFD01 Planta de Sulfhídrico	7011-CQ-15-SFD01-ABS01-BOS02	BOMBA N° 2 DE SOLUCIÓN SULFUROSA Y ACTIVADA		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 150
	7011-CQ-15-SFD01-ABS01-BOS03	BOMBA N° 3 DE SOLUCIÓN SULFUROSA		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 150
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BRE01	BOMBA N° 1 DE RECIRCULACIÓN SULFHÍDRICO		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 150
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BRE02	BOMBA N° 2 DE RECIRCULACIÓN SULFHÍDRICO		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 150
	7011-CQ-15-SFD01-TQC01-BOM01	BOMBA N° 1 DE TANQUE DE CONDENSADOS		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SFD01-TQC01-BOM02	BOMBA N° 2 DE TANQUE DE CONDENSADOS		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SFD01	VÁLVULAS	Entrada-salida tanque de preparados		1	Shell <u>Gadus</u> S1 A150 2
	7011-CQ-15-SFD01-CNF01	CONDENSADOR FINAL	Entrada de gas o solución		1	Shell <u>Gadus</u> S1 A150 2
	7011-CQ-15-SFD01-ABS01	ABSORBEDOR Sulfhídrico H2S	Entrada de gas o solución		1	Shell <u>Gadus</u> S1 A150 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-SLF01 Planta de Sulfato	7011-CQ-15-SLF01-SPR01	SUPRESOR DE GAS PARA PRECIPITADOR N° 2		Aceite - grasa	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BEX01	BOMBA N° 1 DE EXTRACCIÓN DE SALES		Rodamientos	1	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BEX02	BOMBA N° 2 DE EXTRACCIÓN DE SALES		Rodamientos	1	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BRE01	BOMBA N° 1 DE RECIRCULACIÓN SULFATO		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01-BRE02	BOMBA N° 2 DE RECIRCULACIÓN SULFATO		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-TAM01-BOM01	BOMBA N° 1 DE AGUAS MADRES		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 100
	7011-CQ-15-SLF01-TAM01-BOM02	BOMBA N° 2 DE AGUAS MADRES		Rodamientos	2	Shell <u>Morlina</u> S2 BA 100
	7011-CQ-15-SLF01-CTR01	CENTRIFUGA N° 1		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-CTR02	CENTRIFUGA N° 2		Rodamientos	2	Shell <u>Gadus</u> S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-SLF01-CMB01	COMBINADOR Y TANQUE CONO		Depósito	1	Shell <u>Tellus</u> S2 M 32
	7011-CQ-15-SLF01-BAA01	TRANSPORTADOR SULFATO		Tambor motriz	2	Shell <u>Gadus</u> S3 V460D 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-SLF01 Planta de Sulfato	7011-CQ-15-SLF01-DTR01	DISTRIBUIDOR DE SULFATO		Reductor	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-15-SLF01-SRT01	SECADOR ROTATORIO		Reductor	1	Shell Omala S2 G 320
	7011-CQ-15-SLF01-CLN01	CICLÓN		Rodamiento	2	Shell Gadus S3 V460D 2
	7011-CQ-15-SLF01-PRC01	PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO N° 1	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-SLF01-PRC02	PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-SLF01-SAT01	SATURADOR	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-SLF01	VÁLVULAS PLANTA	Entrada-salida tanque alm. Acido n° 1		1	Shell Gadus S1 A150 2
7011-CQ-15-BEV01 Bombas de Envío de Alquitrán	7011-CQ-15-BEV01-BOM01	BOMBA N° 1 DESPACHOS DE ALQUITRÁN - VAPOR -		Bomba de lubricación	1	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-BEV01-BOM04	BOMBA N° 2 DESPACHOS DE ALQUITRÁN - VAPOR -		Bomba de lubricación	1	Shell Gadus S2 V220AD 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-ALQ01 Planta de Alquitrán	7011-CQ-15-ALQ01-SBM01-BOM04	BOMBA ACEITE ANTRACENICO		Rodamientos	2	Shell Gadus S2 V220AD 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ01	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 1 (ACEITES USADOS)	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ02	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 2	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ03	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 3	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ04	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 4	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ05	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 5	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ06	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 6 (ACEITE PESADO)	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-15	Nombre de Grupo	CARBOQUÍMICA		Subproductos	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-15-ALQ01 Planta de Alquitrán	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ07	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 7	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ08	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 8	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ09	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 9	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ10	TANQUE DE ALQUITRÁN N° 10	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ15	TANQUE DE N° 15 (ACEITE ANTRACENICO)	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01-TNQ16	TANQUE DE N° 16 (ACEITE ANTRACENICO)	Entrada de gas o solución		1	Shell Gadus S1 A150 2
	7011-CQ-15-ALQ01	VÁLVULAS PLANTA	Entrada y salida columna fraccionamiento (fluido tratado, vapor, purgas, flauta)		1	Shell Gadus S1 A150 2

Tabla 4. Taxonomía equipos Hornos Solera - Coquería.

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-20	Nombre de Grupo	HORNOS SOLERA		-	
Subgrupo	ID	Equipo	Sistema	Elemento	Puntos de Lubricación	Lubricante
7011-CQ-20-DHO01 Deshornadora Solera	7011-CQ-20-DHO01-MDN01	MECANISMO DESHORNADOR / NIVELADOR	Reductor barra empujadora.		1	Aceite engranajes V320.
	7011-CQ-20-DHO01-MTR01	MECANISMO DE TRANSLACIÓN	Reductor de traslación.		1	Aceite engranajes V320.
		TRANSPORTADOR DE CARBON.	Reductor.		1	Grasa extrema presión 220 Castrol
			Chumaceras de los tambores.		2	Grasa extrema presión 220 Castrol
			Acople reductor-motor.		1	Grasa extrema presión 220 Castrol
7011-CQ-20-CRG01 Cargadora Solera	7011-CQ-20-CRG01	CARGADORA.	Reductor de traslación.		1	Aceite engranajes V320.
	7011-CQ-20-CRG01-MTR01		Ruedas de traslación.		1	Grasa extrema presión 460 Castrol
			Reductores de los malacates levantapuertas.		1	Aceite engranajes V320.
			Chumaceras del eje de traslación.		2	Grasa extrema presión 460 Castrol
			Chumaceras de los malacates levantapuertas.		2	Grasa extrema presión 460 Castrol
			Telescopios.		1	Grasa extrema presión 460 Castrol
			Ruedas de traslación.		4	Grasa extrema presión 460 Castrol
			Piñones de las ruedas de traslación.		2	Aceite transmisiones abiertas Suretex 170.
	Acoples de los reductores a los motores de los malacates y reductor de traslación.		2	Grasa extrema presión 220 Castrol		

COQUERÍA PAZDELRIO						
Grupo Principal	7011-CQ-20	Nombre de Grupo	HORNOS SOLERA		-	
7011-CQ-20-BOM01 Bomba Chimenea Solera	7011-CQ-20-BOM01	BOMBA DE LADO CHIMENEA.	Rodamientos		2	Grasa extrema presión 220 Castrol
7011-CQ-20-MLC01 Malacate	7011-CQ-20-MLC01	MALACATE DE SUBIR MATERIALES.	Reductor.		1	Grasa extrema presión 220 Castrol
			Chumaceras.		2	Grasa extrema presión 220 Castrol

2.1.3 Aplicación de las 5S en cuarto de lubricación. Haciendo uso de las herramientas de las 5S para elevar la productividad y mejorar el ambiente de trabajo, se logra la adecuación y dotación de elementos necesarios para el cuarto de lubricación de la coquería, evitando la contaminación cruzada de los productos, la disminución de los contaminantes, la prevención de accidentes laborales y de enfermedades profesionales, entre otros beneficios. Todo esto de forma adicional y preventiva dentro del programa de salud, seguridad e higiene en el trabajo de la compañía.

Ilustración 8. Collage de fotos del estado anterior del cuarto de lubricantes.



Estas buenas prácticas impactan directamente en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos y elementos lubricados.

Ilustración 9. Collage de fotos del estado posterior a la aplicación de los primeros tres pasos de la filosofía 5S en el cuarto de lubricantes.



Durante la identificación de las necesidades de adquisición de herramientas y accesorios para manejo de lubricantes, se identificaron aspectos como:

- Guías con diferenciales para manipulación y ubicación de canecas de 55 Gal sobre los dispensadores.
- Eslingas sintéticas, para izaje de canecas.
- Bomba neumática para grasa, independiente para cada tipo.

- Bombas manuales de aceite de 3 Gal, independientes para cada tipo de lubricante.
- Inyectores manuales para grasa, independiente para cada tipo lubricante.
- Carro tipo “zorra” para transporte de canecas de 55 gls ó 180 kg.
- Carro utilitario para transporte de herramientas, consumibles y accesorios para ejecución de ruta de lubricación.
- Escritorio, sillas y lockers para personal encargado del proceso de lubricación.

Adicionalmente se adecuó el cuarto de lubricantes para restringir el acceso a esta área y para que solo el personal autorizado pueda hacerlo.


2.1.4 Diseño, implementación y ajuste de rutas de lubricación. En un trabajo conjunto con asesores técnicos del proveedor de lubricantes Shell, se realiza un acercamiento a las rutas de lubricación ideales para la planta de coquería. Inicialmente se validan las rutas y se diseña el esquema de ejecución por la ubicación geográfica cada equipo.

Dichos resultados se introducen en la herramienta SAP y se generan OT's para la ejecución de las rutinas. Las órdenes de trabajo de lubricación detallan de forma específica la cantidad (volumen o bombazos), el tipo de lubricante, la herramienta a emplear y la cantidad de bombazos.

A continuación se muestra un ejemplo de las rutas de lubricación implementadas en SAP.

Ilustración 10. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 1 de 4.

Fecha 05 de Mayo /2017



Orden del Mantenimiento de Rutas

ORDEN	DESCRIPCIÓN					TIPO	PRIORIDAD
143638293	Ruta Lubricación Tractor de Apagado					RT01	Normal a 15 días
FECHA. INICIO	FECHA. FIN	C. COSTE	P. TRAB. RESP	AREA	UBICACION	GRUPO PLAN	CENTRO PM
25.05.2017	25.05.2017	1BE604	CQLU	CQ	CQ10	PCQ	7801

TIPO DE ACTIVIDAD	ESTADO	PLAN	VIA
Lubricación	LIB. KKMP NLIQ PREC	311866	1

UBIC. INSTALACION	DESCRIPCIÓN
7011-CQ-10-MAB01-TRC01	Tractor de Apagado

OPERACION	MATRICULA	PERSONA	FECHA	HR. INIC	HR. FIN
		Andrés Garmiche	05-05-17	09:00	17:00
		Jairo Gaitan			

Operación 0010 Medio Ambiente: Critc:

Ubic.Instalación:

Ubic.Instalación S:

Equipo:

N.Punto Medición Item/Denominación/Txt.Teórico Valor Teórico Lim.Inferior Lim.Superior Vlr.Medido

**Texto Descriptivo:**

Medio Ambiente:

Para la realización de la tarea los impactos ambientales deben ser evaluados y controlados de acuerdo a las medidas existentes en la planta Industrial.

**Seguridad y Comunicación:**

- Este trabajo debe ser informado al dueño del área
- Evaluar riesgos de la actividad, consultar panorama de riesgo y adoptar medidas de control de riesgos.
- Para la ejecución de actividades de mantenimiento se deben elaborar los respectivos documentos de Seguridad tales como \*\*Permiso de Trabajo\*\* PG-VSPDR-SSO-010 y DD-VSPDR-SSO-014, \*\*Análisis Seguro de Trabajo AST\*\* - PG-VSPDR-SSO-009 y DD-VSPDR-SSO-012.
- Para la ejecución de las actividades se debe cumplir con el Patrón gerencial de \*\*Bloqueo y Aislamiento de energías peligrosas\*\* PG-VSPDR-SSO-011 y DD-VSPDR-SSO-013
- Para la ejecución de las actividades se debe cumplir con el \*\*Patrón Gerencial De Trabajo en Alturas\*\* PG-VSPDR-SSO-016
- Se deben utilizar los elementos de protección personal obligatorios según los riesgos de cada área de la Planta Industrial-Consultar \*\*Manual de Elementos de Protección Personal PDR-MPDR\*\* DD-VSPDR-SSO-004
- Se debe \*\*Cumplir con las distancias relacionadas en RETIE Límites de aproximación a partes energizadas\*\*; (51 -300 V) Evitar contacto, (301 # 750 V) 0,30 metros (751 -15000 v) 0.66 metros.
- Para ingresar a un espacio confinado se debe tener autorización de su jefe inmediato, realizar prueba de atmosferas peligrosas, garantizar un plan de rescate incluido en el AST y contar con un vigía según patrón gerencial PG-VSPDR-SSO-015
- Realizar Revisión de documento de inspección anterior.

Ilustración 11. Ruta de lubricación para equipo tractor de apagado, hoja 2 de 4.



Orden del Mantenimiento de Rutas

\*\*Tenga presente las reglas de acero \*\*

Operación                    0020                    Lubricar Sistema Neumático                    Critc:  
 Ubic.Instalación:  
 Ubic.Instalación S:  
 Equipo:  
 N.Punto Medición    Item/Denominación/Txt.Teórico            Valor Teórico            Lim.Inferior    Lim.Superior    Vlr.Medido

Texto Descriptivo:  
 Lubricar Sistema Neumático

--ELEMENTO-----COMPONENTE-----PUNTOS---CANT Gal ó Gr  
 1.Compresor-----Carter-----1-----Según nivel ✓

--FREC-NºBOMB-REF.ROD-LUBRICANTE-----HERRAMIENTA  
 1.30---N/A---N/A-----Select Ingersoll Rand-Oil Safe ®

- \*Revisar Y Mantener Full Nivel De Aceite ✓ *Normal*
- \*Revisar Y Corregir Fugas
- \*Tomar Muestra De Aceite Cada 3 Meses *Falta tomar muestra de aceite*
- \*Lubricar Tornillo Y Tuerca Sistema Manual Frenado-Establecer Tiempo-✓

Operación                    0030                    Lubricar Sistema Manual de Frenado                    Critc:  
 Ubic.Instalación:  
 Ubic.Instalación S:  
 Equipo:  
 N.Punto Medición    Item/Denominación/Txt.Teórico            Valor Teórico            Lim.Inferior    Lim.Superior    Vlr.Medido

Texto Descriptivo:  
 Lubricar Sistema Manual de Frenado

--ELEMENTO-----COMPONENTE-----PUNTOS---CANT Gal ó Gr  
 1.Tornillo-Tuerca-----3-----18 ✓

--FREC-NºBOMB-REF.ROD-LUBRICANTE-----HERRAMIENTA  
 1.30---3-----N/A-----ShellGadusS3 V460D2---Máquina Neum.Linc ✓

Ilustración 12. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 3 de 4.



Orden del Mantenimiento de Rutas

Operación 0040 Lubricar Sistema Traslación 1 Critc:  
 Ubic.Instalación:  
 Ubic.Instalación S:  
 Equipo:  
 N.Punto Medición Item/Denominación/Txt.Teórico Valor Teórico Lim.Inferior Lim.Superior Vlr.Medido

Texto Descriptivo:  
 Lubricar Sistema Traslación 1

---ELEMENTO---	---COMPONENTE---	---PUNTOS---	CANT Gal ó Gr
1.Ruedas	---Cojinetes---	4	120 <i>450 gr</i>
2.Soporte sist-Yugo	---Cojinetes---	4	
3.Tren intermedio	---Cojinetes---	1	24
4.Corona tren de salida	Coron bipartida	1	Por inspección
5.Piñón-corona tren intermedio		1	Por inspección
6.Piñón tren de entrada - Salida motor		1	Por inspección

---FREC---	N°BOMB---	REF.ROD---	LUBRICANTE---	HERRAMIENTA
1.30	20	N/A	ShellGadusS3 V460D2	Máquina Neum.Linc
2.30	4	N/A	ShellGadusS3 V460D2	Máquina Neum.Linc
3.30	4	N/A	ShellGadusS3 V460D2	Máquina Neum.Linc
4.30	N/A	N/A	Shell Gadus S2 OG 50	Manual
5.30	N/A	N/A	Shell Gadus S2 OG 50	Manual
6.30	N/A	N/A	Shell Gadus S2 OG 50	Manual

*Se le actualizo a piñon y corona molinos 2015*

- SISTEMA MOTRIZ N°1
- \*Lubricar Cojinetes Ruedas
  - \*Revisar Estoperos Ruedas
  - \*Lubricar Cojinetes Soporte Sistema - Yugo
  - \*Lubricar Bujes Tren Intermedio
  - \*Lubricar Corona Tren De Salida - Corona Bipartida
  - \*Lubricar Piñón Y Corona Tren Intermedio
  - \*Lubricar Piñón Tren Entrada - Salida Motor

*La corona y piñon necesitan de una relubricación con mayor frecuencia debido a limitadas presiones y desgaste de estos dos componentes. Se necesita Instalar un punto por gotica o un carter.*

Ilustración 13. Ruta de lubricación para el equipo tractor de apagado, hoja 4 de 4.



Operación 0050 Lubricar Sistema Traslación 2 Critc:  
 Ubic.Instalación:  
 Ubic.Instalación S:  
 Equipo:  
 N.Punto Medición Item/Denominación/Txt.Teórico Valor Teórico Lim.Inferior Lim.Superior Vlr.Medido

Texto Descriptivo:  
 Lubricar Sistema Traslación 2

--ELEMENTO-----COMPONENTE-----PUNTOS---CANT Gal ó Gr  
 1.Ruedas-----Cojinetes-----4-----120 ✓  
 2.Soporte sist-Yugo---Cojinetes-----4-----24 ✓  
 3.Tren intermedio---Cojinetes-----1-----24 ✓  
 4.Corona tren de salida Corona bipartida-1-----Por inspección ✓  
 5.Piñón-corona tren intermedio-----1-----Por inspección ✓  
 6.Piñón tren de entrada - Salida motor-1-----Por inspección ✓

--FREC-NºBOMB-REF.ROD-LUBRICANTE-----HERRAMIENTA  
 1.30---20---N/A---ShellGadusS3 V460D2---Máquina Neum.Linc ✓  
 2.30---4---N/A---ShellGadusS3 V460D2---Máquina Neum.Linc ✓  
 3.30---4---N/A---ShellGadusS3 V460D2---Máquina Neum.Linc ✓  
 4.30---N/A---N/A---Shell Gadus S2 OG 50---Manual ✓  
 5.30---N/A---N/A---Shell Gadus S2 OG 50---Manual ✓  
 6.30---N/A---N/A---Shell Gadus S2 OG 50---Manual ✓

*Se le adiciona mellex 205 a la corona y piñón*

SISTEMA MOTRIZ N° 2  
 \*Lubricar Cojinetes Ruedas ✓  
 \*Revisar Estoperos Ruedas ✓  
 \*Lubricar Cojinetes Soporte Sistema - Yugo ✓  
 \*Lubricar Bujes Tren Intermedio ✓  
 \*Lubricar Corona Tren De Salida - Corona Bipartida ✓  
 \*Lubricar Piñón Y Corona Tren Intermedio ✓  
 \*Lubricar Piñón Tren Entrada - Salida Motor ✓

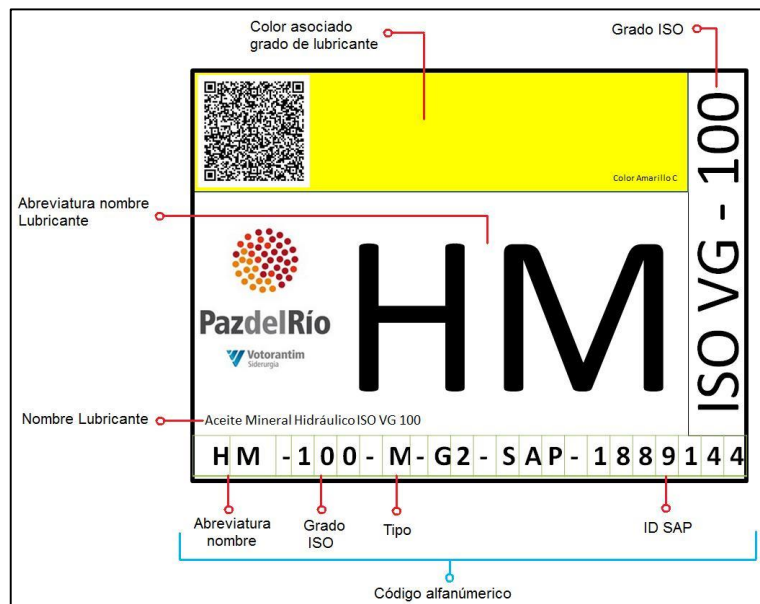
*La corona y piñón del sistema N:2 presentan demasiado desgaste. Se necesita colocar un carter - o un sistema por gatas o hacer una mayor frecuencia de lubricación.*

## 2.1.5 Gestión de insumos de lubricación.

2.1.5.1 Codificar los productos lubricantes según recomendación LIS. Tal y como se explicó en el marco conceptual, la sistematización de identificación LIS para productos lubricantes, cada organización define los colores y las abreviaturas para la calificación de los lubricante, entre otros aspecto. Sin embargo, para nuestro caso en particular y para toda la organización, el quinto (5°) y sexto (6°) dígito del código alfanumérico corresponde al mismo código asignado en la herramienta SAP. Es decir que toda la organización como tal, tanto en sus áreas administrativas como en las técnicas, se puede identificar cada lubricante desde su respectiva área de interés, bien sea para compras, almacenamiento, mantenimiento, etc.

El estándar propuesto para la codificación LIS de los lubricantes, para todas las áreas de la siderúrgica, se muestra en la ilustración 14, donde se detalla cada una de las secciones de la etiqueta con el objetivo de que sea de fácil entendimiento y manejo para el personal operativo.

Ilustración 14. Estándar de codificación LIS propuesto para Coquería – PazdelRío.



Las ilustraciones 15 y 16 representan algunos ejemplos de etiquetas diseñadas y propuestas para implementar la codificación LIS en el área de coquería.

Ilustración 15. Codificación LIS para aceites lubricantes en PazdelRío.

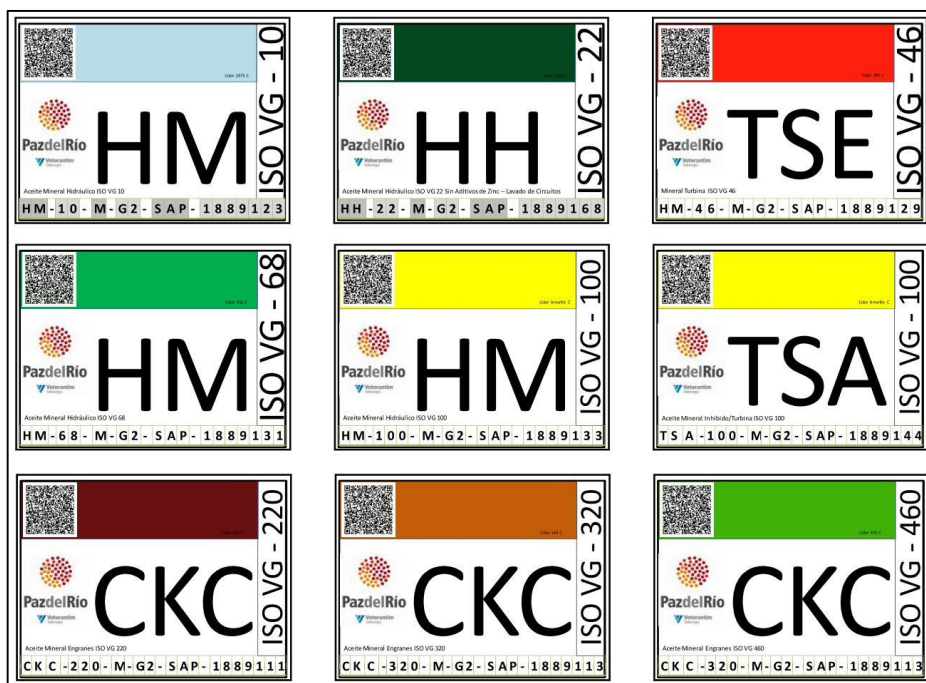
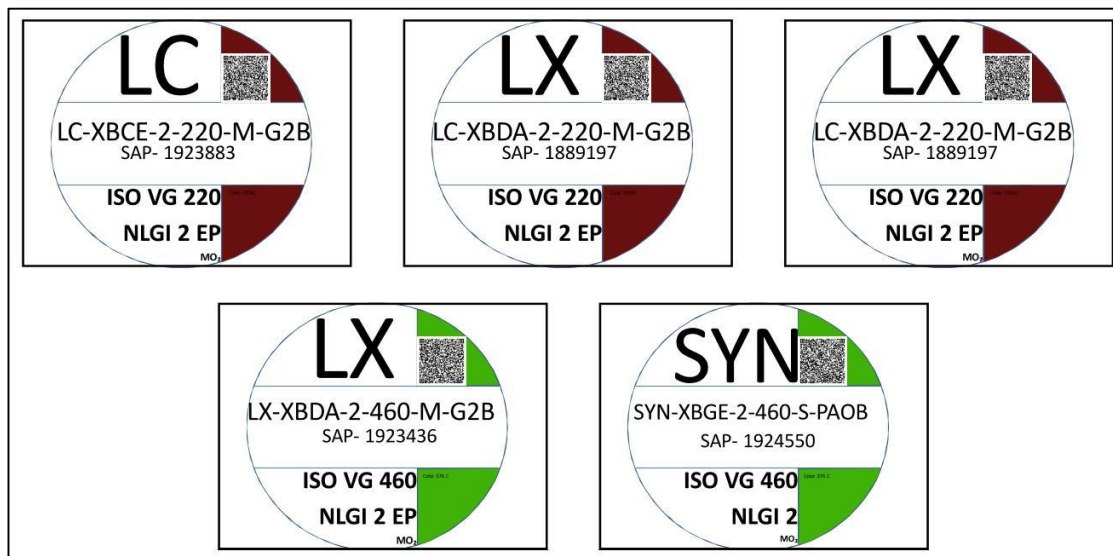


Ilustración 16. Codificación LIS para grasas lubricantes en PazdelRío.



2.1.5.2 Tabla de homologación de lubricantes por Grado ISO y según la denominación de PazdelRío. Con la información recopilada en el departamento del compras, soportada por lo reportes técnicos de homologación, suministrados por los proveedores durante cada proceso licitatorio de suministro y soporte técnico de lubricantes para toda la operación de la siderúrgica, se generan las tablas 5 y 6 que corresponden a la homologación de los lubricantes por la denominación del grado ISO o por la establecida por la acería para aceites y grasas respectivamente.

El beneficio de homologar los lubricantes empleados en la operación, es que se facilita la identificación y asignación de la codificación LIS, independientemente de cual sea el nombre comercial del mismo, garantizando así que el elemento lubricado reciba el aceite o la grasa indicada.

Tabla 5. Homologación aceites lubricantes equivalencias grado ISO - comerciantes/proveedores.

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889068	Aceite Transmisión DonaX TC50	Mobiltrans HD 50				Spirax S4 CX 50		
1889080	AUTOM.MULTIG. 20W20 API CD/S				Rimula D 20w20			
1889082	AUTOM. HIDR. SAE 10 W TO4	Mobiltrans HD 10W			Donax TC SAE 10W	Spirax S4 CX 10W		
1889084	AUTOM.MULTIG. API SJ 20W50	Mobil Super 1000 20W-50	Uniflo 20w50 SG	SUPER XHP 20W50	Helix Super SJ	Helix HX5 20W50	Havo.Formu.3.SAE20W-50.SJ	
1889086	ACEITE HELIX 10W30	Mobil Super 2000 10W30						
1889088	AUTOM.API SF/CC SAE 40		Esso Extra 40	MobilHDS AE 40	Helix SF SAE 40	Rimula R2 40	Havo.Moto.oilSAE40 APISF/CD	Automotor SF 40 (Terpel)
1889090	AUTOM.MULTIG.A PI CG4 15W40	Mobil Delvac MX 15W-40	Essolube XT-3 15W40		Rimula X 15W40	Rimula R3 X 15W40	Ursa.S.Plus 15W-40.API.CG4	
1889092	AUTOMO. API CF4-CF2 SAE 30	Mobil Delvac 1330	Essolube X3-30		Rimula D-30	Spirax S4 CX 30	Ursa.S.Plus.SAE30.API.CF/C F2	
1889094	AUTOMO.API CF4-CF2 SAE 40	Mobil Delvac 1340	Essolube X3-40		Rimula D-40	Rimula R2 40	UrsaS.Plus.SAE40.API.CF/C F2	

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889096	AUTOM, TRANS. SAE 30 TO4	Mobiltrans HD 30			Donax TC30 TO4	Spirax S4 CX 30		
1889098	AUTOMOTRIZ V.150	MobilFluid 424	Torque Fluid 56	MobilFluid 424	Donax TD	Spirax S4 TXM	T.D.H. OIL	
1889100	AUTOM.TRANS.AUTOMATICA	Mobil ATF D/M	Auto Trans Fluid	Mobil ATF-220	Donax TM	Spirax S2 ATF D2	Texamatic Fluid	
1889101	AUTOM.TRANS.GL5 85W-90	Mobilube HD 85W-90	GearOil GX-80W90	Mobilube HD 85W-90	Spirax GL 5 85W-90	Spirax S2 G 80W90		Transter 85W90 (Terpel)
1889102	AUTOM.TRANS.GL5 85W-140	Mobilube HD 85W-140	GearOil GX-85W140	Mobilube HD 85W-140	Spirax GL 5 85W-140	Spirax S2 G 85W140		Transter 85W140 (Terpel)
1889103	CILINDRO VAPOR SECO		Cylesstic TK 680	Cylrex 170 M	Valvata J/680	Morlina S1 W680	Vanguard 680	Cilindro Especial 100(Terp)
1889105	CIRCULANTE V-100	Vacuoline 525		Vacuoline 525	Morlina T 100	Morlina S2 BA 100		
1889107	ENGRANAJES V-100	Mobilgear 600 XP 100	Spartan EP 100	Mobilgear 627	Omala 100	Omala S2 G100		Engranajes EP100 (Terpel)
1889109	ENGRANAJES V-150	Spartan EP 150	Spartan EP 150	Mobilgear 629	Omala 150	Omala S2 G150	Meropa Lub 150	Engranajes EP150 (Terpel)
1889111	ENGRANAJES V-220	Spartan EP 220	Spartan EP 220	Mobilgear 630	Omala 220	Omala S2 G220	Meropa Lub 220	Engranajes EP220 (Terpel)

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889113	ENGRANAJES V-320	Spartan EP 320	Spartan EP 320	Mobilgear 632	Omala 320	Omala S2 G320	Meropa Lub 320	Engranajes EP320 (Terpel)
1889115	ENGRANAJES V-460	Spartan EP 460	Spartan EP 460	Mobilgear 634	Omala 460	Omala S2 G460	Meropa Lub 450	
1889117	ENGRANAJES V-680	Spartan EP 680	Spartan EP 680	Mobilgear 636	Omala 680	Omala S2 G680	Meropa Lub 680	Engranajes EP680 (Terpel)
1889119	ENGRANAJES V-120(100)	Mobiltac QQ		Mobiltac QQ	S-8085-E		Sugartex EP.	
1889121	HERRAMIENTAS NEUMAT.	Mobil Almo Oil 527	Arox 100	Almo Oil 527	Torkula Oil 100	Air Tool Oil 100	Aries 100	Htas. Neumáticas (Terpel)
1889123	HIDRAULICO V-10	Mobil Velocite No.6	Spinesstic 10 Drum		Tellus 10	Tellus S2 M 10		
1889125	HIDRAULICO V-32	Nuto H 32	Nuto H 32	Dte Oil 24	Tellus 37	Tellus S2 M32	Rando Oil 32	
1889127	HIDRAULICO 32 IV 150	Mobil DTE 10 Excel 32	Univis HP-32	DTE-13M	Tellus T-32	Tellus S2 V-32	Rando HD2-32	
1889129	HIDRAULICO V-46	Nuto H 46	Nuto H 46		Tellus 46	Tellus S2 M46		
1889131	HIDRAULICO V-68	Nuto H 68	Nuto H 68	Dte Oil 26	Tellus 68	Tellus S2 M68	Rando Oil 68	

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889133	HIDRAULICO V-100	<u>Nuto H 100</u>			<u>Tellus S-100</u>	<u>Tellus S3 M100</u>		
1889135	HIDRAULICO V-150	<u>Mobil Vacuoline 528</u>	<u>Nuto H 150</u>	<u>Dte Extra Heavy</u>	<u>Morlina 150</u>	<u>Morlina S2 B150</u>	<u>Rando Oil H.D 150</u>	
1889137	HIDRAULICO V-220	<u>Mobil Vacuoline 533</u>	<u>Nuto H 220</u>	<u>Dte BB</u>	<u>Morlina 220</u>	<u>Morlina S2 B220</u>	<u>Rando Oil H.D 220</u>	
1889139	HIDRAULICO V-680	<u>Mobil Vacuoline 148</u>			<u>Vitrea M-570</u>			
1889141	HIDRAULICO V-680	<u>Mobil Vacuoline 148</u>		<u>Vacuoline 148</u>	<u>Vitrea M-680</u>	<u>Morlina S1 B680</u>		
1889143	PREMIUM. DTE16 LUBRICANTE	<u>Mobil DTE 10 Excel 68</u>						
1889144	MINERAL INHIBIDO V-100	<u>Teresstic 100</u>	<u>Esstic 100</u>	<u>Vactra Heavy</u>	<u>Vitrea V-100</u>	<u>Morlina S1 B100</u>	<u>Regal R &amp; O 100</u>	Turbine V-100 (Terpel)
1889146	MINERAL INHIBIDO V-150	<u>Mobil Vactra Extra Heavy</u>	<u>Esstic 150</u>	<u>Vactra Extra Heavy</u>	<u>Vitrea V-150</u>	<u>Morlina S2 BA 150</u>	<u>Regal R &amp; O 160</u>	Turbine V-150 (Terpel)
1889148	ACEITE ROTO XTEND DUTY FLUID/LA	<u>Mobil Rarus SHC 1025</u>						
1889150	ACEITE ROTO XTEND DUTY FLUID/Lt	<u>Mobil Rarus SHC 1025</u>						
1889152	ACEITE SOLUBLE	<u>Mobilcut 100</u>	<u>Kutwell 40</u>					
1889154	TRANS.ABIERTA V-170	<u>Mobiltac 375 NC</u>	<u>Surett 26K</u>	<u>Turex 510</u>	<u>Malleus Compound</u>	<u>Malleus GL 205</u>	<u>Sugartex EP.</u>	

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
N/A	TURBINA VAPOR V-32	<u>Mobil DTE 832</u>	<u>Teresso 32</u>	<u>DTE Ligh</u>		<u>Turbo T 32</u>	<u>Regal Oil 32</u>	
1889156	TURBINA VAPOR V-37	<u>Mobil DTE 832</u>			<u>Turbine 37</u>	<u>Turbo T 32</u>		
1889158	TURBINA VAPOR V-46	<u>Mobil DTE 846</u>			<u>Turbine 46</u>	<u>Turbo T 46</u>		
1889160	TURBINA VAPOR V-68	<u>Teresstic 68</u>	<u>Teresso 68</u>	<u>Dte Heavy Medium</u>	<u>Turbina 68</u>	<u>Turbo T 68</u>	<u>Regal Oil 68</u>	
1889162	ACEITE TIPO POLIOL ISO V-46	<u>Mobil Pyrogard 53</u>				<u>Irus fluid DU</u>		<u>Anderol Bio Guard ISO VG 46</u>
1889164	COMPRESOR.D/REFRIG.GLS	<u>Mobil Gargoyle Arctic oil</u>	<u>Zurice 68</u>	<u>Gargoyle Arctic Oil</u>	<u>Clavus 68</u>		<u>Cappella W 68</u>	
1889166	ACEITE DIELECTRICO	<u>Univolt N61 B</u>	<u>Univolt 60</u>	<u>Mobilec 35</u>	<u>Diala-AX</u>	<u>Diala S2 ZX</u>		
1889168	LAV.D/CIRCUIT.ISO28-32				<u>Vitrea 22</u>	<u>Morlina S2 BL 22</u>	<u>Oil 254</u>	<u>Oil Clear</u>
1889170	LIQUI.P/FRE.SAE J1703A DOT-4				<u>Donax YB</u>			<u>LiqFrenos DOT4(Terp)</u>
1889171	ACEITE PARA MAQUINADO	<u>Mobilcut 100</u>		<u>Mobilmet Gamma</u>				
1889173	PYRANOL MONSANT							

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889174	EQUIPO FERROVIARIO	<u>Diol</u> 13 RD 40		DIOL 13RD40		<u>Caprinus</u> XR 40		
1925374	ENGRANAJE SINTETICO SAE 90 Anterior 1889176	Mobil <u>Delvac</u> SYN GO 75W90				Spirax S6 GXME75W90		GBS90(SYNTOL)
1889177	ACEI. SINT. CHS CADENA SINOIL	Mobil <u>Socony</u> oven <u>convever</u>						CHS (SYNTOL) CADENA
1889179	ACEI. SINT. CIS CABLE SINOIL	<u>Mobilarma</u> 798						CIS (SYNTOL)CABLE
1889181	COMPRESOR SINTETICO	Mobil <u>Rarus</u>						890 Medium (IQA)
1889182	ENGRANAJ. SINTETICO SAE 220	Mobil SHC 630				Omala S4 GX 220		GBS 250 SYNTOL
1889184	ACEITE SINTÉTICO MOLUB ALLOY 909							
1889186	COMPUESTO SINTETICO							HPO (SYNTOL)
1889188	ACEITE CNX PGOL 1000							
1904147	ACEITE SINTETICO PAG ENGRANES ISOVG220	Mobil <u>Glygoyle</u> 30				TIBELA 220		TRIBOL 800/KLUBER GH6-220

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889190	ACEITE SINTETICO S-460 ANS460	Mobil SHC 634						
1889192	ANTINFLAMABLE HP V-46	Mobil <u>Pyrogard</u> 53			<u>irus</u> fluid C	<u>irus</u> fluid C		HP-5046 UCON
1889193	ANTINFLAMABLE V-40	<u>Nivac</u> FR 200		<u>Nivac</u> Fr-200				
1922964	Lubricante Shell Heat Transfer Oil S2	<u>Mobiltherm</u> 605				Shell Heat Transfer Oil S2		
1924631	Aceite <u>SemiSinté</u> engranajes abiertos y cables. Código anterior 1923962	Mobil SHC <u>Gear</u> 3200				Malleus GL205 <u>isoVG</u> 870cST a 40°C		

Tabla 6. Homologación grasas lubricantes equivalencias grado ISO - Comerciales/proveedores.

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889194	GRASA ASFALTO SOLIDO							Asfalto Solido
1889195	GRASA DE LITIO NLGI 1	<a href="#">Mobilux EP 1</a>		AW 1	<a href="#">Alvida LC 1</a>	Gadus S2 V220 1		<a href="#">Molub Alloy 860 (Tribol)</a>
1889196	EXT.PRESION NLGI # 2	<a href="#">Mobilux EP 2</a>			<a href="#">Alvania EP 2</a>	Gadus S2 V220 2	<a href="#">Multifak EP2</a>	
1889197	EXT.TEMPER. NLGI # 2	<a href="#">Mobilith SHC 220</a>	<a href="#">Unirex 2</a>			Gadus S3 V220 C2		
1889198	RODAMIENTOS NLGI # 2	<a href="#">Mobilgrease XHP 222</a>		<a href="#">Mobilux 2</a>	<a href="#">Alvania RL 2</a>	Gadus S2 V220 2	MULTIFAK 2	
N/A	RODAMIENTOS NLGI # 3	<a href="#">Mobilux EP 3</a>			<a href="#">Alvania R-3</a>	Gadus S2 V220 3		
1889199	MULTIPROP.NLGI # 2	<a href="#">Mobilgrease XHP 222</a>	<a href="#">Multipurpose H</a>	<a href="#">Mobilgrease MP 2</a>	<a href="#">Retinax WB</a>	Gadus S2 V220 2	<a href="#">Marfak Multipurpose</a>	
1923883	MULTIPROP.NLGI # 2 HP ISO VG220 Ant. 1889200	<a href="#">Mobilgrease XHP 222</a>				Gadus S3 V220 AD2		<a href="#">Molub Alloy 860/220</a>
1924547 1923436	MULTIPROP.NLGI # 2 HP ISO VG460 Ant. 1889201	<a href="#">Mobilith SHC 460</a>				Gadus S3 V460 D2		<a href="#">Molub Alloy 860/460</a>
1927722	SEMIFLUIDA-FGM/FGS 1924548 1889202							FGM (Syntoil)
1889203	GRASA HEAVY 1,5	<a href="#">Mobilith SHC 460</a>						
1889204	SINTETICO N°3							MPR (Syntoil)
1889205	MULTIUSOS SINTETICO							MPSI (Syntoil)

COD.SAP	DENOMINACIÓN INTERNA PAZDELRIO	ExxonMobil	ESSO	MOBIL	SHELL	SHELLNUEVO	TEXACO	PROQUIN/TERPEL/UCON
1889206	GRASA P/ENGRANAJR NLGI D-1092							
1922903	GRASA SOLE EN BLOQUES							POSUELOS(Terpel)/ALLOY 659
1889207	MOLIBDENO BISULFURO /400ml	<a href="#">Mobilgrease XHP 322 Mine</a>						OKS 511 ( <a href="#">Molytec</a> )
N/A	GRASA HEAVY DUTY NLGI	<a href="#">Mobilith SHC 1500</a>						MOLUB ALLOY 777 IQA
1918171	GRASA POLIUREA EP2 NLGI2 - ISO VG220	<a href="#">Mobil SHC Polyrex 222</a>				GADUS S3 T220		
N/A	GRASA HEAVY DUTY NLGI	<a href="#">Mobilith SHC 1500</a>						MOLUB ALLOY 777 IQA
1918170 1925105	CARTUCHO CON GRASA ESTAMINA EP2 NLGI2 GRASA LUBRIC. EN BLOQUES NLGI6 JAB SODIO					Cartucho para Gadus S3 T-220		
1924542	GRASA SINTETICA ALTA TEMPERATURA NLGI NO.1-1/2 REF.4540.TRIBOL, CSHD.CONEXO, HTS 500.SYNTOIL.				<a href="#">SHELL VERENA C ISO VG 90/103</a>			

2.1.6 Inspección, control y análisis de lubricantes.

2.1.6.1 Control y análisis de lubricantes en equipos críticos. En el área de coquería existen, principalmente, dos (2) tipos de equipos críticos en cuanto a costos y gastos de reparación, y, de igual forma, de gran impacto sobre la operación. Estos equipos son dos (2) turboextractores de gas y dos (2) turbocompresores ubicados en la sección de carboquímicos o subproductos del proceso de coquería.

La necesidad del análisis y control resulta del historial de fallas emergentes en las turbomáquinas en un periodo de 1 año, teniendo en cuenta que la rutina de mantenimiento preventivo está establecida cada 90 días. Durante cada falla emergente los resultados de muestreo de aceite evidencian un desgaste severo de los componentes, lo que sugiere un control y monitoreo constante del nivel de limpieza de los lubricantes empleados en este tipo de equipos.

Tabla 7. Comparativo de costos por fallas vs. mantenimiento preventivo por microfiltrado en turbomáquinas - Coquería.

<b>TURBOMÁQUINAS - COQUERÍA</b>			
<b>Costo de Falla emergente</b>		<b>Costo de <u>Microfiltrado</u></b>	
# Fallas / 1 año	4	Valor unitario elementos filtro	\$ 150.000
Valor de insumos x cambio de aceite	\$ 10.251.560	Costo energía (4 <u>hr aprox</u> )	\$ 1.680
Costo de cada falla (o cambio de lubricante)	\$ 2.562.890	Costo de HH (no continuas)	\$ 16.250
* No se incluyen los costos incurridos por pérdida de producción o lucro cesante.		Costo <u>microfiltrado y análisis</u>	\$ 167.930

El análisis y microfiltrado del lubricante, de cada turbomáquina, se realiza cada 60 días, es decir 30 días antes de la fecha programada para su sustitución cíclica. En este punto se puede evaluar la condición del lubricante y restablecerla a parámetros permisibles, según código de limpieza para ese tipo de equipos. También a partir de ese punto se adelanta el monitoreo y microfiltrado, cada 30 días por 2 periodos consecutivos, para de esta forma poder incrementar en un 10% la frecuencia inicial de sustitución cíclica del lubricante, cada vez que se monitoree y reestablezca la condición del lubricante. La tabla 9 muestra de forma gráfica lo anteriormente expresado.

Tabla 8. Tabla de incrementos de frecuencia por sustitución cíclica, en función del monitoreo y control al lubricante.

TURBOMÁQUINAS Coquería	Frecuencia (días)			
	Frecuencia inicial para cambio de lubricante	90,0	99,0	108,9
Actividad de Microfiltrado y análisis	0	60	30	30

Esta simple actividad de monitoreo y control de contaminantes de los lubricantes en las turbomáquinas generaría ahorros en costos de mantenimiento anual en relación a la lubricación del orden del 20%. Así como también impactaría positivamente la gestión ambiental de la compañía, por la reducción en la generación de residuos contaminantes.

2.1.6.2 Establecer código de limpieza. La ISO 4406-99 tiene parámetros preestablecidos de códigos de limpieza, establecidos según el tipo de componente mecánico a lubricar y a la condición de lubricación predominante. Los componentes evaluados, en este caso las turbomáquinas, tienen comportamientos dinámicos similares a las bombas centrifugas, cuyo código de limpieza es 18/17/16, por lo tanto, este se toma como parámetro de referencia inicial.

Los análisis de lubricante posteriores a las rutinas de sustitución cíclica del aceite muestran códigos de limpieza muy próximos a 18/15/12, llegando hasta 1, código que excede por mucho el nivel promedio recomendado tanto para partículas de 4  $\mu\text{m}$  como de 6  $\mu\text{m}$ . Este código, en el que se exceden los promedios recomendados para 4  $\mu\text{m}$  o para 6  $\mu\text{m}$  y hasta 1 código para 14  $\mu\text{m}$ , solo se ha presentado cuando se hace el análisis de lubricantes en los casos de fallas catastróficas.

Por lo anterior, y no en menor medida por factor de índole de viabilidad técnica y económica, se recomienda manejar un código de limpieza de lubricante, para las turbomáquinas del proceso de coquería, con valores que se encuentre dentro de los límites normales recomendados para un 18/15/12.

Ilustración 17. Muestreo de calidad aceite en turboextractor de gas en condición de falla emergente (izquierda) y condición final después filtración (derecha).

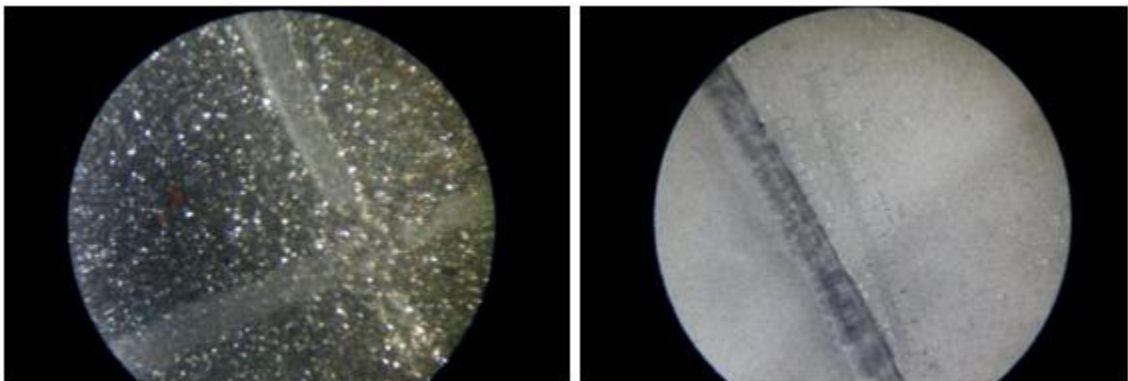
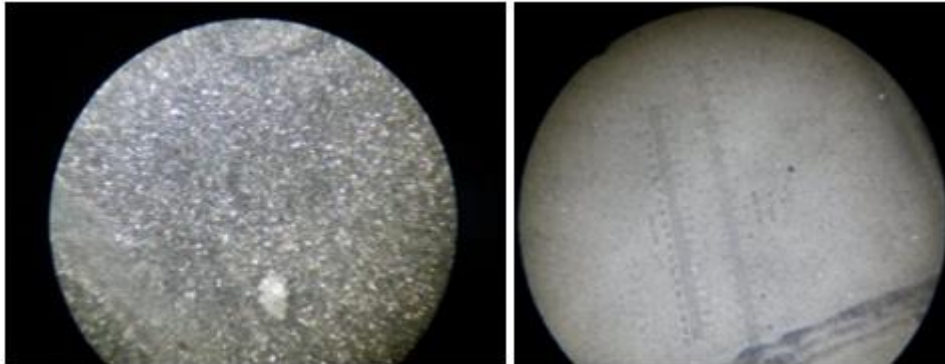


Ilustración 18. Muestreo de calidad aceite en turbocompresor en condición de falla emergente (izquierda) y condición final después filtración (derecha).



Las anteriores imágenes evidencian de forma clara la captura del material particulado contenido en un lubricante, lo cual, dependiendo de las características físicas y químicas del elemento en suspensión, puede ser un indicador de:

1. Una condición tribológica presente o predominante en el mecanismo durante un periodo de servicio (abrasivo normal o acelerado, erosivo, etc.)
2. La presencia de agentes contaminantes, bien sea por fuentes externas (sílice, agua, etc.) o por el manejo durante la manipulación del producto.

2.1.7 Formación y entrenamiento en lubricación. Se propone fortalecer y/o crear alianzas estratégicas en conjunto con los departamentos de talento humano, HSEQ, mantenimiento, almacén, entre otros; con el propósito de aprovechar y explotar al máximo todo el soporte técnico que puedan ofrecer los distintos proveedores de lubricantes, para generar planes de acción que contribuyan a alcanzar estándares competitivos de disponibilidad, confiabilidad y calidad respecto a otras compañías del mismo sector siderúrgico a nivel mundial. Todo soportado, ajustado y orientado con los lineamientos y visión corporativa de la compañía.

Las estrategias se enfocan en mejorar las competencias y habilidades de todo el personal involucrado en la cadena de suministro, uso y disposición final del lubricante. Con lo que se lograrían beneficios como:

- Mejores resultados en ejecución de planes de manejo ambiental.
- Acciones para mejoramiento, rediseños o descarte de equipos y sistemas que impacten significativamente al negocio.
- Mayor cantidad de colaboradores motivados y comprometidos con sus labores.
- Agrega valor a los bienes o productos adquiridos, factor que también podría ser considerado dentro de los procesos licitatorios, en lo que respecta al nivel financiero.

Como el objeto de los procesos de formación y entrenamiento va dirigido en mayor medida al personal de orden táctico, también sería conveniente involucrar a los más altos niveles de la organización, incluso a los niveles estratégicos. Esto debido a que gran parte de los pequeños grandes cambios en la forma de hacer las cosas surge como resultado de capacitar, entrenar y motivar al personal, y la mejor forma de ver y recibir ese tipo de ideas es siendo parte de esos mismos procesos.

Lo anterior entiéndase también mejor como una mejora enfocada, tal y como se conoce en el TPM, que, adicionalmente, puede venir acompañada con una mayor

sensibilización del personal sobre los procesos que inciden de forma significativa sobre el funcionamiento de los equipos y, así mismo, sobre la calidad de los productos.

### 3. CONCLUSIONES

Independientemente de la criticidad asignada a cada sistema, subsistema o componente de cualquiera de los grupos principales de la siderúrgica, todos los componentes debe ser lubricados, por lo menos una vez, durante su ciclo de vida, de ahí la razón por la cual la lubricación adquiere gran relevancia dentro del ciclo productivo y de generación de riqueza de los activos.

Los distintos conceptos de mejora continua, aplicados inicialmente en el cuarto de lubricantes, propician ambientes sanos, limpios y seguros para trabajar, lo que incide sobre la calidad de los trabajos prestados.

Los cambios propuestos y efectuados en la herramienta SAP a las rutas de las rutinas de lubricación, mejoran levemente los resultados, sin embargo estos tiempos y porcentajes de cumplimiento deben ir mejorando de forma progresiva, por lo cual se requiere de un constante seguimiento y control a dichos ajustes para garantizar su efectividad

La propuesta e implementación piloto, en cuarto lubricantes de coquería, de la codificación LIS en conjunto con algunos principios del TPM, ha promovido herramientas para eliminar confusiones y errores de manejo en la aplicación de los lubricantes.

El minucioso y detallado proceso de análisis y monitoreo de aceites, en donde la prioridad está en conservar componentes críticos, eliminando los malos actores, genera grandes beneficios tanto para la integridad de los activos (logrando mejorar

y maximizar su ciclo de vida, tanto para equipos como consumibles), y obtiene los más altos valores de productividad de los mismos, viéndose esto reflejado en valores de disponibilidad mucho más altos.

El principal beneficio de las tablas de homologación en conjunto con la codificación LIS, es facilitar la identificación y aplicación del lubricante, independientemente de cual sea el nombre comercial. Esto en vista de que una correcta identificación es primordial para garantizar la aplicación correcta de producto a un mecanismo lubricado.

Finalmente brindar entrenamiento y capacitación en todos los niveles del personal hace parte de la gestión de mantenimiento, ya que se esmera por orientar la mentalidad de su talento humano hacia labores preventivas y predictivas, ajustado a planes claramente definidos y estructurados, con indicadores que valoren la gestión y dando manejo a la información para que sea objetiva y concreta para todos los interesados.

## BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN, Pedro. Tribología y lubricación industrial y automotriz, Litochoa, 4 ed., Bucaramanga, 2006

AMENDOLA, L. Gestión integral del mantenimiento de activos como estrategia de negocios (Assessment, PASS 55 – ISO 55000) [en línea] [consultado: Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Amendola2011.pdf>

ARDILA, Camilo, VEGA, Nelson. Diseño de estrategias TPM en la división de mantenimiento minas acerías Paz del Rio [Base de dato en línea]. Universidad Industrial de Santander [Bucaramanga, Colombia], 2010.

BENÍTEZ, Luis. La tribología como herramienta de dirección en el mantenimiento [en línea]. [consultado: Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/2000-2.htm>

CHISCO, Diana, RODRIGUEZ, Leonardo. 5S como base para la implementación de la estrategia TPM en el taller de reconstrucción de la empresa Carbones del Cerrejón [Base de dato en línea]. Universidad Industrial de Santander [Bucaramanga, Colombia], 2013.

Convenio N° 063 de 2005, Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados. Colombia: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. [en línea]. [fecha de consulta: Noviembre 2016]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/manual\\_aceites\\_usados.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/manual_aceites_usados.pdf)

GALLEGO, Daniel. Implementación del programa de lubricación productiva PLP en la planta de Colanta Armenia. [en línea]. Universidad Nacional de Colombia [Medellin, Colombia], 2009. Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/890/1/1128464537\\_2009.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/890/1/1128464537_2009.pdf)

Historia PazdelRío [en línea] [consultado: 15 agosto 2016]. Disponible en: <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Institucional/Paginas/default.aspx>

Instituto Internacional de estandarización. Energía en fluidos hidráulicos: Método para codificar el nivel de contaminación por partículas sólidas, ISO, 1999, (ISO 4406).

LIS – Un Nuevo Sistema de Identificación de Lubricantes [en línea]. 21 noviembre de 2013 [consultado: 15 agosto 2016]. Disponible en: <http://noria.mx/lublearn/lis-un-nuevo-sistema-de-identificacion-de-lubricantes>

MORA, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, Alfaomega Colombiana S.A., Bogotá D.C., 2009.