



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECANICO

ELECTRICISTA

**“IMPLEMENTACION DE UN MANTENIMIENTO BASADO
EN EL ANALISIS DE ACEITE PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE UNA EXCAVADORA CAT 336 DE
GYM - TACNA”**

Presentado Por:

Bach. DOMINGUEZ SOTO DIEGO CRISTOFER

Asesor:

Dr. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA

LAMBAYEQUE - PERU

Diciembre del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECANICO

ELECTRICISTA

**“IMPLEMETACION DE UN MANTENIMIENTO BASADO
EN EL ANALISIS DE ACEITE PARA INCREMENTAR
LA DISPONIBILIDAD DE UNA EXCAVADORA CAT 336
DE GYM - TACNA”**

Presentado Por:

Bach. DOMINGUEZ SOTO DIEGO CRISTOFER

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : Msc. Fredy Dávila Hurtado

SECRETARIO : Ing. Oscar Méndez Cruz

VOCAL : Msc. Amado Aguinaga Paz

ASESOR : Dr. Aníbal J. Salazar Mendoza

LAMBAYEQUE - PERU

Diciembre 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TITULO

“IMPLEMETACION DE UN MANTENIMIENTO BASADO EN EL
ANALISIS DE ACEITE PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE UNA EXCAVADORA CAT 336 DE GYM -
TACNA”

CONTENIDOS

- CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.
- CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.
- CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.
- CAPITULO IV: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN.
- CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.
- CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Presentado por:

Bach. DOMINGUEZ SOTO DIEGO CRISTOFER

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

ASESOR

LAMBAYEQUE – PERU
DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A mis padres, por darme su apoyo incondicional día a día, por el sacrificio que han brindado en mí, y por las esperanzas que pusieron para poder realizarme profesionalmente, y hacerme una persona de bien.

A mi abuela que ha sido una gran ayuda, y me apoyo en los momentos más cruciales.

A mis hermanos que me motivaron a seguir siempre hacia adelante y me apoyaron siempre en la parte emocional, ayudándome a trazar mis metas y realizar mi vida profesional.

A mi prometida por estar en los momentos difíciles de mi carrera brindándome apoyo emocional, y ayudando a mi crecimiento como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar conmigo en todo momento durante mi vida profesional.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a los catedráticos quienes fueron el aporte de los conocimientos que hoy en día llenan mi profesión.

A mi asesor de tesis el Ing. Salazar Mendoza Aníbal Jesús por haber orientado de manera adecuada y desinteresada, en la elaboración de mi trabajo de investigación.

A todas las personas que me ayudaron hasta llegar a este punto crucial de mi vida profesional.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE	4
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE ILUSTRACIONES	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION	15
1. Realidad problemática	15
2. Formulación del problema	15
3. Delimitación de investigación	15
3.1. Generalidades de la empresa	16
3.2. Personal de la empresa.....	16
3.3. Lineamientos primordiales de la empresa	17
4. Justificación e importancia de la investigación	18
5. Limitaciones de la investigación	20
6. Objetivos de la investigación	20
6.1. Objetivo general.....	20
6.2. Objetivos secundarios	20
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	21
1. Antecedentes de estudios.....	21
2. Desarrollo de la temática.....	22
2.1. Implementación de un plan de mantenimiento	22
2.1.1. Tipos de mantenimiento	22
2.1.1.1. Mantenimiento correctivo	22
2.1.1.2. Mantenimiento Preventivo	23
2.1.1.3. Mantenimiento Predictivo	23
2.1.1.4. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).....	23
2.1.1.5. Mantenimiento En Uso	24
2.1.2. Modelos de mantenimiento	24

2.1.2.1.	Modelo Correctivo	25
2.1.2.2.	Modelo Condicional	25
2.1.2.3.	Modelo Sistemático.....	26
2.1.2.4.	Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad	27
2.1.3.	Parámetros de mantenimiento	28
2.1.3.1.	Efectividad del sistema	28
2.1.3.2.	Disponibilidad de equipos.....	28
2.1.3.3.	Equipo de reserva.....	28
2.1.3.4.	Confiabilidad de equipos.....	28
2.1.3.5.	Mantenibilidad de equipos	28
2.2.	Plan anual de mantenimiento	29
2.3.	Análisis de aceite:	32
2.3.1.	Conceptos generales:.....	33
2.3.2.	Categorías del análisis de aceite:.....	34
2.3.3.	Condición del lubricante:	35
2.3.4.	Viscosidad medida a 40°C y 100°C:	36
2.3.5.	Análisis de la condición del aceite	36
2.3.5.1.	HOLLIN (Scoot)	37
2.3.5.2.	Oxidación:	38
2.3.5.3.	Sulfatación:	39
2.3.5.4.	Nitración.....	40
2.3.6.	Aditivos	41
2.3.6.1.	Aditivos antidesgaste	42
2.3.6.2.	Aditivos Extrema Presión	42
2.3.6.3.	Aditivos Dispersantes	43
2.3.6.4.	Aditivos detergentes.....	43
2.3.6.5.	Aditivos Antioxidantes	43
2.3.6.6.	Aditivos Inhibidores de Corrosión	44
2.3.6.7.	Aditivos Inhibidores de Herrumbre	44
2.3.7.	Índice PQ	45
2.3.8.	Contaminación	46
2.3.8.1.	Productos incorrectos.....	46
2.3.8.2.	Contaminación con agua	47
2.3.8.3.	Contaminación con glicol.....	48
2.3.8.4.	Contaminación con combustible.....	50
2.3.8.5.	Prueba de la mancha	52

2.3.9.	Partes por millón.....	54
2.3.10.	Contaminación con partículas.....	54
2.3.11.	Desgaste metálico – detección de partículas	58
2.3.12.	Detección de elementos de desgaste	59
2.3.13.	Limites Referenciales de desgaste por componente.....	64
2.4.	Programas de análisis de aceite	65
2.4.1.	Análisis de fluidos de Servicios CAT SOS:.....	65
2.4.2.	Análisis de lubricante Movil Serv:	67
2.5.	Indicadores de gestión: KPI.....	69
2.5.1.	Características de los KPI	69
2.5.2.	Ejemplos de indicadores de gestión.....	70
3.	Terminología.....	71
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO		73
1.	Tipo de investigación	73
2.	Población y muestra	73
2.1.	Población.....	73
2.2.	Muestra	73
3.	Hipótesis.....	74
3.1.	Hipótesis general.....	74
3.2.	Hipótesis específicas.....	74
4.	Variables – operacionalizacion	74
4.1.	Variable independiente.....	74
4.2.	Variable Dependiente.....	74
4.3.	Indicadores	74
Métodos y técnicas de investigación		75
4.4.	Método de investigación:	75
4.5.	Técnicas de investigación.....	75
4.5.1.	Observación.....	75
4.5.2.	Entrevista.....	75
5.	Descripción de instrumentos utilizados	76
5.1.	Instrumentos de medición.....	76
5.2.	Documentos del mantenimiento	78
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACION		79
1.	Mantenimiento.....	79
1.1.	Equipos críticos.....	79
1.2.	Análisis de aceite de la excavadora CAT 336 codificada como 14001:.....	79

1.2.1.	Análisis de Mando Final Izquierdo:.....	80
1.2.2.	Análisis de Mando Final Derecho	83
1.2.3.	Análisis de Mando Rotación:	86
1.2.4.	Análisis de Sistema Hidráulico:	89
1.2.5.	Análisis de Motor: 19 febrero 2017.....	92
1.2.6.	Análisis de Motor: 26 marzo 2017.....	96
1.3.	Mantenimiento de la excavadora CAT 336 – código 14001	99
1.4.	Disponibilidad de excavadora CAT 336 – Código 14001	104
1.4.1.	Inoperatividad mensual en horas de la Excavadora Cat 336	107
1.5.	Valorización de servicios excavadora CAT 336 – código 14001.....	109
CAPITULO V: DISCUSION DE LOS RESULTADOS		111
1.	Contrastación con hipótesis.....	111
1.1.	Contrastación con hipótesis general.....	111
1.2.	Contrastación con hipótesis específicas o secundarias.....	111
2.	Contrastación con los objetivos.....	112
2.1.	Contrastación con objetivo general.....	112
2.2.	Contrastación con objetivos secundarios	112
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		114
1.	Conclusiones.....	114
2.	Recomendaciones.....	115
2.1.	Recomendaciones generales del mantenimiento.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		117
ANEXOS.....		119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: administración de la empresa GyM	17
Tabla 2: Conceptos de análisis de aceite I	33
Tabla 3: conceptos de análisis de aceite II	33
Tabla 4: pruebas para categorías de aceite	35
Tabla 5: viscosidades de aceites de diferentes compartimientos.....	36
Tabla 6: Familia de elementos por tipo de aditivos	45
Tabla 7: prueba de la mancha	53
Tabla 8: desgaste metálico por medio de detección de partículas.....	58
Tabla 9: elementos reportados típicamente en el desgaste.....	60
Tabla 10: familias de elementos por metalurgia de la maquinaria	62
Tabla 11: familia de elementos por ambiente de operación.....	63
Tabla 12: Límite de desgaste por componente en Motor Diésel	64
Tabla 13: Límite de desgaste por componente en Hidráulicos	64
Tabla 14: Límite de desgaste por componente en Transmisiones	65
Tabla 15: Límite de desgaste por componente en engranajes, ejes, diferenciales, mandos finales, planetarios	65
Tabla 16: Análisis de aceite excavadora – Mando Final Izquierdo.....	80
Tabla 17: Análisis de aceite de excavadora – Mando Final Derecho	83
Tabla 18: Análisis de aceite excavadora – Mando de rotación.....	86
Tabla 19: Análisis de aceite excavadora – Sistema hidráulico	89
Tabla 20: Análisis de aceite excavadora – Motor I	92
Tabla 21: Análisis de aceite excavadora – Motor II.....	96
Tabla 22: Mantenimiento de excavadora a 7500 horas	100
Tabla 23: Mantenimiento de excavadora a 8000 horas	101
Tabla 24: Mantenimiento de excavadora a 8500 horas	102
Tabla 25: Mantenimiento de excavadora a 9000 horas	103
Tabla 26: Disponibilidad de Excavadora 336 CAT – Código 14001.....	104
Tabla 27: Cuadro de inoperatividad de la excavadora CAT 336	107
Tabla 28: Valorización de servicios excavadora CAT 336 - código 14001	109

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: muestra de aceite	32
Ilustración 2: categorías de análisis de aceite	34
Ilustración 3: prueba de aceite	35
Ilustración 4: Nivel de Hollin	38
Ilustración 5: aditivos con aceite lubricante	42
Ilustración 6: diversas formas de contaminación del aceite lubricante.....	46
Ilustración 7: productos incorrectos	46
Ilustración 8: contaminación con agua	48
Ilustración 9: contaminación con partículas de glicol	49
Ilustración 10: razón entre cantidad de sodio y boro	50
Ilustración 11: inyección directa	51
Ilustración 12: mancha detectada.....	52
Ilustración 13: calidad de la mancha	53
Ilustración 14: canales de medición de partículas	55
Ilustración 15: deterioro por medio de partículas	56
Ilustración 16: límites de visibilidad del ojo humano	56
Ilustración 17: utilización de código de contaminación solida ISO	57
Ilustración 18: 75-85% de fallas en sistemas hidráulicos son causados por contaminación.....	57
Ilustración 19: relación Contaminación - Desgaste	59
Ilustración 20: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos I....	60
Ilustración 21: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos II...	61
Ilustración 22: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos II...	61
Ilustración 23: El ciclo de análisis de aceite SOS	67

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con la principal razón de poner un alto a las muchas paradas que se presentaban en los equipos, en esta tesis realizara un mantenimiento de la excavadora CAT 336 codificada 14-100 operada bajo la supervisión de la empresa GyM. En el "Proyecto "Vial de Integración Tacna-La Paz" (Tramo Tacna-Collpa), en el cual es afectada afectaba por un gran número de paradas que suelen ocurrir con mucha continuidad durante el transcurso de las actividades.

El objetivo principal es dar un mantenimiento eficaz mediante el análisis de aceite el cual se hace a través de programas de analisis, en este caso los análisis se hicieron con la ayuda del Mobil serv, es un programa que analiza los lubricantes de la maquinaria, identificamos los problemas que se suscitan o que pueden suceder, de esta manera se logra evitar las paradas mecánicas ocurrentes con frecuencia en el proyecto, las cuales ocurrían concurridamente. Por ello se puso interés en el tipo de mantenimiento basado en un análisis del aceite para adelantar a las fallas que podrían haber causado durante algún trabajo o labor. Se utiliza un plan que se adecue al equipo, de acuerdo al trabajo que realiza. En el se observa cómo se ha empleado correctamente un adecuado Mantenimiento a la excavadora dependiendo del equipo se ha hecho tablas para saber el momento del mantenimiento de la parte a utilizar.

Se concluye que si se desarrolla el siguiente plan de mantenimiento, reduciría en su totalidad las paradas, dando como resultado un rendimiento mayor en el equipo, menor gasto por pérdidas y menor tiempo consumido en el proyecto. Para el desarrollo de esta investigación, se hizo de acuerdo a cada manual del equipo.

PALABRAS CLAVE: Plan de mantenimiento, análisis de aceite, lubricación.

ABSTRACT

The research work was carried out with the main reason for putting a stop to the many stops that were presented in the teams, in this thesis carried out a maintenance of the excavator CAT 336 encoded 14-100 operated under the supervision of the company GyM. In the "Project" Tacna-La Paz Integration Road "(Tacna-Collpa section), in which it is affected, it was affected by a large number of stops that usually occur with great continuity during the course of the activities.

The main objective is to provide an effective maintenance through the analysis of oil which is done through analysis programs, in this case the analyzes were made with the help of the Mobil serv, it is a program that analyzes the lubricants of the machinery, we identify the problems that arise or that can happen, in this way it is possible to avoid the mechanical stops often occurring in the project, which occurred concurrently. Therefore, interest was placed on the type of maintenance based on an analysis of the oil to anticipate the failures that could have been caused during some work or work. A plan that adapts to the team is used, according to the work performed. In it is observed how it has been properly used an adequate maintenance to the excavator depending on the equipment has been made tables to know the time of maintenance of the part to be used.

It is concluded that if the following maintenance plan is developed, it would reduce downtime in its entirety, resulting in a higher performance in the equipment, lower expense for losses and less time consumed in the project. For the development of this research, it was done according to each team manual.

KEYWORDS: Maintenance plan, oil analysis, lubrication.

INTRODUCCION

La presente investigación tiene como tema principal la implementación de un procedimiento de mantenimiento adecuado teniendo en cuenta las características que arroja el análisis de aceite de una excavadora CAT 336 codificada como 14001 perteneciente a la empresa Graña y Montero, el cual se puede definir como el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en el equipo, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Este tema tuvo mucho interés después de la revolución industrial con el auge de las máquinas, el mantenimiento siempre ha cumplido un papel muy sobresaliente para conservar y prolongar la vida útil de las herramientas de trabajo (maquinaria). Al pasar de los años se han implementado diversas formas de mantenimiento, hoy en día, podemos destacar tres tipos el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, entre otros, pero hoy en día el tema del mantenimiento a ido avanzando mucho debido a que existen métodos para desarrollar un mantenimiento adecuado como en este caso mediante el análisis del lubricante aplicado a sectores como el vehicular. Destacando de manera más relevante el mantenimiento preventivo y predictivo, estos tipos de mantenimiento pueden resultar costosos, pero si se observa desde un punto de vista a un tiempo más adelante nos resulta mucho más económico, solo pensar en que invierte para que la maquinaria no tenga problemas, defectos o paradas que son perjudiciales tanto para los equipos como para el objetivo real de la empresa.

Estos tipo de mantenimiento tiene como característica principal encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, el cual

permite, tener un control más eficiente del equipo dándole un mejor rendimiento, evitando las paradas mecánicas, y siendo más eficiente para la empresa y subir la productividad y ejecución en sus labores diarios propios de Graña y Montero.

Graña y Montero es una empresa que ha venido brindando soluciones de ingeniería en el mantenimiento de infraestructura vial y ferroviaria. Es una empresa que tiene como uno de sus fines el mantenimiento y construcción de carreteras, por ende utiliza equipos pesados diseñados para estos tipos de trabajos, además cuenta con equipos de movilidad de personal, entre otros que tiene que ver con el labor principal o intereses afines a la empresa.

Además Graña y Montero tiene como política generar beneficios para la sociedad y cuidados con el medio ambiente. Ello les permite construir confianza y trascender como organización, promoviendo un círculo virtuoso de desarrollo. Nuestra Política de Sostenibilidad define lineamientos claros y compromisos sobre los 7 temas más importantes para nuestra gestión sostenible: ética, desarrollo de personas, excelencia operacional, seguridad, medio ambiente, comunicación, y compartir el bienestar con la sociedad.

La implementación de este programa de mantenimiento fue puesta en marcha para el “Proyecto Vial de Integración Tacna-La Paz” (Tramo Tacna –Collpa), el cual tiene una extensión de 144 km de carretera.

Para dar razón a lo anterior, es de suma importancia el de llevar a cabo un plan de mantenimiento seguro, ordenado y sobre todo responsable, respetando cada uno de los pasos a seguir. Para poder mantener a los equipos bien alineados y en buen estado para el propio bienestar de la empresa respetando y mejorando la fuente lucrativa y productividad de la misma.

Por esta razón es que emerge la necesidad de implementar un correcto plan de mantenimiento del equipo a un costo razonable. Por ello amerita un diseño sostenible que procure la continuidad de la productividad de la empresa, mejorando la vida útil de la excavadora, ayudando al rendimiento, conllevando a una productividad, disminuyendo el tiempo de ocio, disminuyendo los costos de mantenimiento correctivo, mayor satisfacción del cliente, y de manera general una mejora continua.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION

1. Realidad problemática

El “Proyecto Vial de Integración Tacna-La Paz” (Tramo Tacna – Collpa), ejecutado bajo la supervisión de la empresa Graña y Montero es un proyecto que consiste en la construcción de la carretera de Tacna hasta La Paz, en el cual siempre se encuentra ciertas dificultades que perjudican a la obra con cierta frecuencia, un problema que hacia retrasar los planes y programaciones dadas a lo largo de la obra, es el problema de las paradas mecánicas que ocurren en dicho tramo.

El problema radica en la cantidad de paradas mecánicas que ocurren en la excavadora, debido a una inadecuada gestión de mantenimiento, logrando la ineficiencia del equipo debido a que se malogra y reduce su tiempo de vida o uso. Haciendo retrasar el proyecto, bajar el rendimiento, haciendo mayor el tiempo de ocio, y la producción del trabajo disminuye consecuentemente.

2. Formulación del problema

De este problema se generar interrogantes y las tenemos que mencionar a continuación:

¿Cómo podemos poder ejecutar un mantenimiento del equipo teniendo en cuenta el análisis del aceite, para reducir el tiempo de ocio, aumentando la disponibilidad y reduciendo los costos sin tener que poner en riesgo la seguridad y el medio ambiente?

3. Delimitación de investigación

La presente se llevó a cabo para mantener en optimo estado a la excavadora CAT 336 del “Proyecto Vial de Integración Tacna-La Paz” (Tramo Tacna –Collpa), El

proyecto inicio en el año 2016 hasta la actualidad y se piensa culminar en el año 2021, el cual tiene una extensión de 144 km de carretera.

3.1. Generalidades de la empresa

Desde 1933, Graña y Montero se constituyó como la más grande y experimentada empresa constructora del Perú. Ha desarrollado innumerables proyectos en todos los sectores de la construcción: Infraestructura, Energía, Edificaciones, Minería, Gas y Petróleo, Industria y Saneamiento.

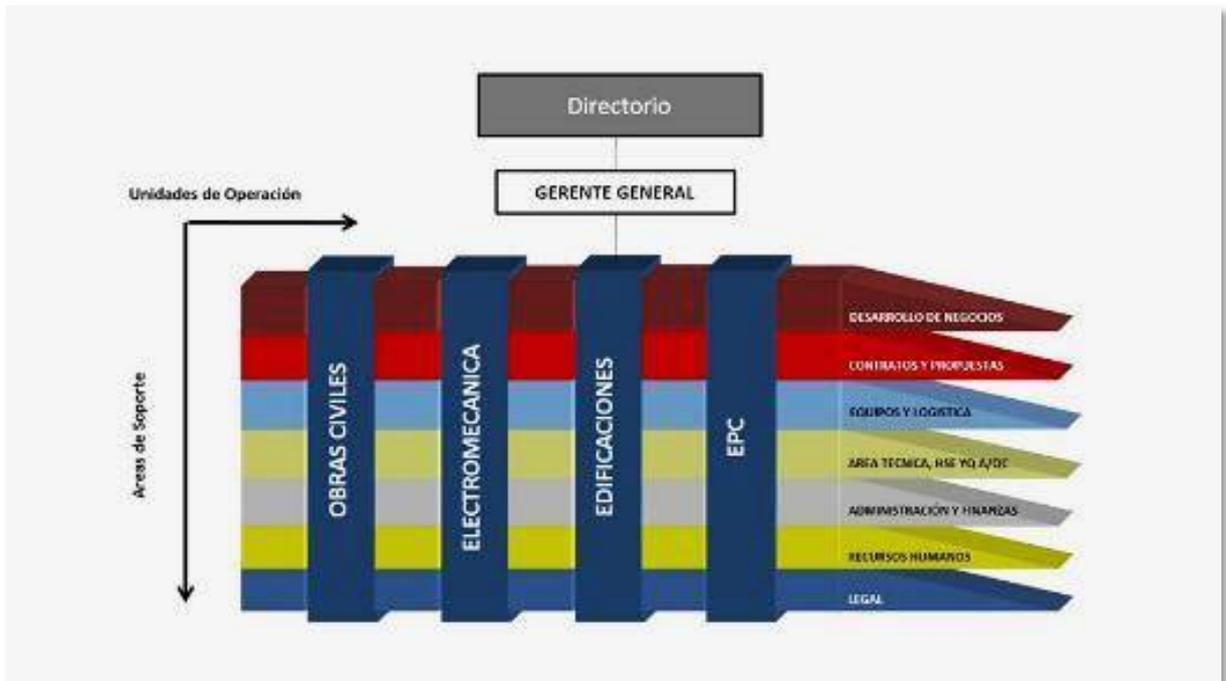
Trabaja con sus clientes desde la concepción de sus proyectos, brindando un gran soporte que genera valor en sus negocios al optimizar recursos, plazos y costos.

Su amplia experiencia, profesionalismo y constante actualización tecnológica, hace que pueda garantizar a sus clientes la entrega de un proyecto con los más altos estándares de seguridad, calidad y entregado antes del plazo pactado, respetando y protegiendo el medio ambiente, y generando oportunidades de desarrollo para las comunidades vecinas al proyecto.

3.2. Personal de la empresa

Se pone a disposición de los clientes, un equipo de profesionales y técnicos altamente especializados y de gran experiencia. Sus equipos están en la capacidad de desarrollar cualquier obra de alta complejidad técnica y geográfica, siguiendo altos estándares de cumplimiento y excelencia operacional. Se cuenta con un total de 2400 colaboradores, y 1000 ingenieros.

Tabla 1: administración de la empresa GyM



3.3. Lineamientos primordiales de la empresa

Como parte del estilo Graña y Montero, se genera valor en el largo plazo, es decir, desarrollar negocios económicamente rentables, pero también beneficiosos para la sociedad y cuidadosos con el medio ambiente. Ello les permite construir confianza y trascender como organización, promoviendo un círculo virtuoso de desarrollo, donde gana la empresa y gana la sociedad.

Nuestra Política de Sostenibilidad define lineamientos claros y compromisos sobre los 7 temas más importantes para su gestión sostenible, de los cuales a partir de estos lineamientos, cada empresa y proyecto del Grupo desarrolla sus propios planes y objetivos, en función a las particularidades y los riesgos de sus negocios:

- a. Ética.
- b. Desarrollo de personas.
- c. Excelencia operacional.
- d. Seguridad.
- e. Medio ambiente.
- f. Comunicación.
- g. Compartir bienestar con la sociedad.

4. Justificación e importancia de la investigación

La empresa Graña y Montero tiene un buen prestigio, cuidado de su imagen y la forma en satisfacer a sus clientes, hace que todo su trabajo sea lo más impecable y que tenga la mejor de los rendimientos, es por ello que el tener un plan de mantenimiento es primordial, ya que al comienzo del proyecto se topaban con muchas averías, puesto que por la llegada de equipos continuamente, realizamos un programa más eficaz el cual reduzca en su totalidad las paradas mecánicas de la excavadora, además se tenía muchas razones para hacer un adecuado plan de mantenimiento, como las que citaremos a continuación:

- a. El tener listo un plan de mantenimiento basado en el análisis de aceite hará más efectiva la labor, con un rendimiento más alto, se evita el ocio y número de paradas mecánicas, evitando el retraso de la obra, y poder con el cumplimiento del tiempo dado, dejando más satisfecho al cliente.
- b. Tomar las decisiones adecuadas después de analizar el comportamiento de la excavadora en un lapso de tiempo y compararlos con los límites condenatorios, para elevar la disponibilidad de la maquinaria pesada utilizada en el proceso productivo.

- c. Se detecta con facilidad algunas fallas antes de que se puedan dar durante el proceso de labor, pudiendo intercambiar a tiempo el equipo por otro en buen estado, es decir, se puede evitar el retraso intercambiando durante el plazo que se tiene que dar un mantenimiento de algún equipo, sin perder tiempo.
- d. El aspecto financiero es muy rentable si se analiza desde el punto de vista, en que, si se espera que un equipo se llegase a deteriorar, y se tuviera que cambiarlo, esperando el tiempo de llegada, y hasta un retraso significativo en el proyecto.

El hecho de implementar hoy en día un buen plan de mantenimiento, es de hecho crucial en cualquier proyecto donde depende de maquinaria pesada, industrial o cualquier equipo que requiera de algún tipo de chequeo frecuentemente. Es por esto es resulta de suma importancia el de realizar con total seriedad y enfoque este proyecto el cual se enfoca en lo que en la actualidad, es un factor importante ya que no nos permite las paradas, que comúnmente ocurre en cualquier proyecto o trabajo o producción, esto permitirá llevar con más confiabilidad y efectividad mayor nuestro labor, rendimiento y eficacia. Conocer el procedimiento del plan de mantenimiento es importante ya que cuanto más se conoce de los procesos, se tomara decisiones acertadas contribuyendo a tener equipos confiables para poder cumplir con los estándares mediante la aplicación del plan de mantenimiento, monitoreo de condiciones y análisis de las diferentes fallas más frecuentes dándonos un panorama de las posibles fallas en los sistemas del equipo. La lista del mantenimiento de cada equipo se utilizó para proyectar fallas futuras gracias a las líneas de tendencia y los historiales obtenidos además de capacitar al personal de las posibles causas de las fallas beneficiándolos a su desarrollo profesional

aumentando la capacidad de solución en los equipos mejorando la disponibilidad de los equipos y por ende su producción.

5. Limitaciones de la investigación

- a. Falta de bibliografía para obtener más información y poder amplificar conocimientos relacionados al tema
- b. Documentos y manuales del equipo que estaban escritos en otro idioma.
- c. Falta de tiempo para de personal encargado de los mantenimientos de equipos.
- d. Falta de capacitaciones para mantenimientos de la excavadora CAT 336.

6. Objetivos de la investigación

6.1. Objetivo general

Implementar un mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 codificada como 14-100 de GyM - Tacna basado en el análisis de aceite.

6.2. Objetivos secundarios

- a. Describir la situación actual para determinar la disponibilidad de la máquina.
- b. Ejecutar las actividades para el mantenimiento basado en el análisis de aceite según el plan de mantenimiento existente.
- c. Determinar la disponibilidad del equipo luego de implementado el mantenimiento.
- d. Evaluar los costos basados en el análisis de aceite.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

1. Antecedentes de estudios

- a. García Garrido Santiago (2003) con su libro nombrado “Organización y gestión integral de mantenimiento”. Este libro trata de explicar cómo aplicar diversas técnicas si usted está buscando mejorar su departamento de mantenimiento: como estudiar sus equipos, para distinguir los importantes de los que no lo son, como diseñar su plan de mantenimiento, como seleccionar el repuesto que debe permanecer en stock, como auditar sus sistema de mantenimiento para buscar puntos de mejora o como gestionar la información que se genera.
- b. Gamarra Villacorta Fernando (2009 – Lima, UNI) con su tesis “Mejora del sistema de mantenimiento de maquinaria en una empresa constructora”. Nos resume los conceptos de la administración del mantenimiento, conocer el nivel de productividad o la disponibilidad y el coeficiente de utilización, además de los índices de gestión, la frecuencia de los mantenimientos preventivos, sus ejecuciones, el tiempo de las reparaciones, el tiempo de parada, el tiempo de producción de los equipos, el nivel de aplicación debe estar en ciertos rangos que nos garanticen los menores costos de mantenimiento, estos conceptos que son tomados en cuenta al evaluar las condiciones en que son llevadas el plan de mantenimiento, índice de gestión e implementar las mejoras pertinentes.
- c. Quinde Rangel Ronald Leonardo (2010 – Guayaquil) Con su tesis “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías lastradas en la provincia del Guayas” se refiere al diseño del sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora donde no se planifica el mantenimiento lo cual se ve reflejado en

su disponibilidad. El sistema de gestión se muestra desde dos partes: La Gestión Administrativa y Técnica que describe el desarrollo del mantenimiento; dónde y cómo se va a organizar, planificar, dirigir y controlar el mantenimiento. Está basada en el Mantenimiento Productivo Total (TPM), con los indicadores claves de mantenimiento, órdenes de trabajo y planes de mantenimiento. La Gestión de Talento Humano, presenta el diseño de la estrategia de las 5 Ss., Matriz de Habilidades, Plan de Capacitación para las actividades de operación y mantenimiento.

2. Desarrollo de la temática

2.1. Implementación de un plan de mantenimiento

Es un proyecto de un modelo sistemático en cual se debe, aplicar y diseñar de acuerdo a los recursos de la empresa, en el cual determinaremos los recursos necesarios para realizar una tarea, antes de que se inicie el trabajo, esto tiene q tener un rol controlado, teniendo en cuenta parámetros como las horas o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

2.1.1. Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

2.1.1.1. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

2.1.1.2. Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.1.1.3. Mantenimiento Predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

2.1.1.4. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es

decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.1.1.5. Mantenimiento En Uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance).

2.1.2. Modelos de mantenimiento

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable. Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que se produce una avería, es conveniente observarlo al menos una vez al mes, y lubricarlo con productos adecuados a sus características. Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero (estas inspecciones estarán incluidas en unas gamas en las que tendremos que observar otros equipos cercanos, por lo que no significará que

tengamos que destinar recursos expresamente para esa función). Esta inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema. La lubricación siempre es rentable. Aunque sí representa un coste (lubricante y la mano de obra de aplicarlo), en general es tan bajo que está sobradamente justificado, ya que una avería por una falta de lubricación implicará siempre un gasto mayor que la aplicación del lubricante correspondiente.

2.1.2.1. Modelo Correctivo

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

2.1.2.2. Modelo Condicional

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

2.1.2.3. Modelo Sistemático

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a este modelo de mantenimiento es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción, y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga. Independientemente de que este reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo.

2.1.2.4. Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es CERO AVERÍAS, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta

la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

2.1.3. Parámetros de mantenimiento

2.1.3.1. Efectividad del sistema

La probabilidad que un sistema opere a toda capacidad durante un periodo de tiempo determinado.

2.1.3.2. Disponibilidad de equipos

La probabilidad que un sistema, subsistema o equipo esté disponible para su uso durante un tiempo calendario dado.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\textit{tiempo disponible}}{\textit{Tiempo calendario}} \times 100$$

2.1.3.3. Equipo de reserva

Equipos instalados en la línea, o en la planta como alternos para ser utilizados cuando el equipo principal no esté disponible

2.1.3.4. Confiabilidad de equipos.

Es la probabilidad que un equipo no falle mientras está operando, durante un tiempo determinado.

2.1.3.5. Mantenibilidad de equipos

Es la probabilidad que un equipo pueda ser reparado en un tiempo determinado, cuando las actividades de mantenimiento son ejecutadas de acuerdo a procedimientos pre-establecidos. Su mejoramiento depende de:

- a. Equipos
- b. Modularidad Estandarización
- c. Métodos de ubicación de fallas

- d. Equipos de prueba
- e. Accesibilidad
- f. Disponibilidad de repuestos
- g. Destreza y cantidad de mantenedores
- h. Herramientas de trabajo
- i. Equipos del levantamiento y materiales
- j. Ambiente y espacio de trabajo
- k. Procedimientos de control de trabajo

2.2. Plan anual de mantenimiento

Es elaborado por el Jefe/Responsable de Equipos de Proyecto, se deben incluir los equipos propios y de terceros, equipos mayores y menores, para este último caso se determina la frecuencia del mantenimiento, considerando lo recomendado por el fabricante en el Manual/Instructivo de operación y mantenimiento de cada equipo y utilizando la información proveniente de los mantenimientos correctivos realizados al equipo hasta la fecha.

Los Jefes/Responsables de Equipos de Proyecto deben tener especial consideración por los equipos críticos.

En el caso de equipos propios, de preferencia el mantenimiento estará a cargo del representante de la marca en la localidad del proyecto, en caso esto no sea posible, el Jefe/Responsable de Equipos de Proyecto analizará la conveniencia de realizarlo con personal competente del área de Equipos y en caso contrario se optará por subcontratar el servicio.

En el caso de equipos alquilados, el mantenimiento preventivo y correctivo se realizarán también de acuerdo al presente procedimiento y deberá ser realizado por el dueño del equipo, quien deberá hacer uso de los registros

definidos en este procedimiento; el proveedor deberá presentar o informar la frecuencia de los mantenimientos correspondientes al equipo antes de que éste inicie operación, esta información deberá ser trasladada por el Jefe/Responsable de Equipos de Proyecto al Programa Anual de Mantenimiento de Equipos.

El Jefe/Responsable de Equipos de Proyecto actualiza el Programa Anual de Mantenimiento de Equipos con la información proveniente de los mantenimientos ejecutados y lo cuelga en el Portal del Conocimiento. La fecha de entrega será dentro de los 10 primeros días de cada mes.

En caso el documento referido sea actualizado deberá indicarse de la siguiente forma:

- a. Los equipos adicionados deberán estar resaltados en el documento con color verde.
- b. Los equipos que ya no se encuentren en el proyecto, sea porque se dieron de baja o se trasladaron a otro proyecto (detallar en observaciones), deberán estar resaltados en color rojo, en ningún caso las líneas correspondientes serán eliminadas

El Jefe/Responsable de Equipos de Proyecto revisa la información enviada de cada proyecto y verifica que los mantenimientos que se programaron hayan sido ejecutados de acuerdo a lo establecido.

El plan de mantenimiento de los equipos debe elaborarse a partir de la selección de la mejor combinación de las políticas enumeradas para cada elemento, coordinadas y/o programadas para conseguir el uso óptimo de los recursos y el tiempo. Idealmente, las acciones preventivas y correctivas para cada equipo y/o maquinaria deberían estar especificadas con cierto detalle por

los fabricantes. Esto raramente se da en los equipos de difícil sustitución en los que el mantenimiento es caro y probabilística.

La gran cantidad de factores que influyen en la selección de la política de mantenimiento hacen que sea necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo.

Las etapas de este procedimiento se explican a continuación:

- a. Clasificación e Identificación de los Equipos
- b. Recogida de Información
- c. Inventario de los equipos
- d. Codificación de los Equipos
- e. Orden de Trabajo (OT)
- f. Solicitud de Materiales
- g. Bitácora de Mantenimiento
- h. Control de los neumáticos
- i. Control de Combustible
- j. Historial del Mantenimiento
- k. Históricos de Averías del Equipo
- l. Selección de la política
- m. Equipos Críticos

Además los el plan anual de mantenimiento debe de contener algunos formatos en caso de algún inconveniente:

Mantenimiento de equipos

- a. Mantenimiento de equipos. (ANEXO 01)
- b. Equipo en mantenimiento. (ANEXO 02)
- c. Equipo fuera de servicio. (ANEXO 03)

- d. Equipos de protección para mantenimiento de servicio. (ANEXO 04)
- e. Lista de verificación de equipos y vehículos (Check List). (ANEXO 05)

2.3. Análisis de aceite:

El aceite reduce el contacto de metal contra metal, la fricción y el desgaste. Además refrigera, obtura y amortigua ruidos y transfiere la potencia.

El informe del laboratorio final es el eje sobre el que cualquier programa de análisis de aceite gira. Sin un sólido conocimiento de los principios básicos de la lectura y comprensión del informe de análisis, el lector es probable que crezca rápidamente frustrado por tratar de dar sentido a los datos de las pruebas aparentemente ininteligibles. Sin embargo, con sólo unas pocas reglas básicas y un poco de comprensión, se puede lograr la interpretación de un informe de análisis de aceite. (ANEXO 19)



Ilustración 1: muestra de aceite

2.3.1. Conceptos generales:

Tabla 2: Conceptos de análisis de aceite I

Abrasión	Desgaste general de una superficie por roce constante debido a la presencia de material extraño, partículas metálicas, o suciedad en el lubricante. Puede también causar rotura del elemento.
Antiespumante	Aditivos para reducir la formación de espuma en productos de petróleo: aceite de silicio para romper burbujas superficiales grandes, y polímeros que disminuyen la cantidad de burbujas pequeñas.
Antioxidantes	Elementos que prolongan la vida útil de un aceite base en presencia de condiciones oxidativas y metales catalizadores, a elevadas temperaturas.
Babbitt	Un metal antifricción, suave, blanco no ferroso, para cojinetes lisos. Generalmente consiste de una aleación de cobre, antimonio, estaño y plomo.
Corrosión	Pérdida de un metal debido a una reacción química entre este y su medio ambiente. Es un proceso de transformación en el cual el metal pasa de su forma elemental a una forma combinada (compuesta).
Desgaste	El agotamiento o el desprendimiento de la superficie de un material como resultado de la acción mecánica.
Detergente	Es un aditivo o un lubricante compuesto que tiene la característica de mantener las materias insolubles en suspensión previniendo así la formación de depósitos. Un detergente puede también dispersar los depósitos ya formados
Emulsión	Mezcla íntima del aceite y del agua, generalmente de un aspecto lechoso o turbio.
Espuma	Aglomeración de burbujas de aire separadas una de otra por una película fina de un líquido.

Tabla 3: conceptos de análisis de aceite II

Ferrografía	Un método analítico de determinar el estado de la máquina cuantificando y examinando partículas ferrosas del desgaste suspendidas en el lubricante o el líquido hidráulico.
Fricción	Fuerza que resiste el movimiento entre dos cuerpos, bajo la acción de una fuerza externa en la cual un cuerpo tiende a moverse sobre la superficie del otro.
Grafito	Forma cristalina de carbón que tiene una estructura laminar, que se utiliza como lubricante. De origen natural o sintético.
Índice de la viscosidad	Medida del cambio de la viscosidad de un líquido con temperatura. A mayor índice de la viscosidad, más pequeño es el cambio relativo de viscosidad con el cambio de temperatura.
Inhibidor	Cualquier sustancia que retarde o prevenga las reacciones químicas tales como la corrosión o la oxidación.
Laca	Depósito resultante de la oxidación y polimerización de combustibles y/o de lubricantes cuando están expuestos a altas temperaturas.
Lodo	Material insoluble que se forma como resultado de reacciones que producen deterioro en el aceite o por contaminación.
Molibdeno	Disulfuro de molibdeno, un lubricante sólido y reductor de la fricción, coloidalmente dispersado en algunos aceites y grasas. Moly.
Oxidación	Efecto del oxígeno al atacar a los líquidos del petróleo. El proceso es acelerado por el calor, la luz, los catalizadores del metal y la presencia del agua, de los ácidos, o de los contaminantes sólidos.
Viscosidad	Medida de la resistencia de un líquido al flujo.
ZDDP	Un Aditivo anti-desgaste encontrado en muchos tipos de Lubricantes.

2.3.2. Categorías del análisis de aceite:

Para evitar fallas en los equipos, generalmente es necesario efectuar las pruebas del análisis de aceite de las tres categorías, sin embargo para ciertos casos algunas pruebas son válidas para dos o más categorías asegurando la evidencia de alguna condición anormal.

- a. Condición del lubricante
- b. Contaminante del lubricante
- c. Desgaste de la maquinaria

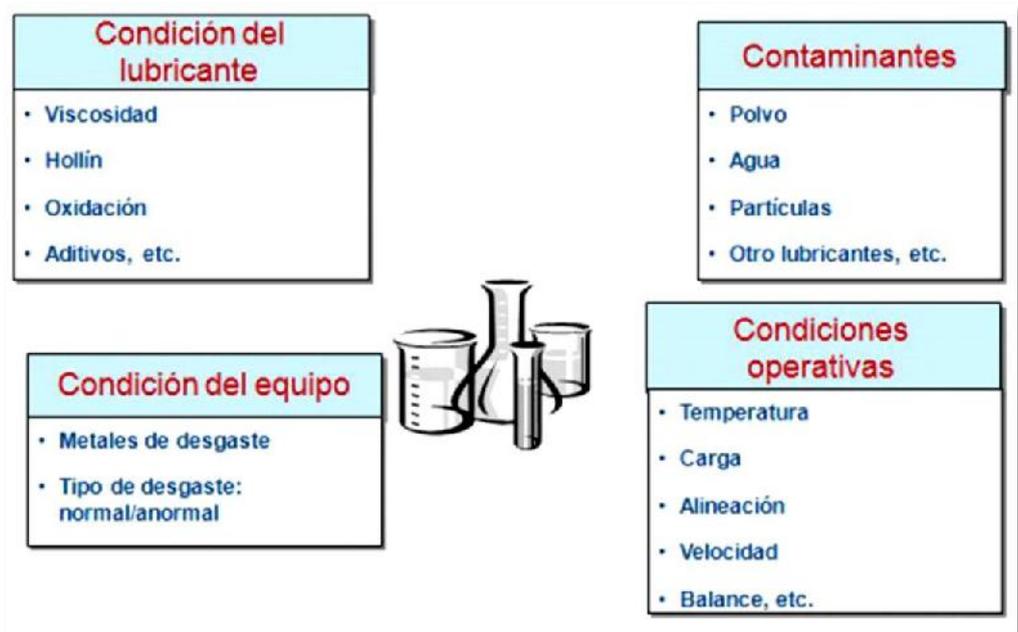


Ilustración 2: categorías de análisis de aceite

2.3.3. Condición del lubricante:

Tabla 4: pruebas para categorías de aceite

Pruebas	Condición del Lubricante	Contaminación del Lubricante	Desgaste de la Maquinaria
Análisis de humedad	N	I	N
Conteo de partículas	N	I	M
Análisis de Viscosidad	I	M	N
Análisis Espectrométrico	I	M	I
Ferrografía analítica	N	M	I
Densidad ferrosa (PQ)	N	M	I
FTIR (Espectroscopía Infrarroja)	I	M	N
Prueba de la mancha	M	I	N
Punto de inflamación	M	I	N
TAN / TBN	I	M	M

La tabla muestra las diferentes pruebas realizadas para cada una de las tres categorías del Análisis de Aceite, indicando además que tipo de beneficio aporta en la determinación de las categorías mencionadas, ya sea un beneficio importante (I), mínimo (M) o ningún beneficio (N)

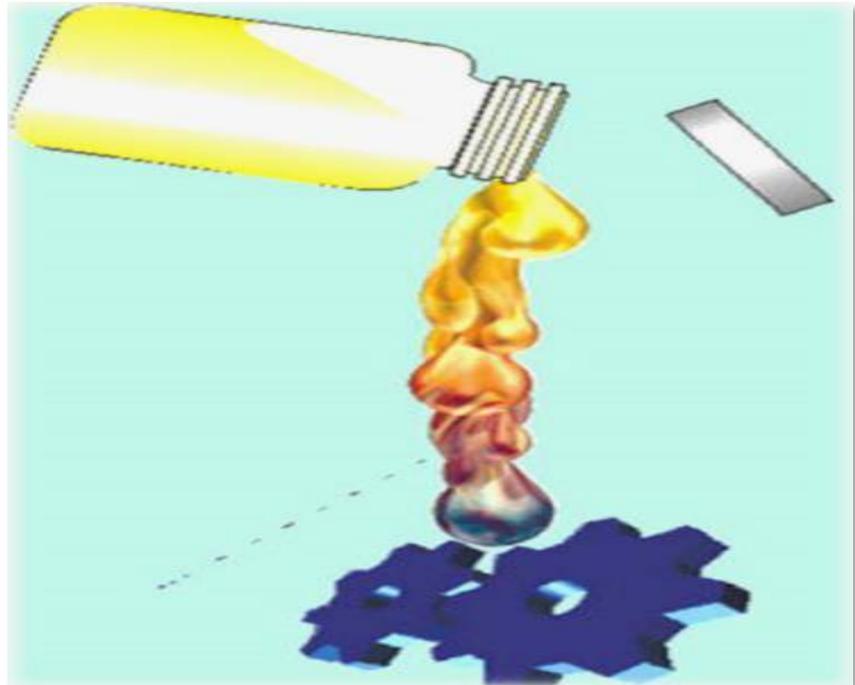


Ilustración 3: prueba de aceite

2.3.4. Viscosidad medida a 40°C y 100°C:

Es la resistencia del aceite al fluir y al corte por gravedad.

- a. Alta: Producto incorrecto, oxidación del aceite, contaminación con hollín, contaminación con glicol, contaminación con agua.
- b. Baja: Producto incorrecto, dilución con combustible, corte de aditivos.

Las unidades de medición más comunes son: Centistokes (cSt), cuando la temperatura está dada en °C (Grados Celsius o Grados Centígrados).

Second Saybolt Universal (SSU), cuando la temperatura está dada (Grados Fahrenheit).

Ejemplo: Viscosidad del aceite CAT CI-4 SAE 15W40: A 40°C: 103 cSt - A 100°C: 14.2 cSt

Tabla 5: viscosidades de aceites de diferentes compartimientos

<i>COMPARTIMIENTO</i>	<i>ESPECIFICACION API</i>	<i>GRADO VISC. SAE</i>	<i>VISCOSIDAD (100°C)</i>
HIDRAULICO	TO-4	10W	6.0 cSt
MOTOR	CI-4	15W40	14.1 cSt
TRANSMISION	TO-4	30	11.6 cSt
M. FINALES / DIFERENC.	TO-4	50	18.5 cSt
ENGRANAJES	GL-5	80W90	14.6 cSt

2.3.5. Análisis de la condición del aceite

- a. Se determina mediante un Espectrofotómetro Infrarrojo.
- b. Esta prueba también se conoce como FT-IR identifica y cuantifica componentes orgánicos al medir la absorción de luz infrarroja de cada componente orgánico.
- c. Se aplica generalmente al motor.
- d. Mide la cantidad de Hollín, Oxidación, Nitración y Azufre.

2.3.5.1. HOLLIN (Soot)

El Hollín solo se encuentra en el aceite del motor. Es residuo insoluble parcialmente quemado que puede obstruir los filtros y espesar el aceite así como adherirse a los anillos. Máximo permitido entre 70 y 150 ppm. Las condiciones que pueden acumular Hollín son las siguientes:

- a. Filtro de aire sucio o taponeado. Sistema de aire y escape tapado.
- b. Sobrecarga del motor.
- c. Marcha en vacío excesiva.
- d. Temperaturas frías del motor.
- e. Combustible de baja calidad
- f. Aceleración excesiva / rápida.
- g. Paso de gases de los pistones al carter.
- h. Operación deficiente del inyector de combustible.

Niveles de hollín (soot) son normales en el rango de 0 a 2%, sobre esto son anti-económicos por el alto consumo de combustible y poco aprovechamiento para la conversión del mismo a potencia. El Hollín es uno de los principales enemigos para el motor.

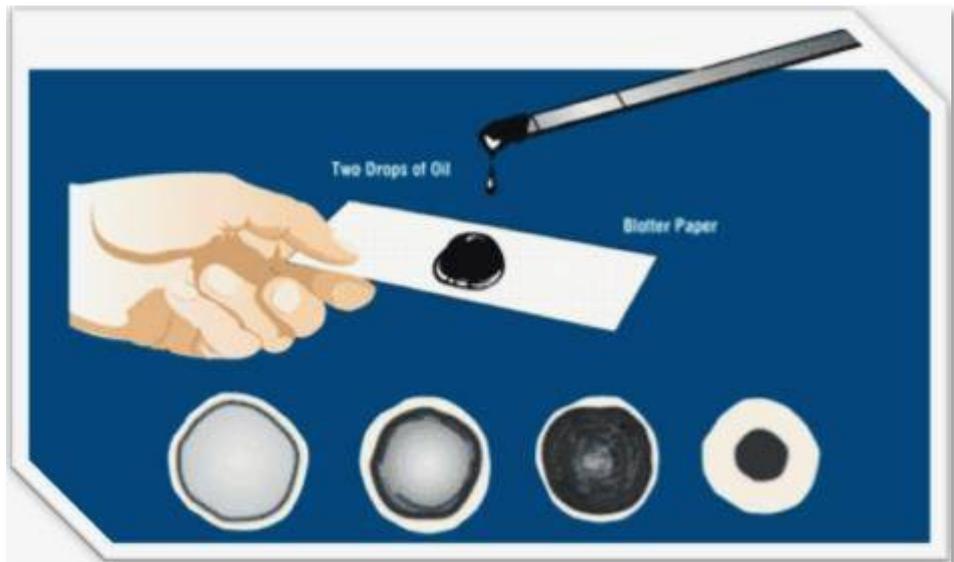


Ilustración 4: Nivel de Hollin

2.3.5.2. Oxidación:

La oxidación del aceite de lubricación es usualmente el factor que limita su vida útil.

Los metales de desgaste y los contaminantes pueden filtrarse y el agua puede removerse por varios métodos, pero la oxidación no puede ser removida del aceite ya que es un cambio químico que le sucede a la base.

Este proceso ocurre cuando las moléculas de oxígeno se unen químicamente con las moléculas de aceite (motor, transmisión hidráulico).

La oxidación hace que el aceite se espese, se formen ácidos orgánicos y obstruyan los filtros conduciendo al atascamiento de los anillos, formación de incrustaciones y barnizado. Esta reacción química se debe a:

- a. Los agente de oxidación de los gases de combustión en los motores diésel.

- b. Altas temperaturas.
- c. Presencia de cobre de los tubos del enfriador del aceite.
- d. Contaminación glicol debido al refrigerante del motor.
- e. Intervalos prolongados de aceite.

Cambios que suceden por la oxidación:

- a. Indicadores Analíticos: Disminución AN, Aumento en conteo de partículas, FTIR (disminución de antioxidantes, aumento de la oxidación, sulfatación y/o nitración).
- b. Indicadores Sensoriales: Oscurecimiento del aceite, olor acre, operación caliente.

Ha sido observado que mientras el nivel de oxidación de cualquier aceite diésel se acerca a 15 ABS/cm (50 % admisible) la tasa de desgaste que la generación de metal (particularmente el hierro) aumenta.

La oxidación no debería estar permitida para sobrepasar la temperatura 30 ABS/cm (100 % admisible).

La oxidación de aceite ocurre en todos los motores de diesel, así como también los motores naturales gal, las transmisiones y los sistemas hidráulicos.

2.3.5.3. Sulfatación:

El azufre está presente en todos los combustibles y es peligroso para todas las piezas y componentes del motor.

Durante la combustión, el azufre del combustible se combina con el agua proveniente de la humedad del sistema, formando sulfuros y ácidos sulfúricos, estos corroen todas las piezas del motor pero es más peligroso para las válvulas, guías, anillos y camisas.

El control de los ácidos pueden ser afectados por: Alto blowby: Combustibles con alto contenido de azufre, humedad, temperatura de ambiente, temperaturas de combustión.

Los aditivos del aceite contienen compuestos alcalinos formulados para neutralizar estos ácidos.

El TBN es una cantidad expresada en términos del número que se requiere para neutralizar todos los ácidos presentes en un gramo muestra.

Ha sido observado que mientras un aceite se acerca a un nivel de sulfatación de 24 ABS/cm, hay un incremento significativo correspondiente en metales de desgaste, especialmente hierro.

2.3.5.4. Nitración

Es un subproducto de combustión, ocurre cuando el nitrógeno y el oxígeno en el aire se combinan en las altas temperaturas y las presiones en la cámara de combustión de un motor, formando óxidos de nitrógeno (NO₂) formando ácidos salitales y nítricos. Como el aceite es tirado encima de las murallas cilíndricas y luego limpiado por los anillos, los compuestos NO₂ son lavados en el cárter. Estos ácidos reaccionan con el TBN del aceite, oxidando el aceite y sus aditivos

oxidando el aceite y sus aditivos. Si no se controla puede llevar a la obstrucción del filtro, que se formen depósitos pesados en los pistones, desgaste corrosivo y que se formen barnizados en las válvulas y pistones.

Es causada por la operación en temperatura baja causada por sistemas de enfriamiento defectuosos o las condiciones ligeras de sistemas de enfriamiento defectuosos o las condiciones ligeras de carga. Los valores no deben exceder los 20 ABS/cm.

2.3.6. Aditivos

La base de un lubricante por sí sola no ofrece toda la protección que necesita un motor o componente industrial, por lo que en la fabricación del lubricante se añade un compuesto determinado de aditivos atendiendo a las necesidades del fabricante del motor (Homologación o Nivel autorizado) o al uso al que va a ser destinado el lubricante en cuestión. Los aditivos usados en el lubricante son:

Antioxidantes, antidesgaste (AW), extrema presión (EP), antiespumantes, antiherrumbre, detergentes, dispersantes, espesantes.

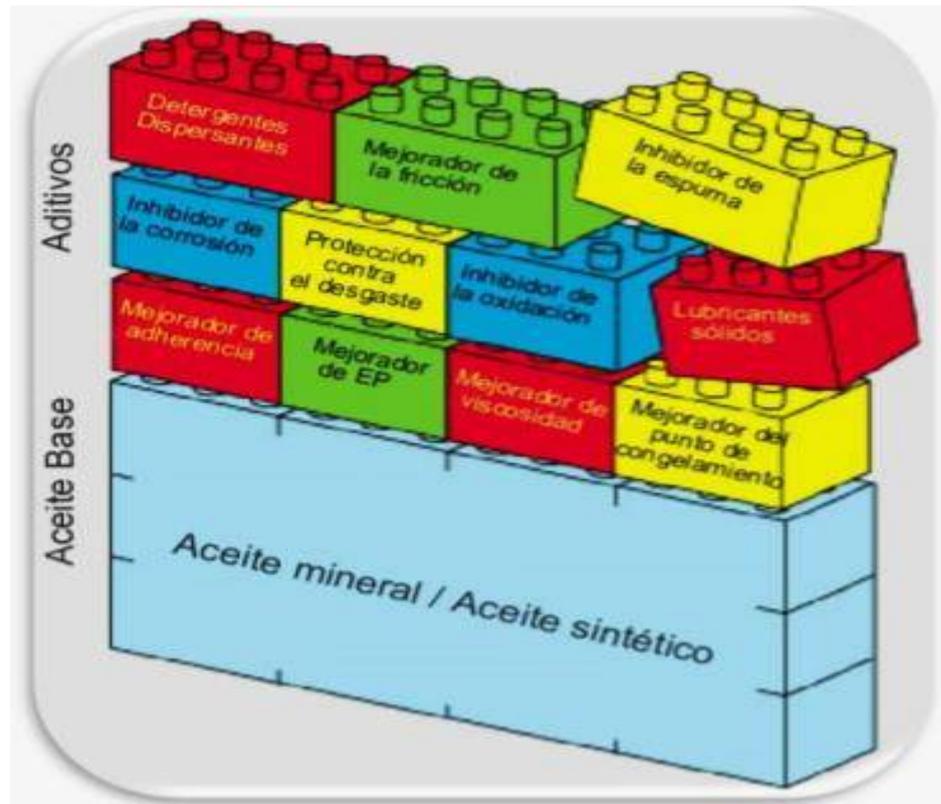


Ilustración 5: aditivos con aceite lubricante

2.3.6.1. Aditivos antidesgaste

Sirven para proteger las superficies metálicas, usualmente producido por sales de zinc, fósforo y azufre, forman películas dúctiles a altas temperaturas. Los aditivos más comunes son: Dialquil ditiofosfato de zinc (ZDDP), tricresilfosfato (TCP).

2.3.6.2. Aditivos Extrema Presión

Aditivos químicamente agresivos a base de azufre y fósforo que forman una película adherente a altas cargas. Presenta suspensiones microscópicas de lubricantes sólidos en el aceite básico, estos forman películas protectoras resistentes al desgaste. Los aditivos más comunes son: Azufre fósforo y Boratos. Azufre fósforo y Boratos.

2.3.6.3. Aditivos Dispersantes

Maximizan el tiempo de suspensión de las partículas. Son usados para dispersar lodos y partículas de hollín, con el propósito de prevenir la aglomeración, sedimentación y depósitos. El aditivo envuelve las partículas y las mantiene finamente divididos. Los aditivos más comunes son: succinimidas y otros componentes orgánicos.

2.3.6.4. Aditivos detergentes

Actúan contra los depósitos y la corrosión, los detergentes trabajan en la zona de los cilindros, pistones y válvulas, especialmente en los anillos. Los detergentes son también compuestos básicos utilizados para neutralizar ácidos peligrosos generados por la combustión. Los aditivos más comunes son: Jabones organo-metálicos de bario, calcio y magnesio.

2.3.6.5. Aditivos Antioxidantes

Forman una película para prevenir que el agua haga contacto con las superficies de metal, ésta puede ser introducida a los lubricantes por la condensación o por ser introducida a los lubricantes por la condensación o por filtraciones pudiendo asentarse a superficies de metal y comenzar desarrollar óxido. Estos pueden ser esterres, éteres, derivados de ácidos difásicos. Si ocurre una entrada alta de agua, estos aditivos pueden ser usados rápidamente y puede ocurrir una disminución de aditivos.

Los aditivos de oxidación y corrosión trabajan juntos para proteger metales y mantener una buena calidad del aceite. Cuando el aceite se oxida, agota otros aditivos y contribuye a formar sedimentos y barnices. El óxido también oscurece el color del aceite. Por lo tanto, mientras ocurra la oxidación la viscosidad, oscurecimiento y la corrosión aumentan mientras el flujo disminuye.

2.3.6.6. Aditivos Inhibidores de Corrosión

Protegen los cojinetes a base de cobre, estaño y plomo, neutralizando los ácidos y sellando las superficies del contacto con el agua y ácidos corrosivos. Los inhibidores de corrosión más conocidos son: Calcio, magnesio y bario.

2.3.6.7. Aditivos Inhibidores de Herrumbre

Forman una película adherente a las superficies de acero y hierro, ésta película repele al agua, lo que inhibe la formación de herrumbres. Los inhibidores de herrumbre comunes son: En motores (Sulfonatos) y en sistemas hidráulicos (Derivados de ácido fosfórico).

Tabla 6: Familia de elementos por tipo de aditivos

	Zinc	Fósforo	Calcio	Magnesio	Bario	Boro	Azufre	Molibdeno	Silicio	Notas
Antioxidantes										
ZDDP	•	•					•			
Fenol										Orgánico
Amina aromática										Orgánico
Agentes anti-desgaste										
ZDDP	•	•					•			
Tricresil fosfato (TCP)		•					•			
EP										
Azufre fósforo		•					•			
Disulfuro de molibdeno								•		
Borato						•				
Inhibidores de corrosión		•					•			
Detergentes			•	•	•					
Dispersantes										Orgánico
Inhibidores de espuma									•	
Mejoradores de IV										Orgánico

En la tabla anterior se muestra los elementos químicos que están presentes en los tipos de aditivos que se encuentran en la columna de la parte izquierda de la tabla.

2.3.7. Índice PQ

El PQ es un equipo para determinar cuantitativamente el nivel de partículas ferromagnéticas en muestras de aceites usados.

Estas partículas ferrosas pueden provenir del acero, hierro o alguna aleación ferrosa que son mayores que 10 micras.

Una medida del PQ es una herramienta en los programas de análisis de aceite usado ya que puede identificar partículas ferrosas grandes no detectadas por otras técnicas analíticas.

El resultado es mostrado como un "Índice PQ". Este índice es una medida adimensional que puede relacionarse con los valores ISO del CP y/o con las ppm obtenidas por el equipo ICP Plasma.

Cabe resaltar que este tipo de análisis apunta especialmente a determinar el nivel de desgaste interno de todos los componentes permitiéndonos mayor precisión en el diagnóstico predictivo.

2.3.8. Contaminación



Ilustración 6: diversas formas de contaminación del aceite lubricante

2.3.8.1. Productos incorrectos

Todo producto inadecuado que puede ser perjudicial para la maquinaria.



Ilustración 7: productos incorrectos

Los productos no adecuados o incorrectos suelen producir cambios en:

- a. Indicadores analíticos
Viscosidad, aditivos, patrones de desgaste, AN y BN.
- b. Indicadores sensoriales
Nivel de aceite, temperatura, ruido.

2.3.8.2. Contaminación con agua

La presencia y cantidad aproximada de agua se detecta por la "Prueba de Chisporroteo".

Método Karl Fisher.

En un plato caliente (Hot Plate) a una temperatura entre 230 °F y 250°F. Se coloca una gota de aceite. La cantidad de chisporroteo indica la cantidad de agua presente (0.1%, 0.5%, 1.0 % y +1.0%).

Cualquier cantidad de agua mayor a 0.5% es excesiva.

El agua con el aceite crea una emulsión que obstruye el filtro.

El agua y el aceite forman un ácido peligroso que corroe el metal.

La contaminación con agua puede deberse a los siguientes

factores: Condensación en el cárter, y fugas en el sistema de enfriamiento que permiten que el agua entre desde el exterior al sistema lubricante del motor.

El agua está presente siempre en el ambiente. Coexiste con el aceite de la misma manera que coexiste con el aire en la atmósfera. En pequeñas cantidades, está en fase disuelta, es decir intercalada molécula a molécula. El agua no se nota a

simple vista y el aceite puede lucir brillante y limpio. Cuando se sobrepasa el punto de saturación, entramos a la fase de emulsión, el agua se muestra como una niebla, tal como la humedad en el aire en un día frío. A mayores cantidades de agua, y dependiendo de las características demulsificantes del aceite, agua libre, o “separada” se deposita al fondo del reservorio, gracias a su mayor peso específico.



Ilustración 8: contaminación con agua

2.3.8.3. Contaminación con glicol

La presencia de anticongelante se determina mediante una prueba química (añadir un reactivo químico a la muestra de aceite), si hay presencia de glicol, se producirá un cambio de color.

El glicol causa oxidación rápida del aceite.

El aceite oxidado se pone pegajoso y forma sedimentos.

La presencia de glicol en el aceite indica una fuga en el sistema de enfriamiento.

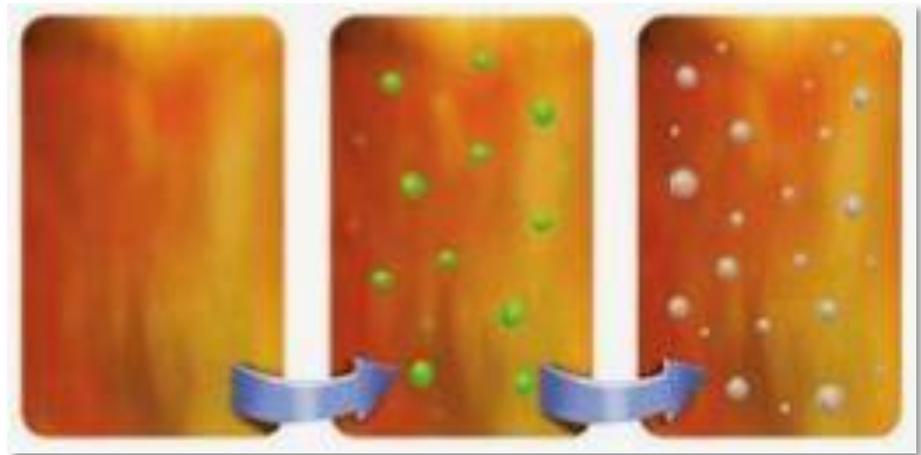


Ilustración 9: contaminación con partículas de glicol

El glicol entra en el aceite del motor diésel a consecuencia de sellos defectuosos, daño en las juntas, grietas en el cilindro, daño por corrosión y cavitación. Algunos de los riesgos asociados con la contaminación con glicol son:

a. Indicadores sensoriales

Coagula el hollín y genera lodos, depósitos, restricción del flujo de aceite y obstrucción del filtro. El glicol reacciona con aditivos del aceite causando precipitación. Bolas de aceite (contaminantes esféricos abrasivos) se forman por la reacción de aditivos detergentes con sulfonato de calcio (encontrado en casi todos los aceites de motor) y glicol.

b. Indicadores analíticos

Aumento de viscosidad, cobre (Cu), metales de desgaste: Na, B, y/o K, FTIR: Glicol, prueba de crepitación, caída de BN, prueba de la mancha.

Razón Típica	$\frac{5}{1}$	Sodio Boro
--------------	---------------	---------------

Ilustración 10: razón entre cantidad de sodio y boro

El agua y glicol son causados como consecuencia baja temperatura de operación, daños en sellos, contaminación del aceite nuevo (mal almacenado), fuga del refrigerante, condensación, técnicas de lavado.

El agua y glicol traen como consecuencia la falla del motor, incremento de la viscosidad, corrosión (herrumbre), sobrecalentamiento, formación de ácidos, y reduce la capacidad del lubricante.

2.3.8.4. Contaminación con combustible

Se comprueba por la "Prueba de Destello".

Es el llamado Método Setaflash el cual consiste en poner en un setaflash calibrado a una temperatura de 325°F se inyecta 4 ml de aceite de motor en un recipiente cerrado del setaflash y se cocina 2 minutos.

Los vapores de combustible producirán destellos, si la dilución es igual o mayor que el 4.0%.

La contaminación con combustible disminuye las propiedades lubricante del aceite. La película de aceite pierde la firmeza

necesaria para impedir el contacto de metal contra metal y puede llevar al deterioro de los cojinetes y agarrotamiento del pistón.

La dilución de combustible es producto de falla del sistema de combustible: inyectores, bombas o tuberías.

Combustible, se introduce al aceite mediante el soplado (blow by), debido a fallos en los inyectores, en la combustión o por el motor frío. Afectará a la viscosidad del lubricante, haciendo que disminuya su viscosidad y por tanto la capacidad de carga del mismo.

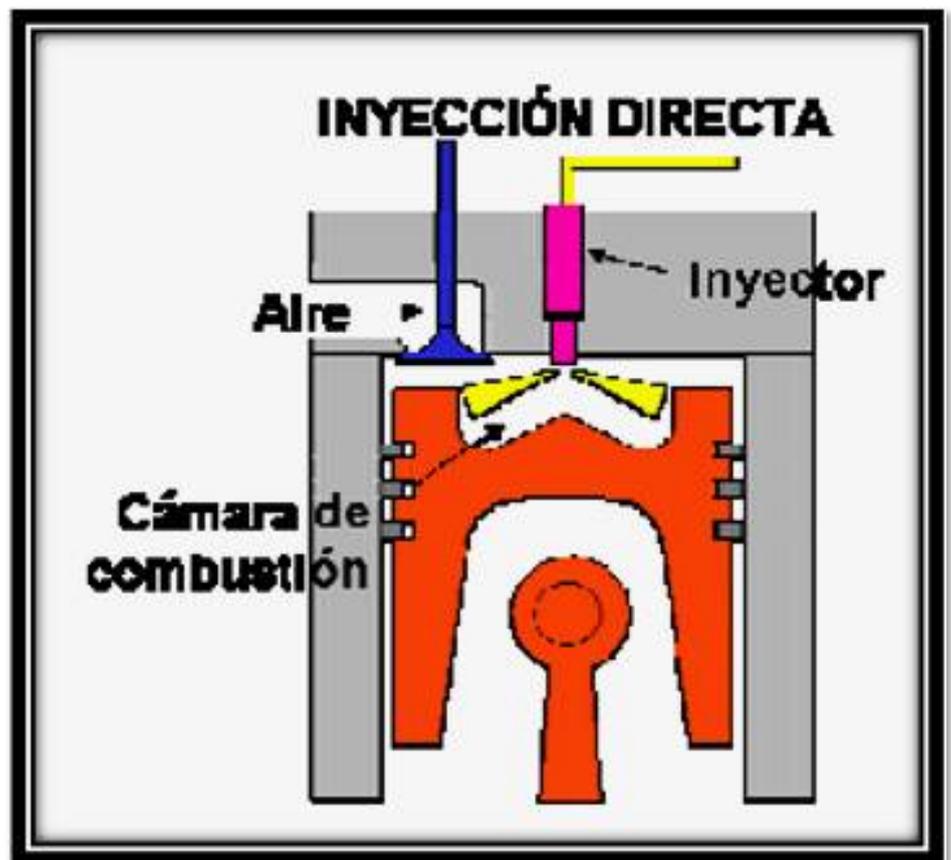


Ilustración 11: inyección directa

Normalmente, los programas de análisis de aceite usado proporcionan entre el 2% y el 5% de dilución con combustible diésel, dependiendo del tipo de aceite utilizado.

Se utilizan análisis de punto de inflamación, viscosidad, destilación y cromatografía de gases. Un análisis de campo que puede realizarse es el de la mancha.

2.3.8.5. Prueba de la mancha

La zona central (C): Que caracteriza, por su color más o menos oscuro (Valores a partir del 0.9 son alertas), pero uniforme, la cantidad de materia carbonosa contenida en el aceite. La aureola (A): Que indica con su mayor o menor grosor y coloración, el contenido de partículas gruesas carbonosas o de contaminantes. La zona intermedia o de difusión (D): Que es característica de la dispersión del carbón en el aceite y por tanto de su poder de detergencia. La zona exterior (T): Desprovista de materias carbonosas y que da idea del grado de oxidación del aceite, normalmente debe ser traslúcida y sin coloración alguna.

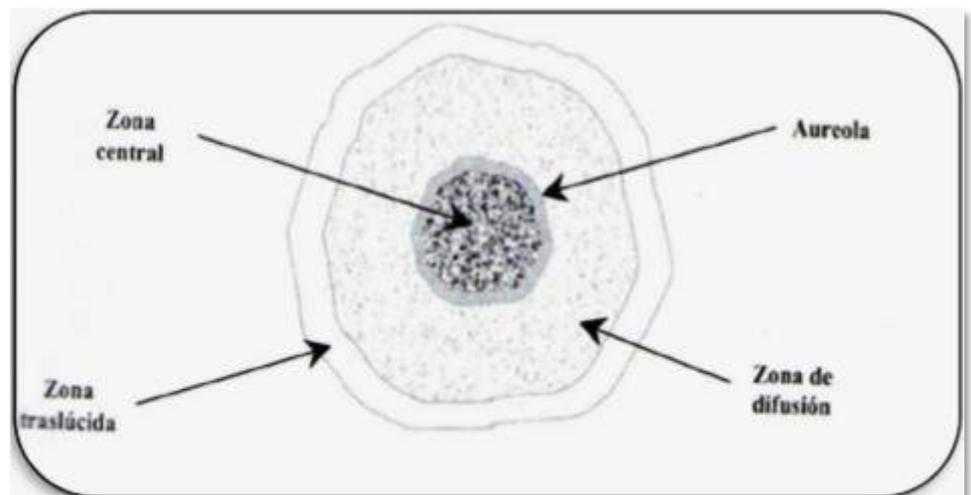


Ilustración 12: mancha detectada

En la imagen se muestra una mancha detectada con sus partes de menos coloración hasta la zona más oscura.

Tabla 7: prueba de la mancha

Código	Hollín	Combustible	Refrigerante
1	C Ninguno	C Ninguno	C Ninguno
	A Ninguno	A Ninguno	A Ninguno
	D Grande, gris, translúcido	D Grande, negro/gris, translúcido	D Grande, negro/gris, translúcido
	T Pequeño	T Sin fluorescencia*	T Pequeño
2	C Mediano, negro, opaco	C Mediano, negro, opaco	C Mediano, negro, parduzco opaco
	A Ninguno	A Círculo bien definido	A Posibles círculos exteriores
	D Pequeño, gris a negro, opaco	D Mediano, gris a negro, opaco	D Ninguno
	T Mediano	T Pequeño, círculo fluorescente*	T Mediano
3	C Pequeño, negro, opaco	C Grande, negro, opaco	C Pequeño, negro, pastoso, pegajoso
	A Ninguno	A Círculo bien definido	A Círculos exteriores bien definidos (Bordes afilados)
	D Ninguno	D Ninguno	D Ninguno
	T Grande	T Círculo grande fluorescente*	T Grande

En la tabla se muestra el tipo de mancha que se presenta con la respectiva contaminación que se presenta.

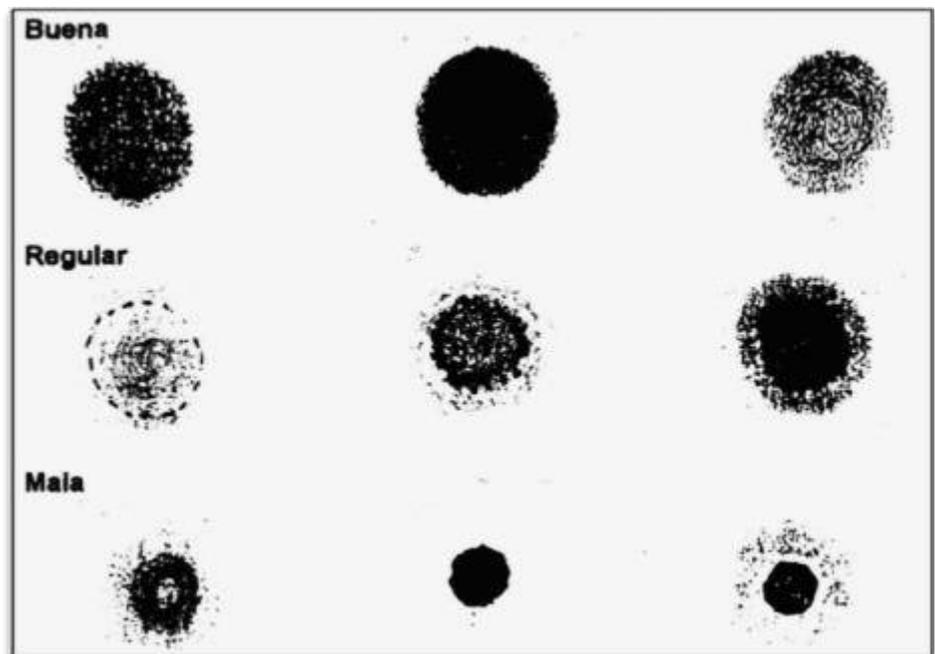


Ilustración 13: calidad de la mancha

2.3.9. Partes por millón

Es una unidad de concentración empleada para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades en una mezcla.

Supongamos que tenemos un cubo homogéneo de un metro de arista, cuyo volumen es un metro cúbico (m³). Si lo dividimos en “cubitos” de un centímetro de lado, obtendríamos un millón de “cubitos” de un centímetro cúbico (cm³ o cc). Si tomamos uno de esos cubitos, del millón total de cubitos, tendríamos una parte por millón. Ejemplo: 1 mg/l, o una manzana de un millón.

2.3.10. Contaminación con partículas

La contaminación del lubricante se mide por medio del Conteo de Partículas, el cual detecta y contabiliza partículas con un tamaño de hasta 100 micrones sin distinguir el elemento químico al que pertenecen; censa partículas por su tamaño y entrega el resultado de contarlas sin distinguir si son de elementos diferentes pudiendo ser de hierro, silicio, cobre o incluso cabello humano.

El código ISO abrevia con un solo número la cantidad de partículas en un mililitro de fluido, utiliza tres canales de medición: 4, 6 y 14 micrones los que contabiliza partículas desde esas dimensiones hasta 100 micrones, de este modo.

El canal de 4 µm contabiliza partículas desde 4 a 100 µm.

El canal de 6 µm contabiliza partículas desde 6 a 100 µm.

El canal de 14 µm contabiliza partículas desde 14 hasta 100 µm.

Los sistemas hidráulicos Caterpillar tienen dimensiones desde 5 hasta 30 micrones, es por ello que en la práctica sólo se utiliza los canales de 6 y 14 micrones.

Con los dos canales de medición se pueden obtener resultados como 16/13. El código 16 indica que en un mililitro del fluido analizado hay entre 320 y 640 partículas con un tamaño entre 6 y 100 micrones, mientras que el código 13 indica que en un mililitro del fluido analizado hay entre 40 y 80 partículas con un tamaño entre 14 y 100.

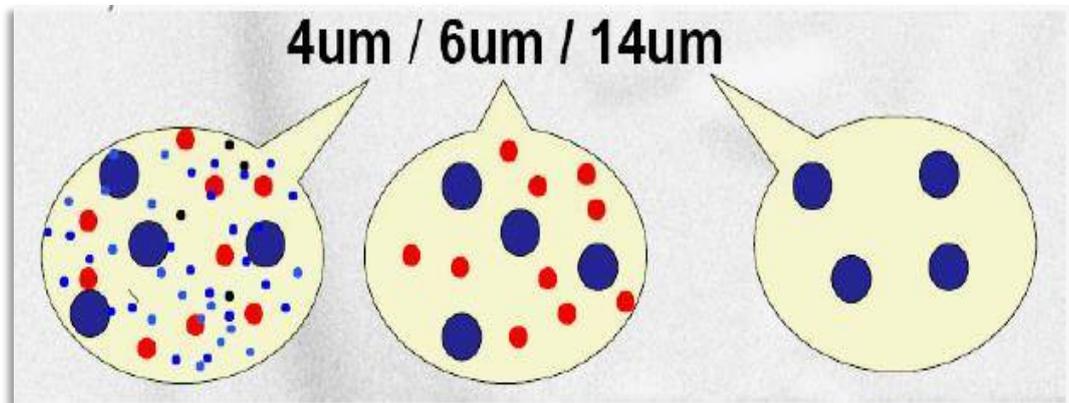


Ilustración 14: canales de medición de partículas

Entonces la clave del control de la contaminación es medir el nivel de limpieza de los lubricantes, es decir, si se puede medir se puede controlar.



Ilustración 15: deterioro por medio de partículas

El desgaste de la maquinaria es producido por la cantidad de partículas presentes en el lubricante de aceite, es decir, que a una mayor concentración de partículas, existe una mayor probabilidad de deterioro.

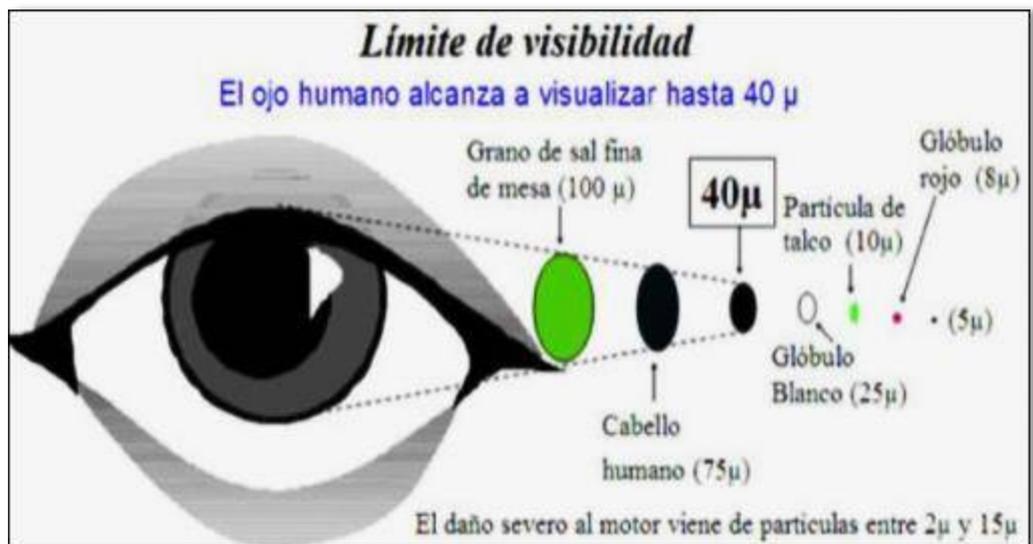


Ilustración 16: límites de visibilidad

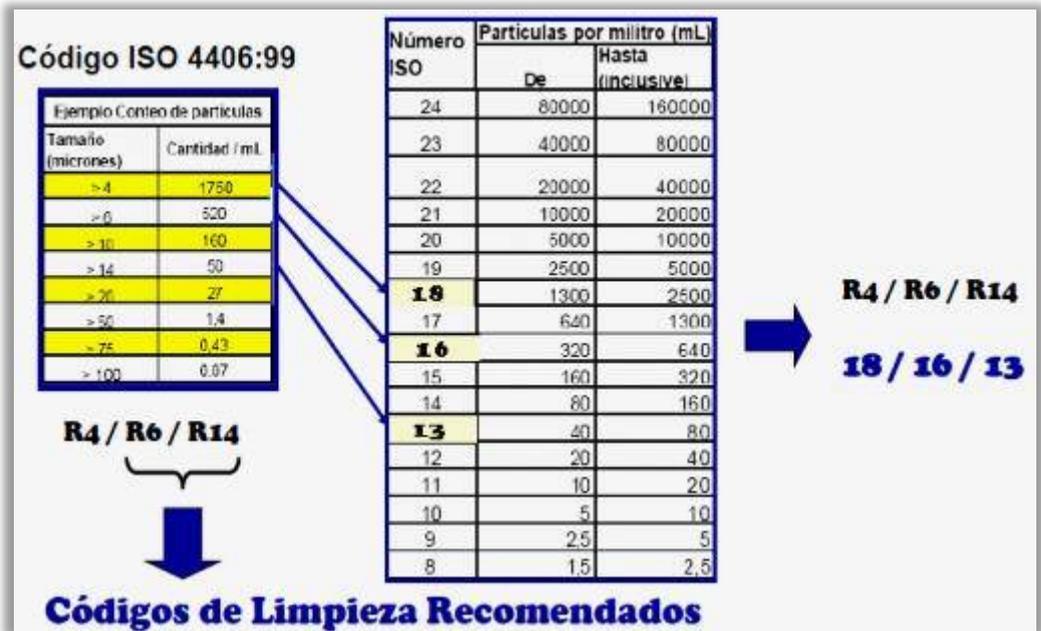


Ilustración 17: utilización de código de contaminación sólida ISO

En las maquinas CATERPILLAR los códigos de limpieza que se toman en cuenta son los de 6 y 14, debido a los canales que son mayores a 5 um.

Especificaciones de Limpieza Caterpillar

Aceites Nuevos	16/13
Systemas hidráulicos (Implementos & Dirección)	18/15
Transmisiones Electrónica	18/15
Diferenciales, Ruedas y Ejes	18/15
Transmisiones Mecánicas	21/17

Ilustración 18: 75-85% de fallas en sistemas hidráulicos son causados por contaminación

En las especificaciones anteriores se muestran los códigos ISO de limpieza mínimos presentes en el aceite lubricante en los equipos CATERPILLAR.

2.3.11. Desgaste metálico – detección de partículas

Mientras más datos e información estén disponibles mucho más completa será la interpretación. Por ejemplo: Se localizan bajos niveles de partículas de desgaste ferromagnéticas en el análisis de densidad ferrosa; sin embargo cuando el aceite es analizado utilizando espectrometría, se detectó una gran cantidad de hierro presente. Este resultado se puede interpretar a través del siguiente cuadro:

Tabla 8: desgaste metálico por medio de detección de partículas

ICP (ppm)	PQI	Interferencias	Tendencia del desgaste
Bajo	Bajo	Pocas partículas de desgaste	Tendencia de desgaste normal
Alto	Bajo-Medio	Muchas partículas pequeñas, pocas o ningunas grandes	Desgaste acelerado. Entrada de suciedad (anormal)
Bajo	Alto	Pocas partículas pequeñas y muchas grandes	Fatiga
Alto	Alto	Muchas partículas de todos los tamaños	Desgaste muy serio, posible fallo catastrófico

En la tabla se muestra el nivel de partículas de desgaste de la metalurgia del equipo.

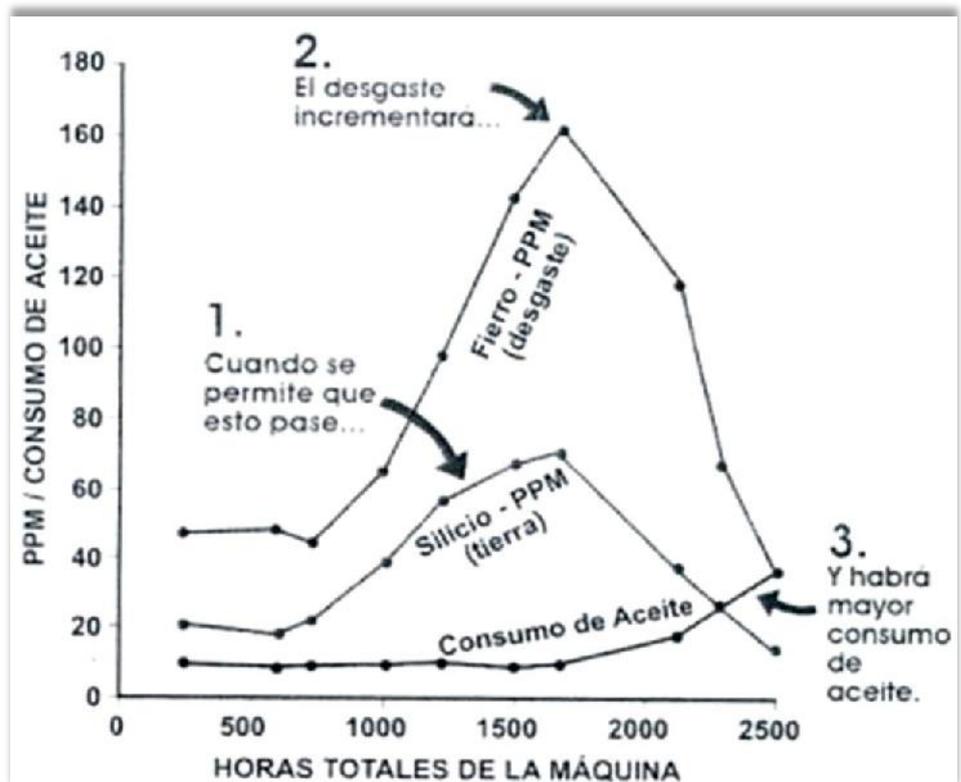


Ilustración 19: relación Contaminación - Desgaste

2.3.12. Detección de elementos de desgaste

Se realiza mediante un Equipo Plasma.

Se detectan 27 elementos metálicos, Desgastes, Contaminantes y Aditivos (Cu, Fe, Cr, Ni, Ti, V, Cd, Ag, Pb, Sn, Al, Si, Sb, Cl, Co, F, Li, Na, K, Mo, B, Ba, Ca, Mg, Mn, P y Zn), La combinación de estos elementos manifiesta un normal o anormal desgaste de componentes de la máquina.

Se aplica a los aceites de todos los compartimientos.

Esta prueba controla la proporción de desgaste de un componente identificando y midiendo la concentración de los elementos de desgaste que se encuentran en el aceite.

Tabla 9: elementos reportados típicamente en el desgaste

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Aluminio	Al	Cobre	Cu	Níquel	Ni
Plata	Ag	Fluor	F	Fósforo	P
Boro	B	Fierro	Fe	Plomo	Pb
Bario	Ba	Potasio	K	Antimonio	Sb
Calcio	Ca	Litio	Li	Silicio	Si
Cadmio	Cd	Magnesio	Mg	Estaño	Sn
Cloro	Cl	Manganeso	Mn	Titanio	Ti
Cobalto	Co	Molibdeno	Mo	Vanadio	V
Cromo	Cr	Sodio	Na	Zinc	Zn

En la tabla se muestra todos los elementos de la tabla periódica que están presentes en un análisis de aceite, suelen venir, de desgaste metálico de la máquina, aditivos, y contaminantes provenientes del exterior.

<u>Hierro</u>	<u>Cromo</u>	<u>Níquel</u>	<u>Aluminio</u>	<u>Plomo</u>
Acero	Revestimiento de anillos	Aleación de acero inoxidable	Polvo de camino	Babbit
Hierro fundido	Pinturas	Cromado	Metal de rodamientos	Revestimiento de chumaceras
Herrumbre	Acero inoxidable	Estelita (cobalto - níquel)	Pinturas	Aditivo de gasolina
Rebabas		Aleaciones de aceros duros	Abrasivos	Pintura de soldadura
Cascaritas de molienda	<u>Cobre</u>		Contaminantes de carbón	
Polvo mineral		<u>Estaño</u>	Piezas de aluminio	
Cenizas	Aditivo AW		Cenizas	
Pintura	Bronce	Caja de baleros (bronce)	Polvo de fundición	
Polvo de papelera	Latón	Soldadura	Alúmina activada	
Asbestos	Cajas de rodamientos Enfriadores	Babbit	Bauxita	
Talco	Minas de cobre		Granito	
Detergente limpiador	Pinturas		Catalizador	
	Babbit			

Ilustración 20: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos I

<u>Silicio</u>	<u>Boro</u>	<u>Potasio</u>
Polvo de camino	Inhibidor de refrigerante	Inhibidor de refrigerante
Sellador	Aditivo EP	Cenizas
Aditivo antiespumante	Ácido Bórico (tratamiento de aguas)	Polvo de papelera
Aleación de aceros	Agente de limpieza de barriles	Polvo de camino
Lubricante sintético		Granito
Frenos húmedos		
Fabricación de vidrio		
Aditivo refrigerante	<u>Sodio</u>	
Polvo de fundición	Inhibidor de refrigerante	
Fibras de filtros (vidrio)	Agua de mar	
Cenizas	Algunos aditivos	
Escoria	Grasa	
Mica	Aceite Básico (trazas)	
Polvo de cemento	Tierra	
Asbesto	Polvo de camino	
Granito	Sal (sal de camino)	
Caliza	Cenizas	
Talco	Alúmina activada	
	Polvo de papelera	

Ilustración 21: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos II

<u>Fósforo</u>	<u>Zinc</u>
Aditivo AW/EP	Aditivo AW
Acabado de superficie en algunos engranes	Bronce
Detergente limpiador	Cromado
	Galvanizado
<u>Calcio</u>	<u>Magnesio</u>
Agua dura	Agua dura
Agua salada	Aditivo de motor
Aditivo de aceite de motor	Metalurgia de turbinas
Polvo de minas	Agua salada
Grasa	Tierras Fuller
Caliza	Polvo de camino
Escoria	
Hules	
Tierras Fuller	<u>Molibdeno</u>
Lignita	Aditivos EP
Polvo de cemento	Aleaciones de metal
Polvo del camino	Anillos
Inhibidor de herrumbre	
Detergente	<u>Bario</u>
	Aditivos de motor
	Grasa

Ilustración 22: fuentes de partículas de desgaste según elementos químicos II

Tabla 10: familias de elementos por metalurgia de la maquinaria

Material	Si	Fe	Al	S	P	Zn	Cr	Cu	Sn	Pb	Mn	Mo	Ni	Sb	Co
Rodamiento de acero al alto carbón	•						•				•				
Rodamiento de acero carburizado	•						•				•	•	•		
Cojinetes de aleaciones de cobre								•	•	•					
Bronce						•		•	•	•					
Bronce fosforoso								•							
Bronce aluminio		•	•					•	•	•					
Latón rojo emplomado						•		•			•		•		
Pistones de Aluminio	•	•	•			•									
Anillos de pistones											•	•	•		
Fundición de hierro gris	•	•		•	•		•				•				
Carbídrico	•	•		•	•		•								
Babbitt grado ASTM															
1								•	•						•
2								•	•						•
3								•	•						•
7									•	•					•
8									•	•					•
13									•	•					•
15									•	•					•
Estelita							•								•

La tabla muestra en la columna izquierda la metalurgia presente en la maquinaria, y en las columnas del aparte derecha los elementos presentes que están en la metalurgia del equipo.

Tabla 11: familia de elementos por ambiente de operación en planta

	Si	Mg	Fe	Al	Ca	S	Ba	P	Zn	K	Cl	Cr	Ti	Cu	Na	Sn	Pb
Asbestos (cubierta de frenos)	•	•	•														
Bauxita	•			•													
Dolomita	•	•	•	•	•	•											
Tierras fuller	•	•	•		•												
Granito	•		•	•						•							
Gypsum			•		•	•											
Piedra caliza	•				•												
Magnetita	•		•	•													
Cuarzo	•		•														
Vermiculita	•	•	•	•			•			•							
Piedra pomex	•		•	•						•	•						
Arena de limpieza	•		•														
Catalizador de aluminio	•		•	•													
Ceolita	•		•	•													
Cemento	•			•	•	•				•							
Roca fosfórico	•			•	•			•									
Sulfato de potasio				•		•	•				•						
Polvo de crisol eléctrico	•		•				•		•								
Polvo de fundición	•		•	•													
Polvo mineral de hierro	•		•	•	•	•											
Polvo de horno de cal	•		•		•			•									
Escoria	•			•	•							•					
Polvo de caucho			•		•	•			•				•				
Alúmina activada	•		•	•						•							
Sulfato de cobre			•			•								•			
Polvo de vidrio	•		•		•												
Mica	•	•	•	•													
Esquisito de aceite	•		•	•	•					•							
Papel molido			•			•				•	•				•		
Carbón, lignita			•		•	•											
Carbón, cenizas	•		•	•	•					•							
Polvo de acería	•		•	•													
Polvo de área industrial de acero	•	•	•	•		•											
Asfalto	•		•	•	•												
Polvo de camino	•	•	•	•	•					•							
Derecho de vía de ferrocarril	•		•	•	•					•							
Agua salada de mar					•					•					•		
Latón		•							•					•			
Bronce									•					•		•	

La tabla anterior nos muestra los elementos que están presentes en el ambiente donde está operando la maquinaria, en ella podemos visualizar que el silicio está presente en la mayoría de sustancias de trabajo. Por ello es común encontrar un exceso de este elemento presente en lubricante de aceite.

2.3.13. Límites Referenciales de desgaste por componente

Las máquinas presentan tasas de producción de metales de desgaste muy variables. Esto puede ser debido a la edad de la maquinaria, lubricación, contaminación, tipo de servicio y condiciones de operación. Es por ello que es muy útil conservar información histórica de los metales de desgaste, como una guía para definir información normal y anormal para los elementos de desgaste.

Tabla 12: Límite de desgaste por componente en Motor Diésel

Motor a Diesel (ppm/500 horas)				
Metal	Posible Fuente del metal	Normal	Precaución	Alerta
Fe	Camisa, engrane, elevadores, anillos	0-70	71-100	>100
Cr	Anillos, levas, empujadores	0-10	11-15	>15
Pb	Rodamientos, arandelas	0-25	26-40	>40
Cu	Cojinetes, bujes, arandelas	0-25	26-45	>45
Sn	Rodamientos	0-15	16-20	>20
Al	Pistones, cojinetes, tierra	0-15	16-20	>20
Si	Tierra, antiespumante	0-10	11-15	>15
Na	Refrigerante, sal, posiblemente aditivo	0-15	16-30	>30

Tabla 13: Límite de desgaste por componente en Hidráulicos

Hidráulicos (ppm/500 horas)				
Metal	Posible Fuente del metal	Normal	Precaución	Alerta
Fe	Engranajes, válvulas	0-15	16-25	>25
Cr	Cilindros, flechas	0-8	9-15	>15
Pb	Rodamientos de bomba	0-10	11-15	>15
Cu	Rod. De bomba, plato de bomba	0-15	16-25	>25
Sn	Usualmente no presenta	-	-	-
Al	Tierra, carcasa de bomba	0-8	9-15	>15
Si	Tierra, carcasa de bomba	0-10	11-20	>20
Na	Sal, posiblemente aditivos	0-50	51-80	>80

Tabla 14: Límite de desgaste por componente en Transmisiones

Transmisiones (ppm/500 horas)				
Metal	Posible Fuente del metal	Normal	Precaución	Alerta
Fe	Engranajes, rodamientos, separadores	0-100	101-180	>180
Cr	Rodamientos	0-6	7-10	>10
Pb	Arandelas, discos de fricción	0-15	16-20	>20
Cu	Arandelas, discos de fricción	0-120	121-200	>200
Sn	Arandelas de empuje	0-12	13-18	>18
Al	Tierra, convertidor, estator impulsor	0-10	11-15	>15
Si	Tierra, antiespumantes	0-30	31-40	>40
Na	Sal, posiblemente aditivos	0-50	51-80	>80

Tabla 15: Límite de desgaste por componente en engranajes, ejes, diferenciales, mandos finales, planetarios

Engranajes, ejes, diferenciales, mandos finales, planetarios (ppm/500 horas)				
Metal	Posible Fuente del metal	Normal	Precaución	Alerta
Fe	Engranajes, rodamientos, separadores	0-150	151-300	>300
Cr	Rodamientos	0-10	11-15	>15
Pb	Arandelas de empuje	0-50	51-80	>80
Cu	Arandelas de empuje	0-50	51-80	>80
Sn	Usualmente no presenta	-	-	-
Al	Tierra, carcasa	0-20	21-30	>30
Si	Tierra, balatas de freno y embrague	0-30	31-60	>60
Na	Sal, posiblemente aditivos	0-50	51-80	>80

Las tablas mostradas anteriormente muestran los límites de desgaste metálico que se muestra en un análisis, de acuerdo a ello, muestra el estado de dicho informe.

2.4. Programas de análisis de aceite

2.4.1. Análisis de fluidos de Servicios CAT SOS:

Utilizar la interpretación del reporte SOS como herramienta de diagnóstico y ayuda en la toma de decisiones.

Es un programa utilizado por los distribuidores de Caterpillar para monitorear el impacto del programa de mantenimiento, aplicación y factores operacionales en los equipos.

El SOS es una de los más útiles e importantes programas de soporte de mantenimiento disponibles porque:

Detecta problemas oportunamente para que puedan ser reparados antes que se conviertan en fallas.

Ayuda a programar el tiempo de inactividad.

Le permite monitorear el mantenimiento para verificar que la rutina se ha realizado.

Permite mejorar la gestión de los presupuestos por predicción de reparaciones, tiempo de inactividad y vida del equipo.

Le ayuda a desarrollar la historia de servicio completo de cada equipo.

Esto es inestimable para evaluar el rendimiento y/o reemplazo.

Lo realiza a través del muestreo y el análisis de los fluidos de los diversos equipos, en Yanacocha lo hacemos a través del laboratorio de Ferreyros SAA en el que diferenciamos: SOS Análisis de aceite y SOS Análisis de refrigerante.

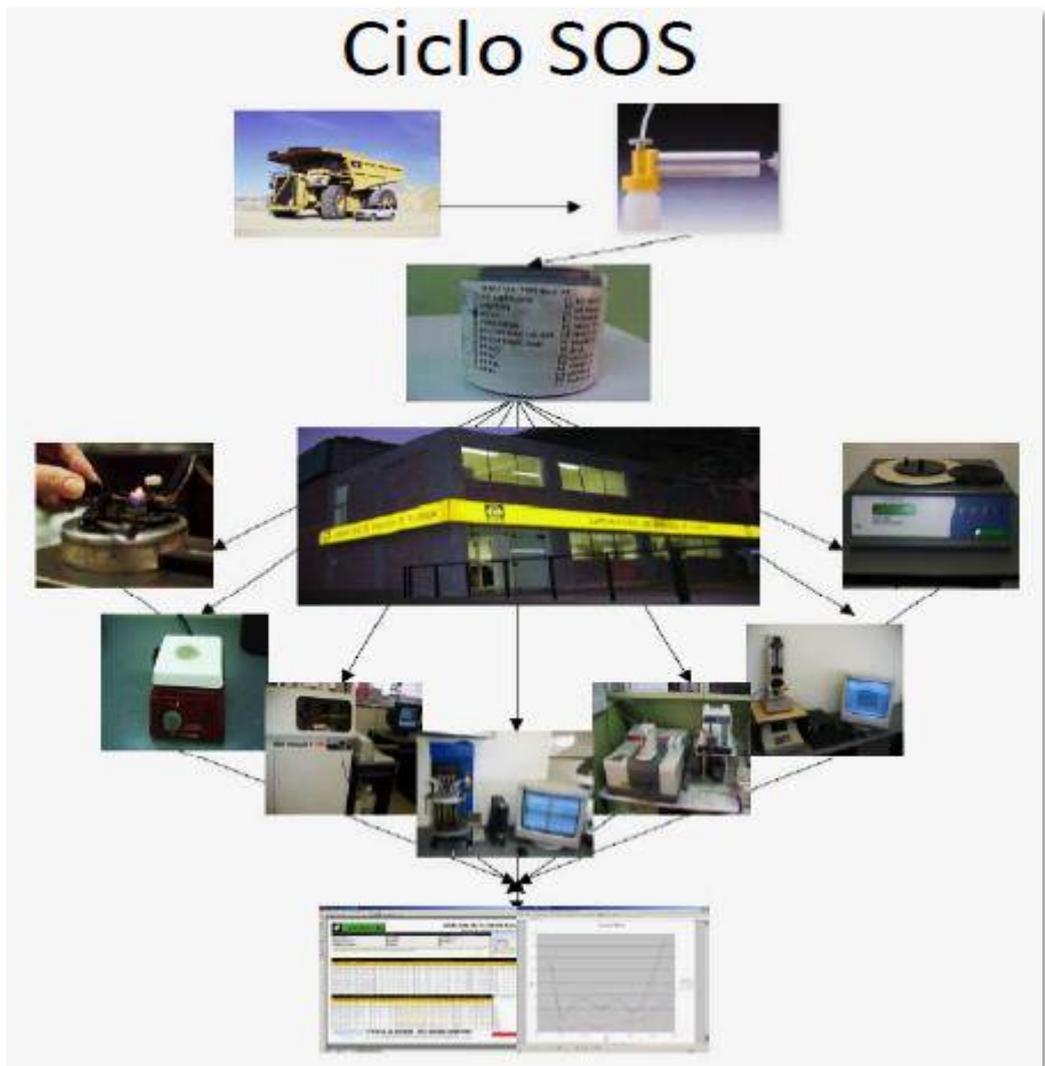


Ilustración 23: El ciclo de análisis de aceite SOS

2.4.2. Análisis de lubricante Movil Serv:

Quando va al doctor para hacerse una revisión, se le toma una muestra de vida para evaluar su salud y detectar las dolencias que necesitan un tratamiento, a veces incluso antes que se desarrollen. De manera similar, el análisis de aceite en uso es esencial para evaluar la salud de su operación. Una muestra de aceite proporciona información crucial que puede ayudar a:

- a. Aumentar la productividad
- b. Reducir el tiempo de inactividad no programado

- c. Prolongar la durabilidad del equipo
- d. Disminuir el consumo de lubricantes

Y con el análisis de lubricante Mobil ServSM, usted puede confiar en un conocimiento profundo de sus productos marca MobilTM. También han acumulado mucho conocimiento de las aplicaciones y equipos, al trabajar muy de cerca con los fabricantes de equipos originales.

Basándose en esta experiencia exhaustiva con el producto y el equipo, ofrecen un análisis preciso así como recomendaciones detalladas y prácticas que pueden ayudar a ahorrar costos, sólida productividad y tranquilidad mental.

En ExxonMobil ayuda a las compañías para que sean más seguras, productivas y conscientes de las prácticas de cuidado del medio ambiente. Mediante el uso de un enfoque predictivo y proactivo para el mantenimiento a través del análisis de lubricante Mobil ServSM, usted puede mejorar:

La seguridad: a través de intervalos prolongados de cambio de aceite y una mejor protección de componentes, que pueden reducir la necesidad de una interacción entre el empleado y el equipo.

Cuidado del medio ambiente: a través de la reducción de desechos debido a una larga vida útil del lubricante y equipo.

La productividad: a través de la mejora en la planificación del mantenimiento, lo cual puede ayudar a evitar los tiempos de inactividad no planeados de los equipos.

2.5. Indicadores de gestión: KPI

Los KPIs (Key Performance Indicator) son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad.

2.5.1. Características de los KPI

Podemos ver algunas de las características que destacan a un KPI, para su mejor entendimiento.

- a. Medible: Anteriormente he mencionado que los KPIs son métricas, por tanto su principal característica es que son medibles en unidades. Ejemplo: 1,2, 100, 1000, 1000.000.
- b. Cuantificable: Si se puede medir, se puede cuantificar. Por ejemplo si hablamos de unidades monetaria las cuantificaríamos en € o \$. También existen muchos indicadores de gestión que se miden en porcentaje.
- c. Específico: Se debe centrar en un único aspecto a medir, hemos de ser concretos.
- d. Temporal: Debe poder medirse en el tiempo. Por ejemplo podemos querer medir a diario, de forma semanal, mensual o anual.
- e. Relevante: El propio término hace referencia a esta característica “indicadores clave de gestión”. Únicamente sirven aquellos factores que sean relevantes para nuestra empresa.

Los KPIs tienen que informar, controlar, evaluar y por último ayudar a que se tomen decisiones. Cada empresa tiene sus propios indicadores de gestión, puesto que cada organización y cada modelo

de negocio tienen factores clave a medir diferentes. Una empresa de producción industrial hará foco en indicadores de producción y una empresa que únicamente venda a través de internet tendrá otros indicadores clave relacionado con métricas de marketing digital.

2.5.2. Ejemplos de indicadores de gestión

Existen diferentes indicadores clave, y tal y como mencionábamos es necesario adaptarlos a cada modelo de negocio. Los indicadores clave que son relevantes para una empresa no necesariamente tienen que serlo para otra. Existen indicadores de gestión económicos, de producción, financieros, de calidad, de logística, de servicio. A continuación puedes ver unos ejemplos de KPI de marketing y gestión comercial:

- a. Ingresos y costes: Ventas totales, ventas por productos, ventas por delegaciones, coste de adquisición de cliente, inversión total en marketing.
- b. Fidelización de clientes: Rentabilidad de cliente, tasa de retención de clientes, NPS, índice de satisfacción del cliente.
- c. Marketing digital: El número de visitas a la web, tiempo de permanencia, clicks, coste por lead, tasa de conversión, nº de visitas de tráfico orgánico y de pago o tasas de apertura en campañas de emailing, son entre otros indicadores de gestión digitales.
- d. Competitividad y branding: Cuota de mercado, tasa de crecimiento del mercado, grado de penetración, valor de marca, notoriedad de marca, etc.

- e. Gestión comercial: Visitas comerciales, presupuestos entregados, contrataciones, eficiencia comercial, venta cruzada.

3. Terminología

- a. Propuesta: Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo.
- b. Mantenimiento: Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento
- c. Lubricante: Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una capa que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.
 - a. El informe del laboratorio: informe final es el eje sobre el que cualquier programa de análisis de aceite gira. Sin un sólido conocimiento de los principios básicos de la lectura y comprensión del informe de análisis, el lector es probable que crezca rápidamente frustrado por tratar de dar sentido a los datos de las pruebas aparentemente ininteligibles.
 - b. Excavadora: Se denomina excavadora a una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro, y de forma ininterrumpida) que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a

un conjunto formada por pluma y brazo o balancín, sin que la estructura portante o chasis se desplace.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

1. Tipo de investigación

La presente investigación comprende al de tipo de estudio descriptivo, ya que se están describiendo los hechos como son observados, y el tipo de diseño de investigación es de Campo, puesto que, estamos recolectando datos e información directamente con el medio natural, también es de tipo documental, esto es debido a que nuestras fuentes primarias para realizar un mantenimiento adecuado a los equipos, hemos tenido que recurrir a los manuales y/o documentos que nos ayudan a interpretar y a dar un análisis mejor de estos.

También es del tipo experimental, pues se han realizado análisis en baso a un desarrollo en un laboratorio con el fin de indicar un resultado propio para el equipo a investigar.

2. Población y muestra

2.1. Población

La población en la presente investigación está a constituida por el 100% de los equipos en el presente estudio. En este caso nosotros podemos referir a población como la cantidad de los equipos utilizados de forma específica en cada una de las actividades realizadas por GyM. En el “Proyecto Integración Vial Tacna – La paz” (tramo Tacna – La Collpa). Es decir, en resumen, la población a estudiar es la excavadora CAT 336 con código 14001.

2.2. Muestra

Está representada por todo en conjunto de la población por ser un número limitado, manejable por la cantidad de equipos, en este caso pro la excavadora, de la cual se extrajo su aceite para el análisis respectivo.

3. Hipótesis

3.1. Hipótesis general

Con la ejecución del mantenimiento utilizado, mediante el análisis que nos arroja el resultado del aceite analizado, logramos tener un mayor aumento de la disponibilidad del equipo, además de eso evitamos las paradas mecánicas inesperadas, evitando futuras fallas.

3.2. Hipótesis específicas

- a. Un aumento en la disponibilidad de los equipos, nos predice futuras fallas a suceder en el equipo.
- b. Con capacitaciones, aumentamos la capacidad de los operarios logramos una mejor gestión de mantenimiento.

4. Variables – operacionalizacion

4.1. Variable independiente

El nivel de la influencia del mantenimiento, con respecto al análisis del aceite de la máquina.

4.2. Variable Dependiente

Incremento de la disponibilidad mecánica de los equipos en el proyecto.

4.3. Indicadores

Los indicadores encontrados son disponibilidad, rendimiento, calidad, eficiencia global, costo de mantenimiento unitario, ejecución del mantenimiento preventivo, número de órdenes de trabajo atendidas, entrenamiento y capacitaciones del personal de mantenimiento.

Métodos y técnicas de investigación

4.4. Método de investigación:

El método usado el método descriptivo. Hemos descrito las características del estudio, nos han proporcionan información para el planteamiento de nuevas investigaciones y para desarrollar formas más adecuadas de enfrentarse a ellas, y estas están referidas o dirigidas al mejoramiento del plan de mantenimiento, y por consecuencia a la disponibilidad de los equipos.

4.5. Técnicas de investigación

4.5.1. Observación

Hubo una observación directa con encuestas al personal que está relacionado de forma directa con el mantenimiento, y con todos los que tienen vinculación con el tema de investigación. Por ello encuestamos al área de mantenimiento y logística. (ANEXO N° 21)

- a. Los jefes de equipos.
- b. Jefes de taller.
- c. Mecánicos.
- d. Operadores de equipos pesados

4.5.2. Entrevista

La técnica para el desarrollo de la investigación, consistió en obtener testimonios, opiniones, experiencia y documentos acerca del estado actual del mantenimiento y condiciones de los equipos en la empresa. Se solicitó la autorización del jefe de equipos, talleres, la participación del personal de mantenimiento fue primordial en el presente estudio, por estar involucrados y conocer la problemática del mantenimiento en la empresa.

Las preguntas más frecuentes en las entrevistas al personal como los jefes de mantenimiento como:

- ¿Qué fallas comúnmente se suelen percibir en los equipos de maquinaria pesada?
 - La mayoría coincide que la falla frecuente ocurre en el sistema de tren de fuerza, que es el empuje para brindarle fuerza a la maquinaria.
- ¿Qué tipo plan de mantenimiento ejecutan?
 - Se aplica mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y mantenimiento detectivo (cabe recalcar que el análisis de aceite está relacionado con el predictivo y detectivo).
- ¿Cada que tiempo se aplica una bitácora de mantenimiento?
 - En el caso de Graña y montero era semanal.

5. Descripción de instrumentos utilizados

Los instrumentos utilizados son en su parte documentada para tendencias de los componentes perjudiciales así como el historial de fallas de los equipos así como los costos de las valorizaciones de los equipos en proyecto.

5.1. Instrumentos de medición

Graña y Montero utiliza formatos únicos propios de la empresa para tener en óptimas condiciones los instrumentos de medición utilizados:

Por ello es necesarios establecer mecanismos para asegurar que los equipos de medición utilizados en GRAÑA y MONTERO. cumplan ciertas condiciones:

- a. Estén identificados en todo momento para determinar su estado de calibración o verificación.

- b. Que al momento de ser utilizados estén en condiciones de operar de acuerdo con su fin específico.
- c. Estén calibrados o verificados antes de ser utilizados.
- d. Sean manipulados y almacenados de forma tal que se preserven sus características necesarias para asegurar que cumplan con la función para la cual se los destina
- e. Estar protegidos para evitar ajustes que puedan invalidar el resultado de la medición.

El alcance de estas condiciones es para todos los equipos de medición propiedad de Graña y Montero, desde su alta como activo fijo de la empresa hasta su baja.

En lo que resta de este procedimiento a los equipos incluidos en el mencionado listado se los aludirá con las palabras EQUIPOS o EQUIPOS DE MEDICIÓN. Estos son utilizados en los procesos de Mantenimiento Periódico, Mantenimiento Rutinario, Control de Calidad, Gestión Vial y en la planta de emulsión asfáltica.

Para el caso de los equipos de medición que no se utilicen en los procesos arriba mencionados se utilizarán métodos de verificación, para así asegurar el resultado de la medición. Adherimos documentos específicos con formatos específicos propios de la empresa

- a. Formato de cartillas de uso de equipos de medición. (ANEXO 06 al 13)
- b. Formato de ficha de identificación de equipos de medición. (ANEXO 14)
- c. Formato de registro movilización de equipos de medición. (ANEXO 15)
- d. Formato de registro verificación de equipos de medición. (ANEXO 16)

- e. Formato de Mantenimiento y calibración de equipos de medición. (ANEXO 17)

5.2. Documentos del mantenimiento

Estos documentos nos sirven de herramientas para establecer lineamientos que permitan asegurar la operatividad y disponibilidad de equipos para la ejecución de las actividades de Graña y Montero.

Esto es aplicable a todos los equipos activos fijos, propios o de terceros que Graña y Montero utiliza en sus operaciones. El presente procedimiento excluye a los equipos de medición, equipos de laboratorio, equipos informáticos y los que son propiedad del cliente.

- a. Reportes diarios de equipos mayores. (ANEXO 05)
- b. Estándares básicos de seguridad. (ANEXO 18)
- c. Mantenimientos de equipos. (ANEXO 02)
- d. Equipos fuera de servicio. (ANEXO 03)
- e. Equipos de protección usados durante la manipulación de los equipos. (ANEXO 04)

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACION

1. Mantenimiento

1.1. Equipos críticos

Los equipos críticos en una empresa, son aquellos que son imprescindibles en un proyecto, trabajo u obra, puesto que la falta de alguno de estos para en su totalidad a la producción.

Los equipos críticos de la empresa Graña y Montero están conformada por la maquinaria pesada de esta misma. Es decir, en este caso la maquina critica del proyecto es la Excavadora CAT 336, la cual ha sido estudiada de manera individual debido a su gran aporte y el arduo trabajo que lleva consigo en las diferentes tareas impuestas en el proyecto.

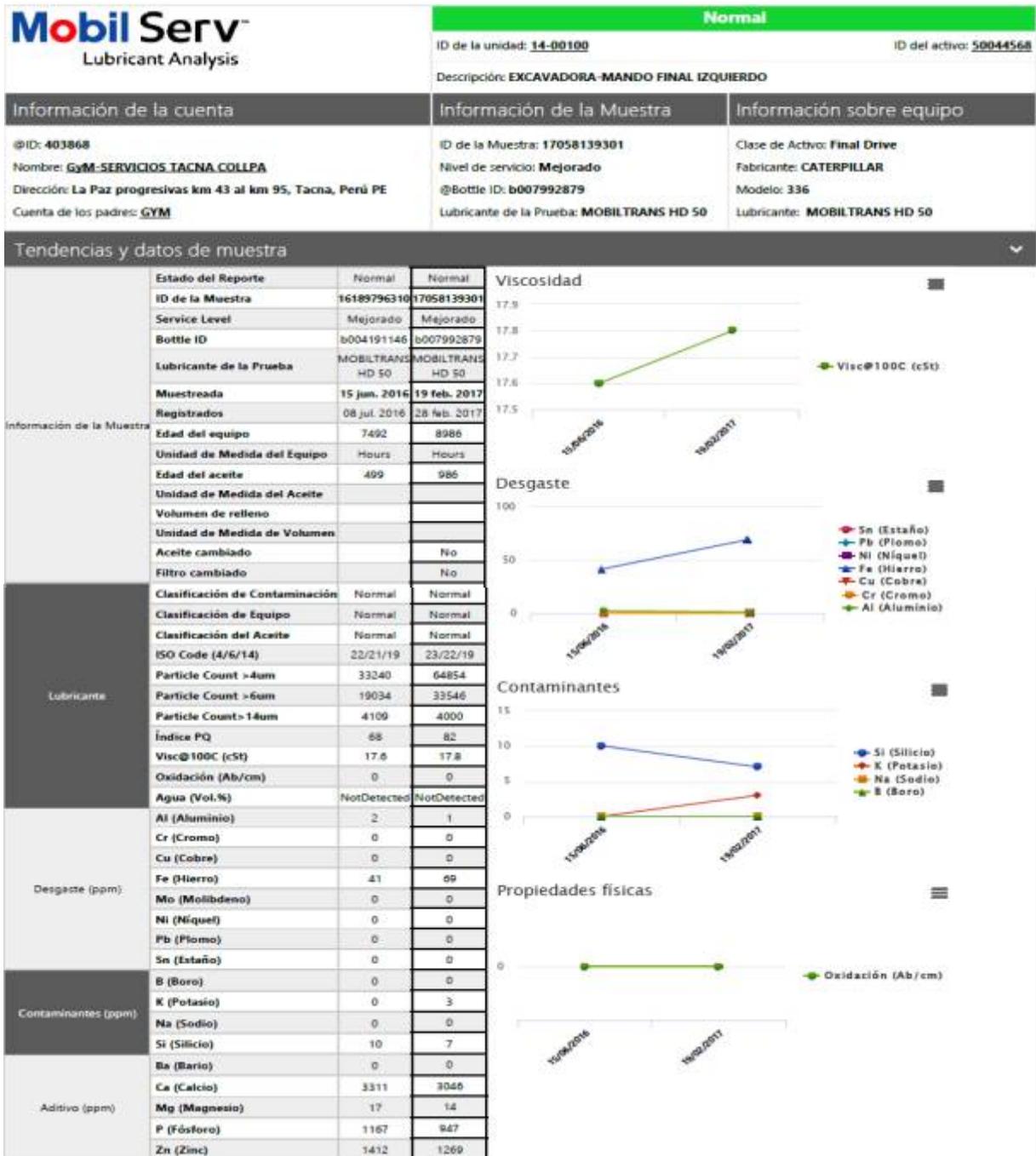
1.2. Análisis de aceite de la excavadora CAT 336 codificada como 14001:

El análisis de la excavadora CAT fue realizada en Tacna por lo tanto es lógico pensar que el análisis sea llevado a cabo en un laboratorio del lugar, habiendo visto anteriormente, hemos visto que existe programas de la misma Caterpillar, y otro como el Movil Serv Oil Analysis – Exxon Mobil. A pesar de ser un equipo CAT se decidió hacer en un laboratorio de Mobil Serv, y la razón principal es que en el equipo o maquinaria, el lubricante usado era lubricante MOBIL SERV, un lubricante de la compañía el cual por el conocimiento de la composición de dicho aceite, se decidió, proponer el análisis en dichos laboratorios.

Dichos análisis están correctamente realizados con sus indicadores correspondientes así como sus respectivos gráficos.

1.2.1. Análisis de Mando Final Izquierdo:

Tabla 16: Análisis de aceite excavadora – Mando Final Izquierdo



Los resultados del informe de análisis de aceite de EXCAVADORA –
MANDO FINAL IZQUIERDO:

- Fecha de muestreada: 19 febrero 2017
- El Lubricante usado es MOBILTRANS HD 50
- Estado de lubricante de aceite: Normal (Verde)
- Edad del aceite lubricante: 986 horas
- Edad del equipo: 8986 horas
- Código ISO: 23/22/19, para ser exactos 64854, 33546 y 4000 ppm por cada canal respectivamente.
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 0 ABS/cm (máximo permitido es 30 ABS/cm)
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): El análisis arroja 0 ppm.
 - Cobre (Cu): El análisis arroja 0 ppm.
 - Molibdeno (Mo): El análisis arroja 0 ppm.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.
 - Estaño (Sn): El análisis arroja 0 ppm.
 - Aluminio (Al): en el análisis arroja 1 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-20, quiere decir que está en el rango normal.
 - Hierro (Fe): en el análisis arroja 69 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-150, quiere decir que está en el rango normal.

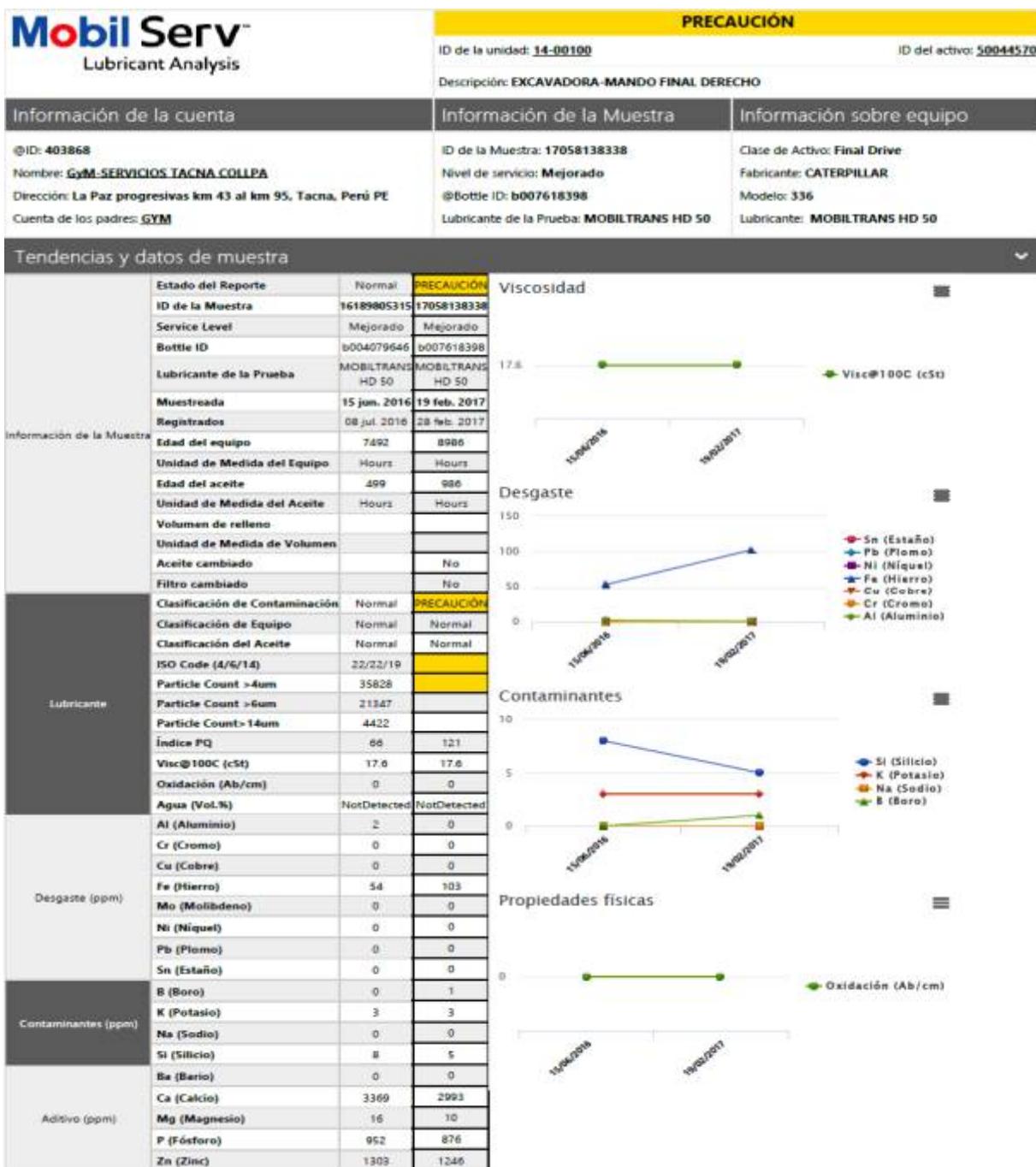
- Silicio (Si): en el análisis nos arroja 7 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-30, quiere decir que está en el rango normal.

En este análisis los rangos de las sustancias están dentro del rango normal por lo tanto no hay necesidad de ningún cambio, en el equipo o lubricante.

No se requieren acciones en el aceite o equipo. Los resultados indican que todos los niveles se encuentran dentro de rangos aceptables.

1.2.2. Análisis de Mando Final Derecho

Tabla 17: Análisis de aceite de excavadora – Mando Final Derecho



Los resultados del informe de análisis de aceite de EXCAVADORA –
MANDO FINAL DERECHO:

- Fecha de muestreada: 19 febrero 2017
- El Lubricante usado es MOBILTRANS HD 50
- Estado de lubricante de aceite: Precaución (amarillo), No se llevó cabo contabilidad de sedimentos.
- Edad del aceite lubricante: 986 horas
- Edad del equipo: 8986 horas
- Código ISO: No completado. Puesto que se encontraron sedimentos visibles de tamaño considerable que podrían afectar a los efectos de medición de laboratorio, es decir, mayor a 100 um.
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 0 ABS/cm, el máximo permitido es 30 ABS/cm (pag. 39).
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): El análisis arroja 0 ppm.
 - Cobre (Cu): El análisis arroja 0 ppm.
 - Molibdeno (Mo): El análisis arroja 0 ppm.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.
 - Estaño (Sn): El análisis arroja 0 ppm.
 - Aluminio (Al): El análisis arroja 0 ppm

- Hierro (Fe): en el análisis arroja 103 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-150, quiere decir que está en el rango normal.
- Silicio (Si): en el análisis arroja 5 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-30, quiere decir que está en el rango normal.

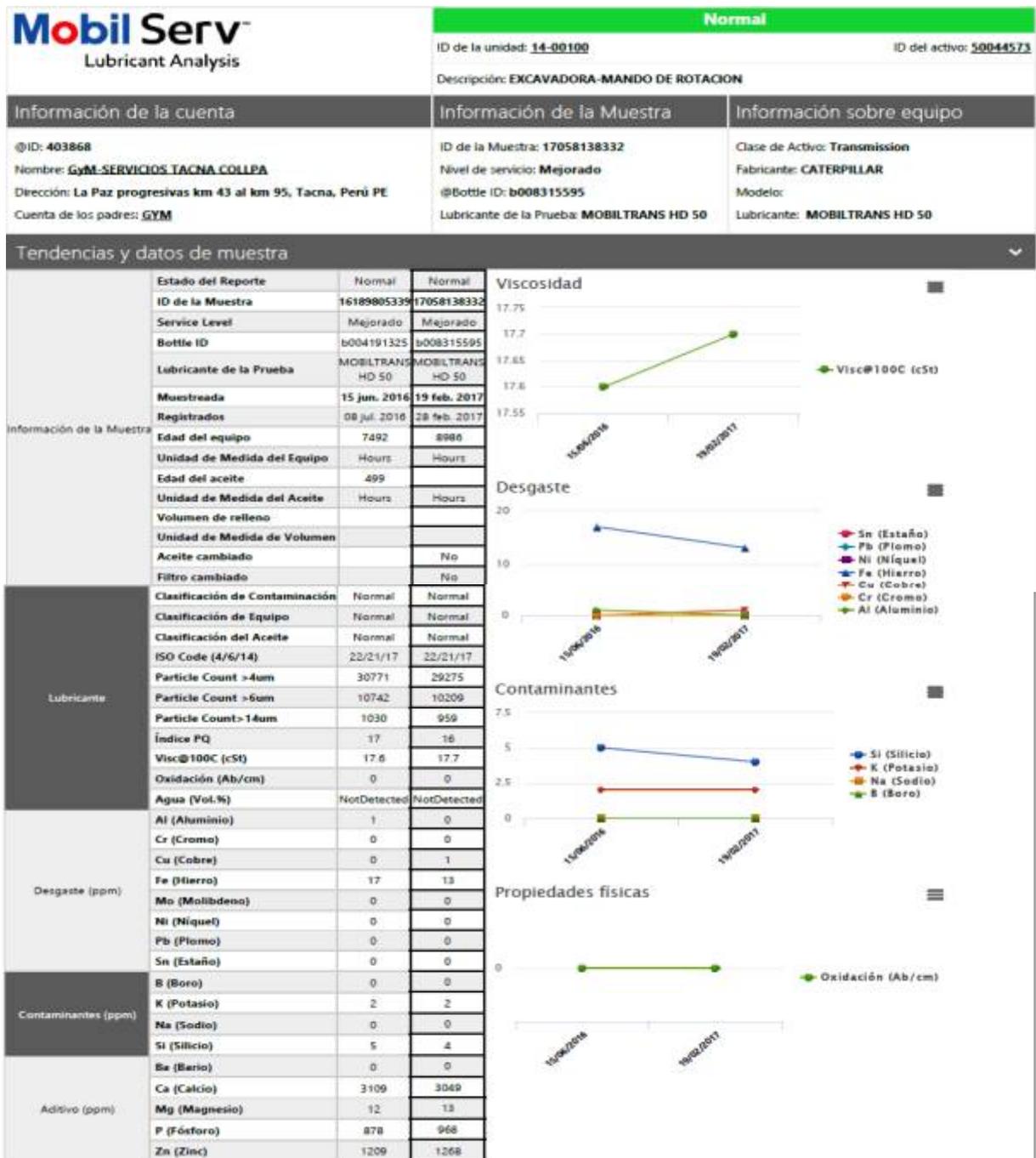
La razón del estado de precaución de la muestra, es debido a que está altamente contaminada con sedimentos visibles. Considere lo siguiente:

- a. La muestra puede no ser representativa del sistema si esta fue tomada en un área no turbulenta (p.e. fondo del depósito).
- b. La instalación de puertos de muestreo ayuda a asegurar que la muestra del mismo lugar cada vez.
- c. Asegúrese que todas las tapas y respiraderos del tanque estén correctamente colocados.

Si es aplicable, verifique que los filtros y/o centrifugas estén funcionando adecuadamente. Si la muestra es considerada como representativa del sistema, entonces drene el sistema para prevenir daño del equipo.

1.2.3. Análisis de Mando Rotación:

Tabla 18: Análisis de aceite excavadora – Mando de rotación



Los resultados del informe de análisis de aceite de EXCAVADORA –
MANDO DE ROTACION:

- Fecha de muestreada: 19 febrero 2017
- El Lubricante usado es MOBILTRANS HD 50
- Estado de lubricante de aceite: Normal (Verde)
- Edad del aceite lubricante: 986 horas
- Edad del equipo: 8986 horas
- Código ISO: 22/21/17, para ser exactos 29275, 10209 y 959 ppm por cada canal respectivamente.
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 0 ABS/cm, el máximo permitido es 30 ABS/cm (pag. 39)
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): El análisis arroja 0 ppm.
 - Aluminio (Al): El análisis arroja 0 ppm.
 - Molibdeno (Mo): El análisis arroja 0 ppm.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.
 - Estaño (Sn): El análisis arroja 0 ppm.
 - Cobre (Cu): en el análisis arroja 1 ppm, y en los límites de desgaste de mandos de rotación (TABLA 14 – pag. 66) el rango es 0-120, quiere decir que está en el rango normal.

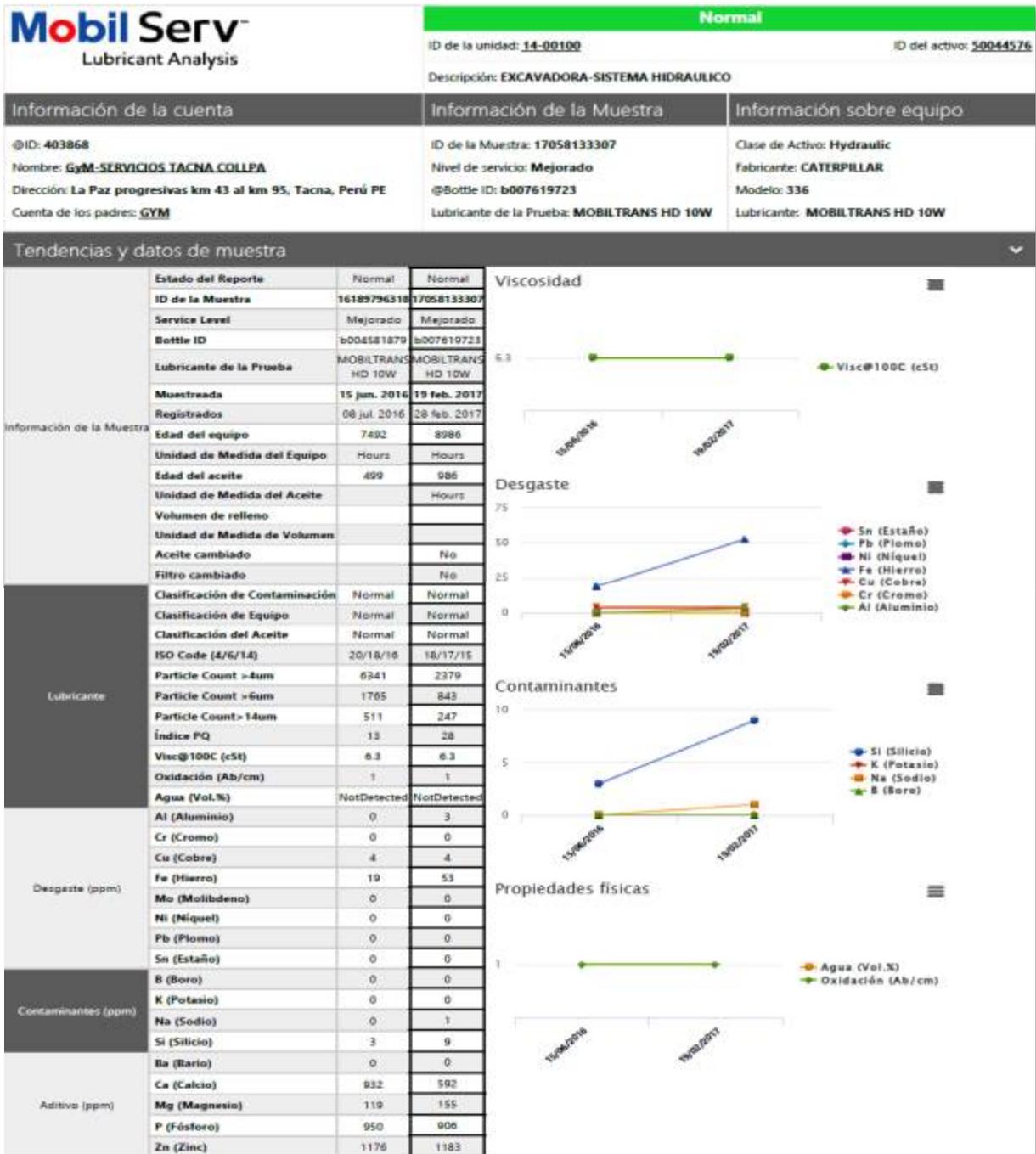
- Hierro (Fe): en el análisis arroja 13 ppm, y en los límites de desgaste de mando de rotación (TABLA 14 – pag. 66) el rango es 0-100, quiere decir que está en el rango normal.
- Silicio (Si): en el análisis arroja 4 ppm, y en los límites de desgaste de mando de rotación (TABLA 15 – pag. 66) el rango es 0-30, quiere decir que está en el rango normal.

En este análisis los rangos de las sustancias están dentro del rango normal por lo tanto no hay necesidad de ningún cambio, en el equipo o lubricante.

No se requieren acciones en el aceite o equipo. Los resultados indican que todos los niveles se encuentran dentro de rangos aceptables.

1.2.4. Análisis de Sistema Hidráulico:

Tabla 19: Análisis de aceite excavadora – Sistema hidráulico



Los resultados del informe de análisis de aceite de EXCAVADORA –
SISTEMA HIDRAULICO:

- Fecha de muestreada: 19 febrero 2017
- El Lubricante usado es MOBILTRANS HD 10W
- Estado de lubricante de aceite: Normal (Verde)
- Edad del aceite lubricante: 986 horas
- Edad del equipo: 8986 horas
- Código ISO: 22/21/17, para ser exactos 29275, 10209 y 959 ppm por cada canal respectivamente.
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 1 ABS/cm, el máximo permitido es 30 ABS/cm (pag. 39)
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): El análisis arroja 0 ppm.
 - Molibdeno (Mo): El análisis arroja 0 ppm.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.
 - Estaño (Sn): El análisis arroja 0 ppm.
 - Aluminio (Al): en el análisis arroja 3 ppm, y en los límites de desgaste de sistema hidráulico (TABLA 13 – pag. 65) el rango es 0-8, quiere decir que está en el rango normal.
 - Cobre (Cu): en el análisis arroja 4 ppm, y en los límites de desgaste de sistema hidráulico (TABLA 13 – pag. 65) el rango es 0-15, quiere decir que está en el rango normal.

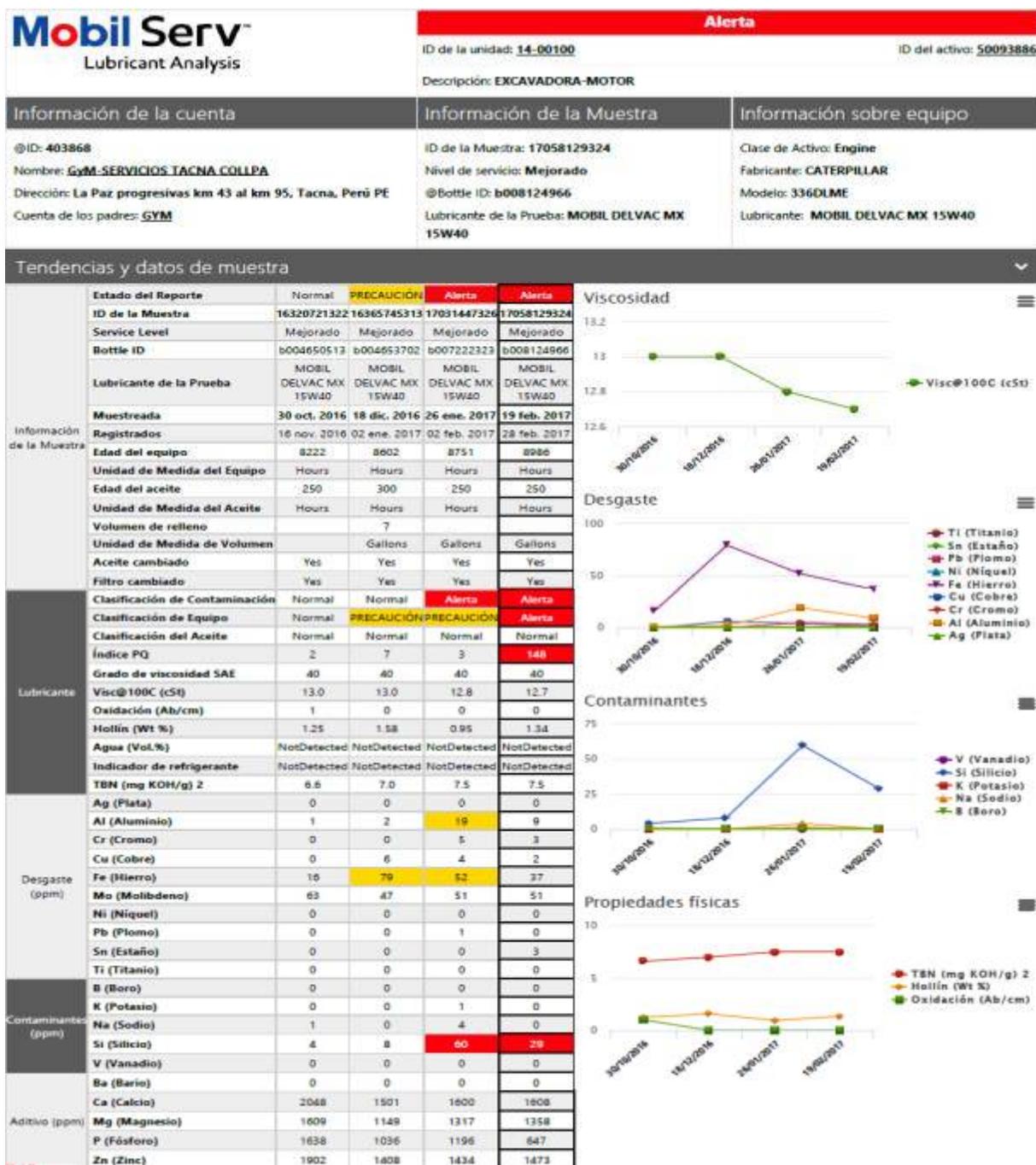
- Hierro (Fe): en el análisis arroja 53 ppm, y en los límites de desgaste de sistema hidráulico (TABLA 14 – pag. 66) el rango es 0-100, quiere decir que está en el rango normal.
- Silicio (Si): en el análisis arroja 9 ppm, y en los límites de desgaste de sistema hidráulico (TABLA 13 – pag. 66) el rango es 0-10, quiere decir que está en el rango normal.

En este análisis los rangos de las sustancias están dentro del rango normal por lo tanto no hay necesidad de ningún cambio, en el equipo o lubricante.

No se requieren acciones en el aceite o equipo. Los resultados indican que todos los niveles se encuentran dentro de rangos aceptables.

1.2.5. Análisis de Motor: 19 febrero 2017

Tabla 20: Análisis de aceite excavadora – Motor I



Los resultados del informe de análisis de aceite de MOTOR: 19 febrero 2017.

- Fecha de muestreada: 19 febrero 2017
- El Lubricante usado es MOVIL DELVAC MX 15W40
- Estado de lubricante de aceite: Alerta (rojo)
- Edad del aceite lubricante: 250 horas
- Edad del equipo: 8986 horas
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 1 ABS/cm, el máximo permitido es 30 ABS/cm (pag. 39)
 - Hollín: Nivel bajo en el motor y es de 1.34 Wt %
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): en el análisis arroja 3 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-10, quiere decir que está en el rango normal.
 - Molibdeno (Mo): en el análisis arroja 51 ppm, es un índice debido a los aditivos que contienen, al Mo, el cual lo arrojan en una cantidad apropiada para protección de lubricante. Por lo tanto no hay índice de alarma.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.
 - Estaño (Sn): en el análisis arroja 3 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-15, quiere decir que está en el rango normal.

- Aluminio (Al): en el análisis arroja 9 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-15, quiere decir que está en el rango normal.
- Cobre (Cu): en el análisis arroja 2 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-25, quiere decir que está en el rango normal.
- Hierro (Fe): en el análisis arroja 37 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-70, quiere decir que está en el rango normal.
- Silicio (Si): en el análisis arroja 29 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 13 – pag. 66) el rango es 0-10, 10-15 (precaución), y más de 15 (alerta), quiere decir que, los índices presente en el lubricante son excesivos, por eso sale la señal de alerta. Las fuentes de silicio que afectan al motor son producidos por agentes no propios de la metalurgia de la maquina como, la tierra y antiespumantes.

Fuentes posibles de silicio no abrasivo incluyen:

- a. Antiespumantes, compuestos de juntas o sellantes.
- b. Procedimientos inapropiados de toma de muestra/manipulación (por ej. envase de muestra contaminado con suciedad, muestra tomada bajo condiciones de mucho viento en una situación donde hay presencia de polvo, tapas de envases que permanecieron fuera de los envases por un largo periodo de tiempo).

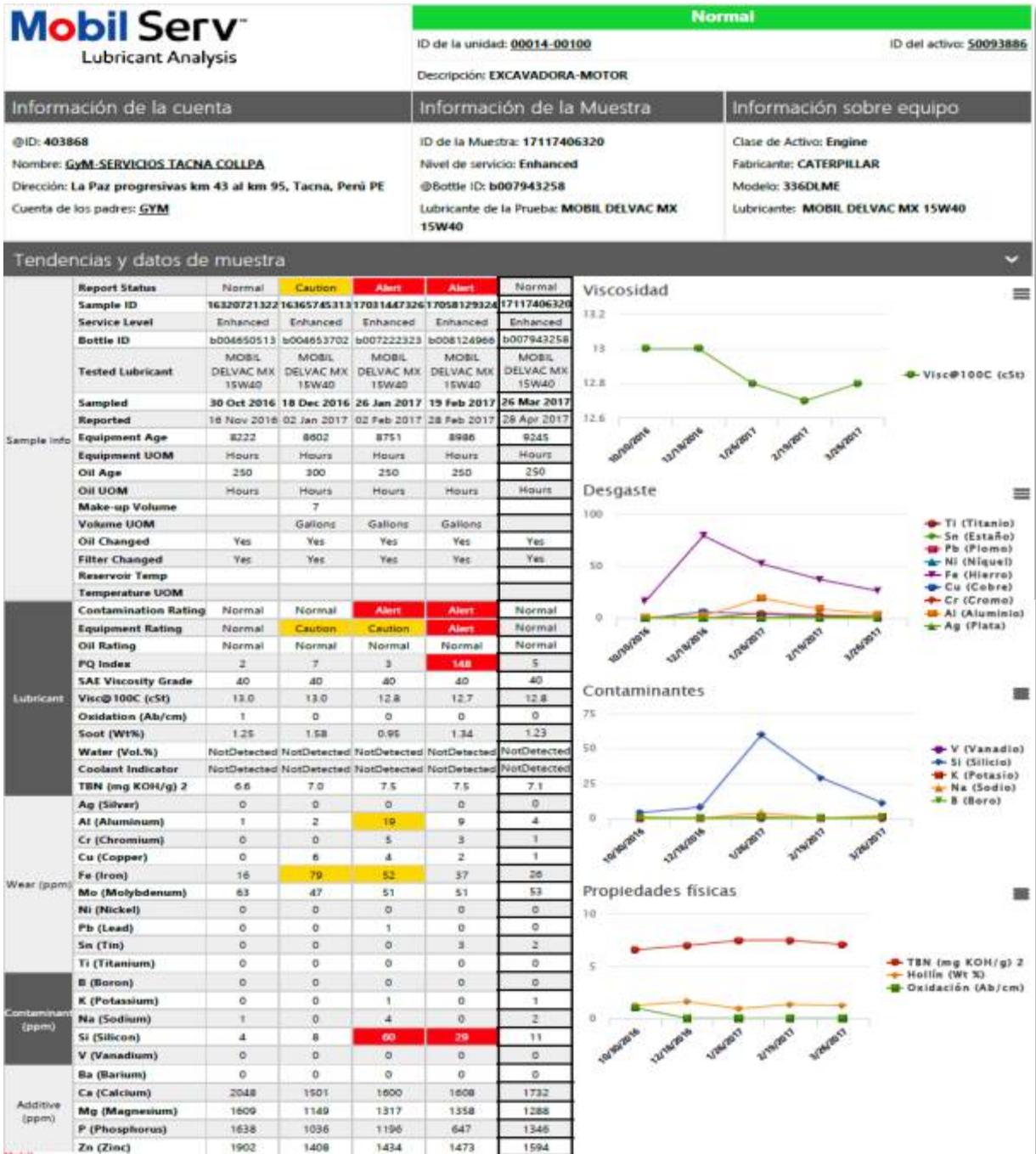
- c. Motores operando con gas combustible que contiene siloxanos no abrasivos.

En este análisis los rangos de las sustancias están dentro del rango normal, excepto el nivel de silicio, pues nos arroja un nivel excesivo de más del rango normal, entonces las acciones requeridas son las siguientes:

- Ejecutar el cambio del motor pues está en el rango de uso de lubricante (250 horas).
- Evitar las fuentes excesivas de silicio en el ambiente laboral y antiespumantes.

1.2.6. Análisis de Motor: 26 marzo 2017

Tabla 21: Análisis de aceite excavadora – Motor II



Los resultados del informe de análisis de aceite de MOTOR: 19 febrero 2017.

- Fecha de muestreada: 26 Marzo 2017
- El Lubricante usado es MOVIL DELVAC MX 15W40
- Estado de lubricante de aceite: Normal (verde)
- Edad del aceite lubricante: 250 horas
- Edad del equipo: 9245 horas
- No existe contaminación de lubricante.
 - Nivel de agua: no detectada.
 - Oxidación: 0 ABS/cm, el máximo permitido es 30 ABS/cm (pag. 39)
 - Hollín: Nivel bajo en el motor y es de 1.23 Wt % (menos incluso que es mes anterior).
- Discusión de índices de metales en el lubricante:
 - Cromo (Cr): en el análisis arroja 1 ppm, y en los límites de desgaste de mando finales (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-10, quiere decir que está en el rango normal.
 - Molibdeno (Mo): en el análisis arroja 53 ppm, es un índice debido a los aditivos que contienen, al Mo, el cual lo arrojan en una cantidad apropiada para protección de lubricante. Por lo tanto no hay índice de alarma.
 - Niquel (Ni): El análisis arroja 0 ppm.
 - Plomo (Pb): El análisis arroja 0 ppm.

- Estaño (Sn): en el análisis arroja 2 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-15, quiere decir que está en el rango normal.
- Aluminio (Al): en el análisis arroja 4 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-15, quiere decir que está en el rango normal.
- Cobre (Cu): en el análisis arroja 1 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-25, quiere decir que está en el rango normal.
- Hierro (Fe): en el análisis arroja 26 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 12 – pag. 65) el rango es 0-70, quiere decir que está en el rango normal.
- Silicio (Si): en el análisis arroja 11 ppm, y en los límites de desgaste de motor (TABLA 13 – pag. 66) el rango es 0-10, quiere decir que está en el rango normal.

En este análisis los rangos de las sustancias están dentro del rango normal por lo tanto no hay necesidad de ningún cambio, en el equipo o lubricante.

No se requieren acciones en el aceite o equipo. Los resultados indican que todos los niveles se encuentran dentro de rangos aceptables.

1.3. Mantenimiento de la excavadora CAT 336 – código 14001

El plan ejecutado del equipo, se ha basado principalmente en el análisis de aceite lubricante realizado en él, en el trabajo que realiza por horas, y de acuerdo a revisiones impuestas en un determinado momento por el fabricante de la excavadora, por ello a continuación, presentaremos un plan basado en un mantenimiento, predictivo (basado en el análisis de aceite), preventivo (teniendo como prioridad las horas de trabajo), y correctivo (reemplazando piezas o haciendo las revisiones de lo que podría estar en mal funcionamiento).

Tabla 22: Mantenimiento de excavadora a 7500 horas

SERVICIO A EJECUTAR	
1	Limpieza del equipo
2	Revisar nivel de refrigerante en radiador
3	Cambiar aceite de motor. Usar 10 galones de aceite Mobil 15W40
4	Cambiar filtro de aceite de motor.
5	Cambiar filtro de petróleo.
6	Cambiar filtro de aceite hidráulico
7	Tomar muestra de aceite hidráulico
8	Cambiar filtro de aire primario
9	Cambiar filtro de aire secundario
10	Inspeccionar sistema de admisión de aire, empalmes y mangueras.
11	Chequear ajuste de pernos de motor, tapa de balancines y carter.
12	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
13	Verificar que no haya fugas de aceite o combustible y gases en el motor.
14	Inspeccionar desgastes en poleas y estado de fajas del ventilador y alternador.
15	Revisar funcionamiento de bomba de agua
16	Revisar bomba de inyección y cañerías, eliminar posibles fugas. Drenar agua de tanque
17	Limpiar respiradero de motor.
18	Lubricar cojinete de polea del ventilador.
19	Inspeccionar el estado del boom
20	Cambiar filtro de aceite de transmisión
21	Cambiar aceite de transmisión
22	Comprobar la operación de los pedales de frenos
23	Chequear funcionamiento de motor de giro
24	Cambiar aceite del mando de rotación
25	Cambiar de aceite de mandos finales
26	Lubricar cojinetes de cilindros hidráulicos
27	Inspeccionar cadenas, zapatas
28	Lubricar cojinetes del bastidor de rodillos inferiores
29	Inspeccionar pasadores de cadena
30	Inspeccionar cojinetes de la maza de la rueda motriz
31	Verificar templado de cadenas de orugas
32	Revisar estado de templador de cadenas
33	Revisar instrumentos de tablero y fusibles.
34	Revisar funcionamiento de luces y alarma de retroceso.
35	Chequear alarma de retroceso
36	Chequear baterías y niveles de electrolitos
37	Llenar depósito del lavaparabrisas
38	Chequear y eliminar fugas en cilindros hidráulicos
39	Inspeccionar si existen rajaduras en el lampón
40	Verificar estado de uñas.
41	Engrase general
NOTA: Sacar muestras de aceite hidráulico, transmisión y mandos finales	

Tabla 23: Mantenimiento de excavadora a 8000 horas

SERVICIO A EJECUTAR	
1	Limpieza del equipo
2	Revisar nivel de refrigerante en radiador
3	Cambiar aceite de motor. Usar 10 galones de aceite Mobil 15W40
4	Cambiar filtro de aceite de motor.
5	Cambiar filtro de petróleo.
6	Cambiar filtro separador de agua si el sistema lo tiene
7	Limpiar filtros de aire
8	Inspeccionar sistema de admisión de aire, empalmes y mangueras.
9	Chequear ajuste de pernos de motor, tapa de balancines y carter.
10	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
11	Verificar que no haya fugas de aceite o combustible y gases en el motor.
12	Inspeccionar desgastes en poleas y estado de fajas del ventilador y alternador.
13	Revisar funcionamiento de bomba de agua
14	Revisar bomba de inyección y cañerías, eliminar posibles fugas. Drenar agua de tanque
15	Limpiar respiradero de motor.
16	Lubricar cojinete de polea del ventilador.
17	Inspeccionar el estado del boom
18	Revisar nivel de aceite de transmisión
19	Revisar nivel de aceite del sistema hidráulico.
20	Comprobar la operación de los pedales de frenos
21	Chequear funcionamiento de motor de giro
22	Revisar nivel de aceite del mando de rotación
23	Revisar nivel de aceite de mandos finales
24	Lubricar cojinetes de cilindros hidráulicos
25	Inspeccionar cadenas, zapatas
26	Lubricar cojinetes del bastidor de rodillos inferiores
27	Inspeccionar pasadores de cadena
28	Inspeccionar cojinetes de la maza de la rueda motriz
29	Verificar templado de cadenas de orugas
30	Revisar estado de templador de cadenas
31	Revisar instrumentos de tablero y fusibles.
32	Revisar funcionamiento de luces y alarma de retroceso.
33	Chequear alarma de retroceso
34	Chequear baterías y niveles de electrolitos
35	Llenar depósito del lavaparabrisas
36	Chequear y eliminar fugas en cilindros hidráulicos
37	Inspeccionar si existen rajaduras en el lampón
38	Verificar estado de uñas.
39	Engrase general
NOTA: Sacar muestras de aceite de motor	

Tabla 24: Mantenimiento de excavadora a 8500 horas

SERVICIO A EJECUTAR	
1	Limpieza del equipo
2	Revisar nivel de refrigerante en radiador
3	Cambiar aceite de motor. Usar 10 galones de aceite Mobil 15W40
4	Cambiar filtro de aceite de motor.
5	Cambiar filtro de petróleo.
7	Tomar muestra de aceite de motor
8	Cambiar filtro de aire primario
9	Inspeccionar sistema de admisión de aire, empalmes y mangueras.
10	Chequear ajuste de pernos de motor, tapa de balancines y carter.
11	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
12	Verificar que no haya fugas de aceite o combustible y gases en el motor.
13	Inspeccionar desgastes en poleas y estado de fajas del ventilador y alternador.
14	Revisar funcionamiento de bomba de agua
15	Revisar bomba de inyección y cañerías, eliminar posibles fugas. Drenar agua de tanque
16	Limpiar respiradero de motor.
17	Lubricar cojinete de polea del ventilador.
18	Inspeccionar el estado del boom
19	Cambiar filtro de aceite de transmisión
20	Revisar nivel de aceite de transmisión
21	Comprobar la operación de los pedales de frenos
22	Chequear funcionamiento de motor de giro
23	Revisar nivel de aceite del mando de rotación
24	Revisar nivel de aceite de mandos finales
25	Lubricar cojinetes de cilindros hidráulicos
26	Inspeccionar cadenas, zapatas
27	Lubricar cojinetes del bastidor de rodillos inferiores
28	Inspeccionar pasadores de cadena
29	Inspeccionar cojinetes de la maza de la rueda motriz
30	Verificar templado de cadenas de orugas
31	Revisar estado de templador de cadenas
32	Revisar instrumentos de tablero y fusibles.
33	Revisar funcionamiento de luces y alarma de retroceso.
34	Chequear alarma de retroceso
35	Chequear baterías y niveles de electrolitos
36	Llenar depósito del lavaparabrisas
37	Chequear y eliminar fugas en cilindros hidráulicos
38	Inspeccionar si existen rajaduras en el lampón
39	Verificar estado de uñas.
40	Engrase general
NOTA: Sacar muestras de aceite de motor	

Tabla 25: Mantenimiento de excavadora a 9000 horas

SERVICIO A EJECUTAR	
1	Limpieza del equipo
2	Revisar nivel de refrigerante en radiador
3	Cambiar aceite de motor. Usar 10 galones de aceite Mobil 15W40
4	Cambiar filtro de aceite de motor.
5	Cambiar filtro de petróleo.
6	Cambiar filtro de aceite hidráulico
7	Tomar muestra de aceite hidráulico
8	Cambiar filtro de aire primario
9	Cambiar filtro de aire secundario
10	Inspeccionar sistema de admisión de aire, empalmes y mangueras.
11	Chequear ajuste de pernos de motor, tapa de balancines y carter.
12	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
13	Verificar que no haya fugas de aceite o combustible y gases en el motor.
14	Inspeccionar desgastes en poleas y estado de fajas del ventilador y alternador.
15	Revisar funcionamiento de bomba de agua
16	Revisar bomba de inyección y cañerías, eliminar posibles fugas. Drenar agua de tanque
17	Limpiar respiradero de motor.
18	Lubricar cojinete de polea del ventilador.
19	Inspeccionar el estado del boom
20	Cambiar filtro de aceite de transmisión
21	Revisar nivel de aceite de transmisión
22	Comprobar la operación de los pedales de frenos
23	Chequear funcionamiento de motor de giro
24	Revisar nivel de aceite del mando de rotación
25	Revisar nivel de aceite de mandos finales
26	Lubricar cojinetes de cilindros hidráulicos
27	Inspeccionar cadenas, zapatas
28	Lubricar cojinetes del bastidor de rodillos inferiores
29	Inspeccionar pasadores de cadena
30	Inspeccionar cojinetes de la maza de la rueda motriz
31	Verificar templado de cadenas de orugas
32	Revisar estado de templador de cadenas
33	Revisar instrumentos de tablero y fusibles.
34	Revisar funcionamiento de luces y alarma de retroceso.
35	Chequear alarma de retroceso
36	Chequear baterías y niveles de electrolitos
37	Llenar deposito del lavaparabrisas
38	Chequear y eliminar fugas en cilindros hidráulicos
39	Inspeccionar si existen rajaduras en el lampón
40	Verificar estado de uñas.
41	Engrase general
NOTA: Sacar muestras de aceite de motor, hidráulico, transmisión, y mandos finales	

1.4. Disponibilidad de excavadora CAT 336 – Código 14001

Tabla 26: Disponibilidad de Excavadora 336 CAT – Código 14001

DISPONIBILIDAD MENSUAL EXCAVADORA CAT 336 - CODIGO 14001										
N°	FECHA	HRS. P	HRS. T	HRS. MP	HRS. MCNP	HRS. MMO	DISPON	OP.	INCR.	UTIL.
0	-	-	-	-	-	-	86%	-	-	-
1	jun-16	180	148	14	4	2	89%	86%	3%	88%
2	jul-16	180	145	0	0	2	99%	99%	13%	99%
3	ago-16	180	143	0	6	3	95%	94%	9%	94%
4	sep-16	180	167	14	5	2	88%	87%	2%	89%
5	oct-16	180	141	0	0	3	98%	98%	12%	98%
6	nov-16	180	156	0	8	2	94%	94%	8%	94%
7	dic-16	180	169	14	5	2	88%	88%	2%	89%
8	ene-17	180	148	0	0	3	98%	98%	12%	98%
9	feb-17	180	155	0	9	2	94%	93%	8%	93%
10	mar-17	180	162	14	5	2	88%	87%	2%	89%
TOTAL		1800	1534	56	42	23	93%	92%	7%	93%

Fuente: elaboración propia

En la tabla la franja de amarillo da los resultados iniciales de la excavadora antes del proyecto la cual tenía una disponibilidad del 86%, y la azul muestra el total de los parámetros que ayudaron a encontrar la disponibilidad de la EXCAVADORA CAT 336 – CODIGO 14-001.

Se muestra una tabla de disponibilidad con los resultados dados de forma mensual y el promedio total de los 10 meses. A continuación se muestra una explicación detalle a detalle sobre significados y valores de la tabla de disponibilidad:

- N°: significa el mes desde que empezó a trabajar la excavadora CAT 336, con un total de 10 meses.

- Fecha: se especifica los meses donde ha operado la excavadora CAT 336 con código 14-001. La cual empezó desde junio 2016 hasta marzo 2017.
- Hrs. P. (Horas de programación): son las horas las cuales se le ha programado en tiempo calendario, para que opere la excavadora.
- Hrs. T. (Horas de Trabajo): es el total de horas que ha laborado la excavadora en tiempo real.
- Hrs. MP (Horas Mantenimiento Programado): son las horas que se le dedica al mantenimiento de la excavadora, aquí se tiene un conocimiento de cuánto tiempo estará fuera de servicio la excavadora CAT 336. El Mantenimiento programado se tiene una estimación de 14 horas, por lo tanto, durante los 10 meses se tuvieron cuatro programaciones, teniendo un total de 56 horas totales.
- Hrs. MCNP (Horas Mantenimiento Correctivo No Programado): son las horas fuera de programación que se le dedica al cuidado de la excavadora, es decir, es el tiempo en el cual se ve forzado a dedicarle para reparar las fallas que causaron el trabajo extremo a la excavadora. Teniendo un total de 42 horas de mantenimiento correctivo.
- Hrs. MMO (Horas por Mantenimiento por Mala Operación): Horas por malas maniobras por parte del operador, quien es la persona responsable de operar la máquina, es decir, la mala operatividad del operador, las cuales son 23 horas totales.

- Dispon.: La disponibilidad, aquí se muestra el porcentaje de las horas trabajadas con respecto al total de horas dedicadas a la excavadora (horas de trabajo más horas dedicadas al mantenimiento). La disponibilidad promedio es de 93%, y el incremento fue de 7% respecto a la disponibilidad inicial, la cual fue de 86% (Fila amarilla – tabla 26). A continuación se presenta, una discusión detallada de las disponibilidades de julio 2016 hasta marzo 2017.
 - Disponibilidad más baja: 88% (setiembre 2016, diciembre 2016 y marzo 2017).
 - Disponibilidad más alta: 99% (Julio 2016).
 - Disponibilidad promedio: 92% (disponibilidad promedio de los 10 meses de operación). Total de horas de mantenimiento: es la suma de horas de todos los mantenimientos dados a excavadora CAT 336, con un total de 121 horas las cuales se dedicó al mantenimiento del equipo.
- Op. (Operatividad): Porcentaje del tiempo de trabajo realizado por la máquina, teniendo en cuenta las horas del mantenimiento realizado. Es decir:

$$Op = \frac{\text{Horas de trabajo} - \text{Horas total de mantenimiento}}{\text{Horas de trabajo}}$$

- Incremento: Son los índices donde se ve reflejado el incremento de las disponibilidades mensuales respecto a la inicial (fila de color amarillo).
 - Incremento más bajo: 1% (setiembre 2016, diciembre 2016 y marzo 2017).
 - Incremento alto: 13% (julio 2016).

- Incremento con respecto al promedio de los 10 meses (filas verdes) posteriores al primero (fila amarilla): 7%
- Util. (Utilidad): es el porcentaje de las horas de trabajo respecto al total de horas que se le han dedicado al equipo (Horas de trabajo más horas de mantenimiento). Es decir:

$$Utilidad = \frac{Horas\ de\ trabajo}{Horas\ de\ trabajo + Horas\ de\ mantenimiento}$$

1.4.1. Inoperatividad mensual en horas de la Excavadora Cat 336

Tabla 27: Cuadro de inoperatividad de la excavadora CAT 336

CUADRO DE INOPERATIVIDAD MENSUAL DE LA EXCAVADORA CAT 336												
ITEM	CODIGO GYM	Descripción	Marca	Modelo	Fecha	Turno	Horom. Inicial	Horom. Final	Hrs Trab.	Hrs Prog.	Hrs. Stand by	Hrs. Inop.
1	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	jun-2016	DIA	7492	7640	148	180	12	20
2	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	jul-2016	DIA	7640	7785	145	180	33	2
3	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	ago-2016	DIA	7785	7928	143	180	28	9
4	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	sep-2016	DIA	7928	8095	167	180	-8	21
5	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	oct-2016	DIA	8095	8236	141	180	36	3
6	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	nov-2016	DIA	8236	8392	156	180	14	10
7	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	dic-2016	DIA	8392	8561	169	180	-10	21
8	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	ene-2017	DIA	8561	8709	148	180	32	3
9	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	feb-2017	DIA	8709	8864	155	180	25	11
10	00014-00100	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336	mar-2017	DIA	8864	9026	162	180	18	21
TOTAL									1534	1800	180	121

En el cuadro se ve reflejado las horas de Inoperatividad, las cuales son las horas que la maquina a estado fuera de servicio, es decir, en mantenimiento, a continuación se explica los detalles más relevantes del cuadro de inoperatividad:

- ITEM: mes a analizar (10 meses totales).
- CODIGO GYM: código nombrado por la empresa Graña y Montero a la excavadora CAT 336.

- Horom. Inicial: Horometro inicial, es la cantidad de horas con la que ha empezado a operar la excavadora. La cual ha estado en 7492 horas (Junio 2016).
- Horom. Final: Horometro final, es la cantidad de horas con la que finaliza la excavadora al término de cada mes, teniendo como finalización 9026 horas (marzo 2017).
- Horas stand By: horas que faltan para llegar al límite de horas programadas. Teniendo como total 180 horas.
 - Resultado positivo: faltan horas para llegar al límite programado.
 - Resultado negativo: se han pasado las horas el límite de programación. (Setiembre y diciembre 2016).
- Hrs. Inop. (Horas inoperatividad): son horas donde el equipo ha estado en para, es decir, el equipo se le ha dado mantenimiento. Teniendo un total de 121 horas de para.

La operatividad de la maquina está basada por el tipo de trabajo que realiza la excavadora, la cual tenía como tarea el remover la tierra del camino, para hacer la carretera. Ver ANEXO

1.5. Valorización de servicios excavadora CAT 336 – código 14001

Tabla 28: Valorización de servicios excavadora CAT 336 - código 14001

Item	Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S./.)	Costo (S./.)
1	Manguera de 3/8 r2 Alta Presión	Metros	12.00	24.00	288.00
2	Terminales de presión con Reducción de Alta	Unidades	4.00	19.50	78.00
3	Cascos de 3/8 con sellos Hidráulicos.	Unidades	6.00	10.00	60.00
4	Filtro de aceite s/n: 1000001011	Und	4.00	17.31	69.24
5	Filtro de combustible s/n: 1000180500	Und	4.00	31.37	125.48
6	Elemento separador de agua	Und	4.00	21.02	84.08
7	Filtro Hidráulico	Und	4.00	130.48	521.92
8	Cartucho de Filtro	Und	4.00	51.33	205.32
9	Elemento de filtro de aire	Und	4.00	40.80	163.20
10	MANTENIMIENTO CORRECTIVO UNIDAD 14001 EXCAVADORA CATERPILLAR 336//FABRICACION DE SOPORTE DE EXTINTOR, REVISIÓN DE SISTEMA ELECTRICO, CAMBIO DE TERMINALES DE PRESION SEGUN COTIZ. Nº 319 - 2014 / CSE SAC	Servicio	1.00	280.00	280.00
11	MANTENIMIENTO CORRECTICO SISTEMA ELECTRICO EXCAVADORA CAT (01 Servicio de revisión del sistema eléctrico: (tablero no marcaba sensores de batería, aceite, bujía); 01 Reparación de Revoluciones por minuto RPM; 02 Revisión de luces posteriores y cambio de focos posteriores; 01 Porta fusible; 02 Fusible de 15 AMP)	Servicio	1.00	362.00	362.00
1	Mantenimiento Correctivo para EXCAVADORA CAT 336 s/n:PRA01456/14C009.	Servicio	1.00	4,962.39	4,962.39
12	Mantenimiento Correctivo para el EXCAVADORA CAT 336 SEGÚN N°088-2014	Und	1.00	386.96	386.96
13	Cambio de aceite de motor	Lts	7.00	18.00	126.00
14	Arandela de estanqueidad aluminio	Und	1.00	5.93	5.93
15	Filtro de aceite – L200	Und	1.00	116.95	116.95
16	Limpiador de frenos	Lts	1.00	60.17	60.17
17	Filtro de Aire L-200 (Original)	Und	1.00	272.29	272.29
18	Filtro de combustible Diesel (Original)	Und	1.00	224.24	224.24
19	Pastillas de freno L-200	Jgo	1.00	448.47	448.47
20	Aceite MOBILTRANS HD 50	Lts	16.00	44.85	717.60

21	aceite MOBILTRANS HD 10W	Lts	8.00	25.90	207.20
22	Refrigerante Action Collant 50/50 ©	Lts	4.00	26.60	106.40
23	Líquido de frenos DOT4	Lts	1.00	35.59	35.59
24	Arandela de Aluminio M-14	Und	1.00	6.36	6.36
25	Super limpiador de parabrisas	Und	1.00	27.12	27.12
26	Spirax S3 ATF MD3 (12x1) Hidrolina	Und	1.00	31.70	31.70
27	Aditivo limpiador de A/C	Und	1.00	67.03	67.03
30	Aceite 15W40	Gln	10.00	9.00	90.00
31	Siliconas de ventilador	Und	5.00	57.63	288.14
32	Servicio de Revisión de ramal eléctrico y computadora de EXCAVADORA CAT 336	Servicio	1.00	340.00	340.00
33	Mantenimiento al sistema eléctrico de EXCAVADORA CAT 336	Servicio	1.00	200.00	200.00
34	Colocación de sensor de encendido, calibración de inyectores en computadora del sistema de eléctrico en EXCAVADORA CAT 336.	Servicio	1.00	650.00	650.00
35	Juego de conectores del sistema p/s hidráulico.	Und	4.00	435.00	1,740.00
36	Revisar Sistema Eléctrico/Cambiar Pastillas/Cambiar filamentos y cambiar un Flash.	Servicio	1.00	241.53	241.53
37	Colocación de cable de acelerador para EXCAVADORA CAT 336	Und	1.00	186.44	186.44
1	Colocación de 01 FILTER AS-FU 299-8229.	Servicio	1.00	105.48	105.48
38	EVALUACION DE EXCAVADORA CAT 336 - SERVICIO POR PERDIDA DE POTENCIA	SERVICIO	1.00	2,864.50	2,864.50
39	Evaluación general de la máquina/Emisión de informe Sobre correctivos en EXCAVADORA CAT 336.	SERVICIO	1.00	1,685.00	1,685.00
TOTAL					18,430.73

CAPITULO V: DISCUSION DE LOS RESULTADOS

1. Contrastación con hipótesis

1.1. Contrastación con hipótesis general

“Con la ejecución del mantenimiento utilizado, mediante el análisis que nos arroja el resultado del aceite analizado, logramos tener un mayor aumento de la disponibilidad del equipo, además de eso evitamos las paradas mecánicas inesperadas, evitando futuras fallas”. Con la hipótesis dicha anteriormente, y viendo nuestro cuadro de disponibilidad de equipos (TABLA 26), vemos que nos arroja una disponibilidad 93%, lo que es correcto decir que logramos conseguir un alto índice, con el mantenimiento dado, y efectivamente viendo esos índices, tenemos una baja de paradas mecánicas en su totalidad, también nos damos cuenta que cumplimos con el tipo de mantenimiento de alta disponibilidad el que nos indica que debemos de tener una disponibilidad mayor al 90%.

1.2. Contrastación con hipótesis específicas o secundarias

- a. “Un aumento en la disponibilidad de los equipos, nos predice futuras fallas a suceder en el equipo”. En el cuadro de disponibilidad (TABLA 26-pag. 106), nos damos cuenta que las horas de mantenimiento por mala operación, son casi diminutas, eso nos conlleva, a que el mantenimiento por ser el correcto, tiene como consecuencia en la maquinaria un funcionamiento apto para las tareas que se le imponen, por lo tanto, no hay malas operaciones, es decir, al ser casi extintas, no hay costo mayor alguno por estas.
- b. *“Con capacitaciones, aumentamos la capacidad de los operarios logramos una mejor gestión de mantenimiento”.* Como los resultados mostrados en

la tabla anteriores son óptimos y excelentes, eso nos lleva a que nuestra hipótesis de las capacitaciones han dado resultado, por tener operarios capaces de responder a las asignaciones impuestas a la excavadora, lograr las tareas correspondientes teniendo equipos óptimos y en buen estado.

2. Contrastación con los objetivos

2.1. Contrastación con objetivo general

- e. *“Implementar un mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 33, codificada con 14-100 de GyM – Tacna basado en el análisis de aceite”*. El mantenimiento tuvo una disponibilidad inicial, para después, determinar la disponibilidad final, por medio de actividades o mantenimiento que fueron impuestas por medio del análisis que arroja el lubricante de aceite.

2.2. Contrastación con objetivos secundarios

- a. *“Evaluar la disponibilidad antes de la ejecución de mantenimiento”*. Como primer dato y principal se debe saber la disponibilidad inicial, 86%, la cual es un valor vital, pues de allí parte el análisis del mantenimiento.
- b. *“Realizar las actividades basadas en el análisis del aceite, para el mantenimiento”*. Las actividades, nos ayudaran a encontrar la disponibilidad final, dando como resultado una visión de nuestro mantenimiento, empleando los diversos servicios aplicados, que le dimos por uso, tiempo y por el análisis realizado en la excavadora.
- c. *“Determinar la disponibilidad después de la ejecución del mantenimiento basado en el análisis de aceite”*. En la tabla 26 – pag. 102, aquí muestra detalle a detalle, el crecimiento de la disponibilidad respecto a la inicial. Es

importante, porque aquí se encuentran los avances de la ejecución de mantenimiento, reflejados en los números y análisis, llegando a un máximo de 99% en julio de 2016.

- d. *“Evaluar los costos basados en el análisis de aceite”*. Los costos evaluados son los servicios que se le brindaron a lo largo del mantenimiento, específicamente, sobre mantenimiento correctivo. El costo de valorización de los servicios es de 18,430.73 soles.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

El “Proyecto Integración Vial Tacna – La paz” (tramo Tacna – Collpa), se está llevando a cabo con efectividad, y el presente plan de mantenimiento, ocupó un papel muy importante, teniendo como evidencia la tabla disponibilidad (TABLA 26) dando como resultados las siguientes conclusiones:

- a. Se concluye la ejecución del mantenimiento, reduciendo el número de paradas mecánicas, teniendo en cuenta el análisis del aceite, también para evitar el deterioro futuro del equipo, esto se vio reflejado en la tabla disponibilidad (tabla 26 - pag.105), la cual tuvo un incremento de 7%, llegando al 93% de disponibilidad. Con una valorización de 18,430.73 nuevos soles.
- b. Las actividades realizadas son:
 - Encuestas y entrevistas al personal técnico y jefe de mantenimiento para ver un panorama inicial de equipo. (ANEXO 21 – pag. 145)
 - Extracción del lubricante de las partes del equipo, para poder llevar a laboratorio, allí se procede a dar un análisis detallado del estado de dicha zona. (tablas de análisis del aceite: 16-21).
 - Poner en marcha los servicios para optimizar a la excavadora CAT 336, dichos servicios se ven en la tabla de valorización (tabla 28 – pág. 107).
 - Recaudar datos mensuales para dar seguimiento a las disponibilidades mensuales y llegar a disponibilidad final. (tabla 26 – pag. 105).
- c. La disponibilidad inicial fue de 86% (tabla 26 – pág. 105), dato por el cual se parte principalmente para analizar las disponibilidades posteriores. La cual mensualmente tuvo un incremento desde 2% (setiembre, diciembre 2016, y marzo 2017), hasta un rango de 13% (Julio 2016), teniendo un incremento

promedio del 7%, se concluye con una disponibilidad de 93% en los diez meses.

- d. La valorización de los servicios brindados al equipo como mantenimientos correctivos, compras de lubricantes entre otros. resultó con un monto total de 18 430,43 nuevos soles. (tabla 28 – pag. 105).

2. Recomendaciones

2.1. Recomendaciones generales del mantenimiento

Una ayuda importante, sería que los programas utilizados para un crecimiento en el mantenimiento de los equipos, sea también parte de las demás áreas, de esta manera se lograría, un cultura general de toda la empresa y no solo de la parte de mantenimiento. Como por ejemplo, el TPM, el cual es un programa que ayudaría bastante, pues su iniciativa esta fundamentalmente basada en la creación de una cultura de mantenimiento, no solo en esta área sino, que además en toda la empresa en general, pues logra un compromiso por parte de todos.

A pesar que el mantenimiento basado en el análisis de lubricante es predictivo, hay tareas que se han realizado de forma preventiva o correctiva, pero resulta mejor hacerlas de forma predictiva, pues son más sencillas, menos caras y e invasivas, solo en algunos casos.

Habiendo mostrado en este proyecto, el cual se lleva a cabo con grandes expectativas y con un rendimiento óptimo del equipo, es recomendable que se lleve o se haga programas de mantenimiento basados en este, puesto que, nos ha dado como resultado excelentes calificación en nuestra labor, como empresa.

A pesar de que nuestro plan ha sido efectivo, se sabe que no hay un mantenimiento efectivo que sea al 100%, por ello es recomendable efectuar un mantenimiento correctivo, ya que, siempre es necesario uno.

Realizar una revisión anual de los costos establecidos en los planes de mantenimientos de manera que el rango de diferencia con los reales sea mínimo, esto teniendo en cuenta la variación de los precios del mercado y los ajustes salariales anuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Boucly, Francis.1999. Gestión de mantenimiento. Madrid: Editorial AENOR.
2. Buelvas Diaz, Camilo Ernesto, Kevin Jair Martinez Figeroa. Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Barranquilla, 2014.
3. CATERPILLAR. Manual de rendimiento. Edición 31. SEBD0337. Peoria, Illinois: Publication By Caterpillar, 2000
4. CATERPILLAR. Operación y mantenimiento. Victoria, Australia
5. CONCAR S.A. Portal corporativo. Disponible en: www.concar.com.pe
6. Gamarra Villacorta Fernando. Mejora del sistema de mantenimiento de maquinaria en una empresa constructora. Lima: Universidad Nacional de ingeniería, 2009.
7. García Garrido, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2003.
8. Nichols, H. L. Manual de reparación y mantenimiento de maquinaria pesada. Madrid: McGraww-Hill, 1993.
9. Oliva, A. P.-J. Mantenimiento mecanico preventivo del vehiculo. Madrid: Aran, 2010.
10. Quinde Rangel, Ronald Leonardo. “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías lastradas en la provincia del Guayas”. Guayaquil, 2010.
11. Siguenza, H. M.-L. Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del canton Portovelo. Universidad Politecnica Salasiana, 2012.
12. Silva, Pedro. El mantenimiento en la práctica. Barranquilla, 2009.

13. Tuesta Yliquin, Jehyson Miguel. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa. Lima, Callao. 2014.

14. www.mantenimientomundial.com

ANEXOS

ANEXO 01: MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

	Anexo 1: Mantenimiento de Equipos (Anexo al Procedimiento LYE-EQ-MTEQ-PRO-001)	Revisión 02 02/04/2013 Página 1 de 1
Código interno:	_____	} 10 cm
Fecha de Manto.:	_____	
Frecuencia:	_____	
Próx. Manto. (Km, Hrs):	_____	
Observaciones:	_____	
} 7 cm		

ANEXO 02: EQUIPO EN MANTENIMIENTO

	Anexo 2 Equipo en Mantenimiento (Anexo al Procedimiento LYE-EQ-MTEQ-PRO-001)	Revisión 02 02/04/2013 Página 1 de 1
PROHIBIDO SU USO (NO OPERAR, NO ENCENDER)		
Código interno:	_____	
Responsable del equipo:	_____	
Fecha de recepción del equipo:	_____	
Falla o avería reportada:	_____	
Resp. que recepciona el equipo:	_____	
Firma:	_____	
		

ANEXO 03: EQUIPO FUERA DE SERVICIO





Anexo 3
Equipo Fuera de Servicio
(Anexo al Procedimiento LYE-EQ-MTEQ-PRO-001)

Revisión 02
02/04/2013
Página 1 de 1

PROHIBIDO SU USO

(NO OPERAR, NO ENCENDER)

Código interno: _____

Motivo del retiro: _____

Fecha de retiro: _____

Resp. que retira el equipo: _____

Firma: _____



ANEXO 04: EQUIPOS DE PROTECCION PARA MANTENIMIENTO DE SERVICIO

	Anexo 4: Epp's para Manto. de Equipos			Revisión 02
	(Anexo al Procedimiento LYE-EQ-MTEQ-PRO-001)			02/04/2013
				Página 1 de 1
Tipo de Epp/ Tipo de Actividad	Manipulación de piezas	Trabajos en caliente	Trabajos con pintura	Trabajos con lubricantes, aceites, combustibles
Casco	Casco tipo jockey 4 puntas con suspensión de nylon c/ratchet	Casco tipo jockey 4 puntas con suspensión de nylon c/ratchet	Casco tipo jockey 4 puntas con suspensión de nylon c/ratchet	Casco tipo jockey 4 puntas con suspensión de nylon c/ratchet
Protección Facial	Lentes estándar	Careta de esmerilar o careta de soldar , Anteojos de soldador	Lentes estándar / Lentes goggles	Lentes estándar / Lentes goggles
Protección Respiratoria	NA	Respirador de media cara de dos vías + filtro para vapores orgánicos y gases ácidos	Respirador de media cara de dos vías + filtro para vapores orgánicos y gases ácidos	Respirador de media cara de dos vías + filtro para vapores orgánicos y gases ácidos
Guantes	Guante de hilo antideslizante / Guantes desechables de nitrilo	Guantes de cuero cromo	Guantes de PVC o nitrilo	Guantes Hycron
Zapatos	Punta de acero	Punta de acero	Punta de acero	Punta de acero
Uniforme	Homologado para mecánicos	Homologado para mecánicos	Homologado para mecánicos	Homologado para mecánicos
Otros	NA	Mandil, mangas y escarpines cuero cromo	NA	Traje overol en polipropileno descartable con capucha sin botas

ANEXO 05: LISTA DE VERIFICACION DE EQUIPOS/VEHICULOS I

REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN Y CHECKLIST DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS/VEHICULOS												
Diseñado por			Revisado por			Aprobado por						
REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y VEHICULOS												
PLACA o MODELO	PK3 777		TIPO DE EQUIPO PESADO (marcas)		TIPO DE VEHICULO (marcas)			PROYECTO	6400 - SURVIVAL			
CÓDIGO DE EQUIPO (ingrese por el proyecto)	3011004		ENCARBADOR	RETROCAVADORA	COMM	CAMION BARANDA	CAMION VOLQUETE + CARG	FECHA	25/09/2017			
			CARGADOR FRONTAL	EXCAVADORA ORUGAS	CAMIONETA	MOTOCICLETA	ALFOMOVIL	HOROS/ KIOMETRAJE INICIO DIA	252.300.00			
OPERADOR	JAMES HUAFICO		CISTERNA DE AGUA	MOTONIVELADORA	GRUA	CAMARAJA	CISTERNA DE CONCRETO B.L.E.	HOROS/ KIOMETRAJE FINAL DIA	252.500.00			
CENTRO COSTO / CUADRILLA	C-3		PRESTIJO EQUIPO/VEHICULO					TODO EL DIA EN STAND BY (marcas)				
REPARACIÓN	HORA INICIO (en hora local)	09:20	HRS LABORALES DE MANTO	Todo el día en reparación (marcas)	HOROS/ KIOMETRAJE INICIO	HOROS/ KIOMETRAJE FIN		OBSERVACIONES ADICIONALES DE MANTO.				
	HORA FIN (en hora local)	11:00	1.8		252.300.00	252.300.00						
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORA INICIO (en hora local)	11:00	HRS LABORALES EN MANTO	Todo el día en mantenimiento (marcas)	HOROS/ KIOMETRAJE INICIO	HOROS/ KIOMETRAJE FIN						
	HORA FIN (en hora local)	11:30	0.5		252.300.00	252.300.00						
SÓLO CAMION BARANDA O CAMION VOLQUETE (Marca y Tipo)				SÓLO COMBES			RECORRIDOS ADICIONALES AL TRABAJO NORMAL					
ELEMENTO TRANSPORTADO EN EL DIA (marcas)		USO DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN EL DIA (marcas)		RESTAURANTE DONDE RECIBIÓ ALMUERZO (Programa y Numero)			Solo para PATRULLEROS, COMBES y CAMIONES					
MATERIAS (Agua, Aceite, Combustible, Cemento, etc.)		MENOR A 30% (Carga legal)		VEHICULO QUE RECIBIÓ ALMUERZO Y OTRO VEHICULO SI EL COMBINO RECIBIÓ ALMUERZO EN EL RECIBO INDICAR:			Indicar los recorridos adicionales, punto de partida punto destino, hora de salida y llegada.					
DOCUMENTOS (Plan, mapa, croquis, etc.) y Elementos seguridad		ENTRE 30% y 70% (Carga promedio)										
EQUIPOS (Excavadora, Compactor, Motonivelador, etc.)		MAYOR A 70% (Carga alta)		INDICAR PORQUE COMBINO RECIBIÓ								
MATERIAL EXCEDENTE a DE CANTERA (Material de demolicion, escombros, etc.)		DETALLE ADICIONAL DE LO QUE SE TRANSPORTA EN EL DIA										
BAJURA/DESCONTE				II RESTAURANTE ENVÍO ALMUERZO A CUADRILLA (marcas)								
PERSONAL DE CUADRILLA												
PROGRAMA DE RECIBO DE ELEMENTOS A TRANSPORTAR												
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL DIA: EQUIPOS PESADOS, VOLQUETES + TRUKS E CAMION VOLQUETE + TRUK												
N° CUADRILLA o CENTRO DE COSTO	TIPO DE ACTIVIDAD (ver código en tabla)	CÓDIGO ACTIVIDAD (ver código en tabla)	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	¿ACTIVADO CON CARGAS EN VOLQUETES? (marcas)	TIPO DE MATERIAL (ver código en tabla)	PERIODO TRABAJADO PROGRAMAS INICIO - FIN	VOLQUETES PROGRAMAS ROTADERO o PTO. DESCARGA	KIOMETROS PROGRAMAS INICIO ACTIVIDAD	KIOMETROS PROGRAMAS FINAL ACTIVIDAD	MÉTRICO ACTIVIDAD o VAJES DE VOLQUETE		OBSERVACIONES
										UNO	CAMB	
				CON CARGAS DE MATERIAL EN VOLQUETES								
				CON CARGAS DE MATERIAL EN VOLQUETES								
				CON CARGAS DE MATERIAL EN VOLQUETES								
				CON CARGAS DE MATERIAL EN VOLQUETES								
				CON CARGAS DE MATERIAL EN VOLQUETES								
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE												
TIPO DE COMBUSTIBLE / MATERIAL RECARGADO (marcas)	CANTIDAD (LITROS) A	HOROS / KIOMETRAJE DE RECARGA ACTUAL: B	202110	90% o 10% ENTRE RECARGAS D = B - C	MÉTODOS ABASTECIMIENTO (marcas)	NOMBRE DEL GRUPO	NÚMERO DE VALE					
DIESEL	8	HOROS / KIOMETRAJE RECARGA ANTERIOR: C	202110	300	DE OLIVERO O DE SALONERA	OBSERVACIONES ADICIONALES						
SASOLINA 50					DE CAMION CISTERNA							
ACEITE												
OTRO COMBUSTIBLE												
OPERADOR	JEFE DE CUADRILLA		SUPERVISOR DE CAMPO		SUPERVISOR GENERAL DE EQUIPOS							
FIRMA DEL OPERADOR			FIRMA DEL JEFE CUADRILLA			FIRMA DEL SUPERVISOR CAMPO			FIRMA DEL SUPERVISOR GENERAL			

ANEXO 05: LISTA DE VERIFICACION DE EQUIPOS/VEHICULOS II

		LYE-EQ-MTEQ-FOR-003			
		Revisión 02			
Fecha:		Página			
08/08/2012		1 de 2			
CHECKLIST DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS Y VEHICULOS					
MARQUE LO QUE CORRESPONDA: "Buen estado = ✓, Mal estado = X, Falta Instalar = F, No Aplica = NA"					
PARA TODO VEHICULO Y EQUIPO		EXTERIOR		GRUA / VOLQUETE / CISTERNA / TRACTOR	
MOTOR		Plumillas	✓	Frenos de emergencia	
Nivel de Aceite	✓	Logos fabricante	✓	Presión de aire de frenos	
Nivel de agua/refrigerante	✓	Vasos de aros	✓	Estado de acople de frenos	
Nivel de combustible	✓	OTROS		Estado de acople del sistema eléctrico	
Ajuste de Fajas de Motor	✓	Tarjeta de propiedad	✓	Estado de tomamás	
Ruidos Inusuales	✓	Tarjeta SOAT	✓	Conexión a tierra	
Estado de panel de radiador	✓	Placas	✓	Estado de válvulas	
Soportes	✓	Asientos	✓	Gancho de levante	
Fugas	✓	Estructura Contra Vuelcos Interior/externo	✓	Fugas de aceite hidráulico	
TRANSMISION		Tacos o cuñas	✓	Verificar funcionamiento plumas o brazos	
Fugas de aceite	✓	AMBULANCIA		Verificar funcionamiento estabilizadores	
Ruidos Inusuales	✓	Sistemas de Sujeción de Camillas		Gancho de levante	
FRENO S		Sistemas de Rodamiento de Camillas		Fugas de aceite hidráulico	
Ruidos al aplicar los frenos	✓	Sistemas de Ensamblaje de Camillas		Diagrama de carga	
Probar bomba freno (c/pedal)	✓	Depósito de Residuos Biocontaminados		Diagrama de señales	
Frenos de Parqueo	✓	Sirena y altavoz		Pin - seguro de tolva	
NEUMÁTICOS		MOTOS		Pin - pistón de levante	
Presión de Aire	✓	Casco de operador		Seguro de compuerta	
Llanta de repuesto	✓	Cámaras de repuesto		Estado de escaleras y barandas	
Ajuste de tuercas	✓	Parches al frío		Trincas, cadenas y seguros	
EQUIPO DE SEGURIDAD		Saca válvulas		CARRETA	
Extintor estado y fecha de vencimiento	✓	Inflador de mano		Estado de tiro y seguro	
Cinturones de seguridad	✓	Estado de las cadenas		Estado de llantas y tuercas de fijación	
Cintas reflectivas	✓	Amortiguadores posteriores		Estado de muelles ahrazaderas, seguros	
Conos y triángulo	✓	Estado del Tubo de Escape		Estado de compuerta / rampas y seguros	
Linterna	✓	Soporte para parqueo		Estado y funcionamiento de luces	
		Barra telescópicas		Estado de cadenas de seguridad	

ANEXO 05: LISTA DE VERIFICACION DE EQUIPOS/VEHICULOS III

Gata hidráulica	✓	MINICARG / RETROEXC / CARGFRONT / EXCAVAD / MOTONIV / TRACTOR		DIAGRAMA ABOLLADURAS	
Botiquin de Primeros auxilios	✓			VEHICULO	
Kit de herramientas	✓	Estado de botellas hidráulicas			
SISTEMA ELÉCTRICO		Fugas de aceite hidráulico			
		Estado de pines y bocinas			
Luces altas / bajas	✓	Estado de cucharón u hoja			
Luces Emergenola	✓	Fugas de aceite de transmisión			
Luces Direccionales	✓	Sistema hidráulico de tornameza y dirección			
Luces de tablero	✓	Estado de elementos de desgaste			
Luces Internas	✓	Estado de rodillos y rueda guía			
Claxon	✓	Estado de mandos finales y sprocket			
Limpiaparabrisas	✓	Estado de cadenas y zapatas			
Indicadores de tablero	✓	RODILLO COMPACTADOR / NEUMATICO			
Faros piratas	✓	Estado de botellas hidráulicas de dirección			
Alama de retroceso	✓	Fugas de aceite hidráulico			
Circulina	✓	Estado de gomas			
EXTERIOR		Estado de rola / pata de cabra / neumáticos			
Parabrisas	✓	Limpiadores rola / pata cabra / neumáticos			
Cerraduras	✓				
Espejos	✓				
OBSERVACIONES ADICIONALES DEL CHECKLIST					
CHECKLIST REVISADO POR:			CHECKLIST VERIFICADO POR:		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> JEFE DE CUADRILLA </div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> JEFE DE EQUIPOS </div>		
<hr style="width: 100%;"/>			<hr style="width: 100%;"/>		
FIRMA DEL JEFE CUADRILLA			FIRMA DEL RESPONSABLE EQUIPOS		
Al inicio de la jornada					

ANEXO 06: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN HORNILLA ELECTRICA PARA AGUA POR DESTILACIÓN

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN HORNILLA ELECTRICA PARA AGUA POR DESTILACIÓN			LYE-EQ-AEM-CRT-001
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Página 1 de 1
	JEP	SGEQ	JLE	02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Verificar el estado de la resistencia			
3	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y solventes orgánicos			
4	Verificar que el buen estado del cableado eléctrico y toma de corriente			
5	Contar siempre con la base refractario para el instrumento Alambique de cristal			
6	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el ensayo a realizar (lentes, guante, zapatos de aislamiento eléctrico)			
7	Emplear sólo los instrumentos apropiados para los ensayos determinados.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Montar la base refractario a la parte superior de la hornilla.			
2	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220V)			
3	Abrir contacto presionando el switch de encendido ON/OFF			
4	Seleccionar el grado de temperatura deseada utilizando el regulador de temperatura (0-100° C)			
5	Antes de apagar el equipo, bajar la temperatura a 0 °C utilizando el regulador y seguidamente corte el paso de corriente presionando el switch de ON/OFF.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	De encontrarse el refractario rajado o desgastado solicitar su cambio inmediato.			
3	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
4	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo. Rango de temperatura de acuerdo al regulador.			
RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo en ambientes cercanos donde se utilicen o almacenen sustancias orgánicas volátiles, el empleo de este equipo es considerado como fuente de ignición.			
2	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese refractario, cable eléctrico, toma de corriente, resistencia fuera de posición o inadecuada para el equipo.			
3	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y/o humedad considerable. Cuando se almacene.			

ANEXO 07: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICION CARGA PARTICULA

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN CARGA PARTÍCULA			LYE-EQ-AEM-CRT-002
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Página 1 de 1
	JEP	SGEQ	JLE	02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Verificar que el estado del cableado eléctrico y toma de corriente se encuentren en buen estado.			
3	Verificar el buen estado de los conectores tipo lagarto.			
4	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el ensayo a realizar (lentes, guante, zapatos de aislamiento eléctrico)			
5	Verificar el estado de los electrodos sumergibles.			
6	Emplear sólo los instrumentos apropiados para los ensayos determinados.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Colocar los conectores tipo cocodrilo (positivo/negativo) en cada uno de los electrodos.			
2	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220 V)			
3	Pase de la posición OFF a LOW y regule el voltaje a 8 mA usando la perilla ADJUST.			
4	En caso el indicador se pegue totalmente a la lectura máxima (10 mA) pasar de la posición LOW a HIGH y proceder a regular nuevamente a 8 mA.			
5	Proceda a apagar el equipo regresando la perilla a la posición OFF.			
6	Terminado el ensayo proceda a retirar los conectores tipo cocodrilo de los electrodos.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	De encontrarse los electrodos, conectores deteriorados, solicitar su cambio inmediato.			
3	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
4	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo. Rango de voltaje empleando equipo adicional de medición. (Multi-tester)			
5	El mantenimiento sólo debe ser realizado por un especialista en electrónica.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese cable eléctrico, toma de corriente, conectores, electrodos, transformadores.			
2	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y/o humedad considerable. Cuando se almacene.			

ANEXO 08: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN COHESIMETRO

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN COHESIMETRO			LYE-EQ-AEM-CRT-003
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Revisión 01
	JEP	SGEQ	JLE	Página 1 de 1 02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Verificar que el pistón neumático se encuentre limpio y en buen estado.			
2	Verificar el ajuste de las puntas de sujeción de la bandeja.			
3	Ajustar la base soporte de la manguera de goma reforzada para evitar desprendimiento del elemento.			
4	Retire todo elemento extraño al equipo que se encuentre sobre la bandeja o junto al eje orbital del equipo.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Asegure la bandeja de muestras haciendo girar las prensas laterales. Corroborar la fijación de la bandeja.			
2	Insertar las muestras a ser atacadas.			
3	Centrar las muestra debajo del pistón neumático.			
4	Regular la presión de aire comprimido para el ensayo.			
5	Virar la perilla de apertura de aire comprimido a 2 Bar.			
6	Con el uso del Torquimetro, realice el giro con ángulo comprendido entre 90° hasta 120° de arco en 0.7 y 1.0 segundos			
7	Proceder a la toma de lectura del Torquimetro.			
8	Antes de apagar corte el flujo de aire comprimido virando la perilla en sentido contrario a la apertura y reduzca la presión.			
8	Proceda a retirar las muestra.			
9	Proceda a apagar el compresor de aire.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	De encontrarse algún elemento deteriorado, solicitar su cambio inmediato.			
3	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo con presión de aire comprimido mayores a 7 Bar			
2	Efectuar la limpieza del pistón de goma cada vez que se realice el ensayo (Glicerina).			

Página 1

ANEXO 09: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN ABRASION HÚMEDA

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN ABRASION HÚMEDA			LYE-EQ-AEM-CRT-004
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Página 1 de 1
	JEP	SGEQ	JLE	02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Verificar que el estado del cableado eléctrico y toma de corriente se encuentren en buen estado.			
3	Verificar que el equipo se encuentre sin piezas sueltas.			
4	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el ensayo a realizar (lentes, guantes, zapatos de seguridad)			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220v)			
2	Ubique la muestra dentro de la bandeja y añadir agua hasta por lo menos 6 mm.			
3	Estabilizar con las prensas la muestra en la bandeja.			
4	Nivelar la bandeja hasta el contacto con el rodillo de goma.			
5	Seleccionar las revoluciones que se requiera para la muestra y pasar el interruptor de posición OFF a ON para el encendido.			
6	Proceda a apagar el equipo regresando el interruptor a la posición OFF despues del tiempo requerido.			
7	Baje la la bandeja, desajuste las prensas y retire la muestra.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	De encontrarse los elementos de sujeción deteriorados, solicitar su cambio inmediato.			
3	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
4	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo.			
5	El mantenimiento sólo debe ser realizado por un especialista.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese cable eléctrico, toma de corriente, prensas.			
2	No intente manipular la muestra cuando el equipo esta en movimiento.			

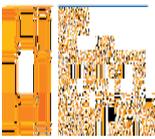
ANEXO 10: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN RUEDA CARGADA

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN RUEDA CARGADA			LYE-EQ-AEM-CRT-005
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Página 1 de 1
	JEP	SGEQ	JLE	02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Verificar que el estado del cableado eléctrico y toma de corriente se encuentren en aptos.			
3	Verificar el interruptor de encendido se encuentre en la posición OFF			
4	Verificar los puntos de movimientos mecánicos se encuentren lubricados, lubricar de ser necesario.			
5	Verificar que el buen ajuste de pernos y tuercas del equipo.			
6	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el ensayo a realizar (lentes, guante, zapatos de punta de acero).			
7	Verificar que las pesas para el ensayo estén aseguradas.			
8	Emplear sólo los instrumentos apropiados para los ensayos determinados.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Colocar las pesas (125 lb.) en la cavidad de carga y asegurarlo para evitar el desprendimiento de estos.			
2	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220V)			
3	Reinicie el contador mecánico (000000)			
4	Ajuste la plantilla de ensayo a la base del recorrido.			
5	Pase de la posición OFF a ON para el inicio de la carrera sobre la plantilla de ensayo.			
6	Proceda a apagar el equipo regresando el interruptor a la posición OFF después de la cantidad de carreras requeridas por el usuario.			
7	Asegurese de desconectar la fuente de corriente después del apagado del equipo.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
3	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de			
4	acuerdo a los parámetros detallados para el equipo.			
5	El mantenimiento sólo debe ser realizado por un especialista.			
6	Mantener lubricado mediante los puntos de engrase las partes de movimiento mecánico.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese cable eléctrico, toma de corriente, conectores, rodamientos, pernos y tuercas.			
2	No manipular las pesas cuando el equipo se encuentre en movimiento.			
3	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y/o humedad considerable. Cuando se almacene.			
4	Descargar las pesas después del término del ensayo.			

ANEXO 11: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN BALANZA PRECIX WEIGHT 2456 - 1000 KG

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN BALANZA PRECIX WEIGHT 2456 - 1000 KG			LYE-EQ-AEM-CRT-006
				Revisión 01
	Elaborado por: JEP	Revisado por: SGEQ	Aprobado por: JLE	Página 1 de 1 02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Ubicar el equipo en un área libre para maniobrar la carga.			
3	Asegurese que la plataforma se encuentre limpia.			
4	Verificar que el estado del cableado eléctrico y toma de corriente se encuentren en buen estado			
5	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el pesaje (lentes, guante, zapatos de punta de acero).			
6	No sobrepasar la capacidad de carga del equipo.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220V)			
2	Encender el equipo presionando el boton de encendido ON/OFF			
3	Presione el boton UNID para seleccionar la unidad de peso.			
4	Presione el boton Zero para reiniciar el reloj			
5	Para obtener el Peso Bruto, coloque la muestra en la plataforma y verifique el peso en pantalla.			
6	Para obtener el Peso Neto: Coloque el recipiente sobre la plataforma y luego presione el boton TARE, de esta forma solo tomara el peso de la muestra que se agregue en el recipiente.			
7	Para usar otras unidades, pulse la tecla MOD y seleccione la que desee.			
8	Al finalizar la actividad presione el boton ON/OFF para apagar el equipo y asegurese de desconectar la fuente de corriente.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
3	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese cable eléctrico en mal estado.			
2	No utilizar el equipo de no contar con la certificación de calibración y/o estar fuera del periodo permitido de acuerdo al certificado de Calibración			
3	Ubicar el equipo en un área libre para maniobrar la muestra a pesar.			
4	No cargar muestra que sobrepase la capacidad permitida (1,000 Kg.)			

ANEXO 12: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN BALANZA DANVAEGL - CELY71AL68005

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN BALANZA DANVAEGL - CELY71AL68005			LYE-EQ-AEM-CRT-007
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Página 1 de 1
	JEP	SGEQ	JLE	02/04/2013
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Ubicar el equipo en un área libre para maniobrar la carga.			
3	Asegurese que la plataforma se encuentre limpia.			
4	Verificar que el estado del cableado eléctrico y toma de corriente se encuentren en buen estado			
5	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el pesaje (lentes, guante, zapatos de punta de acero).			
6	No sobrepasar la capacidad de carga del equipo.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220V)			
2	Abrir contacto presionando el boton de encendido ON/OFF			
3	Presione el boton UNID para seleccionar la unidad de peso.			
4	Presione el boton Zero para reiniciar el reloj.			
5	Para obtener el Peso Bruto, coloque la muestra en la plataforma y verifique el peso en pantalla.			
6	Para obtener el Peso Neto: Coloque el recipiente sobre la plataforma y luego presione el boton TARE, de esta forma solo tomara el peso de la muestra que se agregue en el recipiente.			
7	Para usar otras unidades, pulse la tecla MOD y seleccione la que desee.			
8	Al finalizar la actividad presione el boton ON/OFF para apagar el equipo y asegurese de desconectar la fuente de corriente.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
3	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo.			
RESTRICCIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo en ambientes cercanos donde se utilicen o almacenen sustancias orgánicas volátiles, el			
2	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese cable eléctrico en mal estado.			
3	No utilizar el equipo de no contar con la certificación de calibración y/o estar fuera del periodo permitido de acuerdo al certificado de Calibración			
4	Ubicar el equipo en un área libre para maniobrar la muestra a pesar.			
5	No cargar muestra que sobrepase la capacidad permitida (600 Kg.)			

ANEXO 13: CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN HORNO TOMOS ODGH-9070A

	CARTILLA DE USO DE EQUIPO DE MEDICIÓN HORNO TOMOS ODGH-9070A			LYE-EQ-AEM-CRT-009
				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	02/04/2013
	JEP	SGEQ	JLE	Página 1 de 1
PROYECTO PLANTA DE EMULSION				
CONSIDERACIONES ANTES DEL USO				
1	Asegurarse que la fuente de alimentación de corriente sea de 220V			
2	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y solventes orgánicos			
3	Verificar que el buen estado del cableado eléctrico y toma de corriente			
4	Contar siempre con las parrillas base para las bandejas y recipientes de ensayo.			
5	Contar con los implementos de seguridad adecuados para el ensayo a realizar (lentes, guante, zapatos de aislamiento eléctrico)			
6	Emplear sólo los instrumentos apropiados para los ensayos determinados.			
PROCEDIMIENTO DE USO				
1	Montar la parrilla base para soporte de recipientes			
2	Conectar a la fuente de alimentación de correcto voltaje (220V)			
3	Abrir contacto presionando el switch de encendido I/O (ON/OFF)			
4	Seleccionar el grado de temperatura deseada en el panel de control de temperatura (0-200º C)			
5	Evite abrir continuamente la puerta			
6	Para apagar el equipo presione el switch de ON/OFF.			
CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO				
1	Si detecta alguna falla o problema de operatividad comunicar inmediatamente al encargado de mantenimiento.			
2	Procure que los mantenimientos considerados del equipo sean cumplidos en las fechas indicadas.			
3	Corroborar si el mantenimiento fue realizado correctamente, realizando la verificación de sus componentes de acuerdo a los parámetros detallados para el equipo. Rango de temperatura de acuerdo al regulador.			
RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES DE USO				
1	No utilizar el equipo en ambientes cercanos donde se utilicen o almacenen sustancias orgánicas volátiles, el empleo de este equipo es considerado como fuente de ignición.			
2	No utilizar el equipo si se encuentra con elementos en mal estado, llámese parrillas bases, cable eléctrico, toma de corriente, panel de control.			
3	Ubicar el equipo en un área libre de contacto con el agua y/o humedad considerable. Cuando se almacene.			

ANEXO 14: IDENTIFICACION DE EQUIPOS DE MEDICION

		FICHA DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS DE MEDICIÓN			LYE-EQ-AEM- FOR-001
					Revisión 02
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página	
SGEQ	JLE	JLE	02/04/2013	1 de 1	
<p>Nombre del equipo: _____</p> <p>Marca y modelo: _____</p> <p>Nº de Serie del equipo: _____</p> <p>Magnitud: _____</p> <p>Unidad de medida: _____</p> <p>Área responsable del equipo: _____</p> <p>Fecha puesta en servicio: _____</p> <p>Uso del equipo: _____</p> <p>(Marcar más de una opción si fuera necesario)</p> <p> Calibración: <input type="checkbox"/> Verificación: <input type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> </p> <p> Frecuencia: _____ Frecuencia: _____ Frecuencia: _____ </p> <p>Rangos de aceptación (solo para verificaciones): _____</p> <p>Epecificaciones Técnicas:</p> <div style="border: 1px dashed black; height: 100px; width: 100%;"></div> <p>Observaciones:</p> <div style="border: 1px dashed black; height: 100px; width: 100%;"></div>					

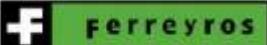
ANEXO 16: REGISTRO DE VERIFICACION DE EQUIPOS DE MEDICION

REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN				LYE-EQ-AEM- FOR-003					
				Revisión 02					
Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Página					
SGEQ	JLE	JLE	02/04/2013	1 de 1					
DATOS GENERALES									
Proyecto donde se realiza la medición:									
Código del Servicio (*):									
Fecha en que se realiza la verificación:									
Lugar donde se realiza la Verificación:									
Persona que realiza la Verificación:									
Frecuencia de Verificación:									
Observaciones:									
(*) el código aplica para los servicios que realiza Gestión Vial									
DATOS DEL EQUIPO			DATOS DEL PATRÓN DE REFERENCIA						
Equipo:			Código:						
Marca:			Fecha de Calibración:						
Modelo:			Rangos de aceptación:						
N° de Serie:									
DATOS DE COMPARACIÓN									
ÍTEM	HORA	LECTURA	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	ÍTEM	HORA	LECTURA	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
LECTURA 1					LECTURA 6				
LECTURA 2					LECTURA 7				
LECTURA 3					LECTURA 8				
LECTURA 4					LECTURA 9				
LECTURA 5					LECTURA 10				
OBSERVACIONES Y ACCIONES A TOMAR									
Responsable:			Cargo:						
Firma:									

ANEXO 18: ESTANDARES BASICOS DE SEGURIDAD

	ESTÁNDAR BÁSICO DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS Y EQUIPOS				LYE-EQ-PRE-STD-001		
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Revisión 02		
	SGEQ	JLE	JLE	02/04/2013	Página 1 de 1		
COMPONENTES DE SEGURIDAD	MOTOCICLETA	AUTOS	CAMIONETAS PICK UP	CAMIONETAS RURALES (VAN)	CAMIONES	MAQUINARIA PESADA	CARRETA
Seguro de Faros		X	X	X	X	X	
Seguro de Aros		X	X	X	X	X	
Triángulo ejecutivo		X	X	X	X	X	
Extintor c/soporte de 1Kg. (PQS 90%)	X						
Extintor c/soporte de 2 Kg. (PQS 90%)		X					
Extintor c/soporte de 4 Kg. (PQS 90%)				X		X (miniagador)	
Extintor c/soporte de 6 Kg. (PQS 90%)			X			X (cargador frontal, retroexcavadora)	X (750 kg PBlv o menos)
Extintor c/soporte de 9 Kg. (PQS 90%)				X	X		X (plataforma)
Bolíquin	X	X	X	X	X	X	
Cinta reflectiva rojo/blanco de 1 1/2"	X	X	X	X	X		X
# de placas rotuladas a ambos lados		X	X	X	X		
Alarma antirobo		X	X	X	X		
Alarma retroceso		X	X	X	X	X	
Protector o fundas para asientos		X	X	X	X		
Faro pirata		X	X	X	X	X	
Faros neblineros		X	X	X	X		
Portafaros neblineros			X		X		
Faro de retroceso (una unidad)			X	X	X	X	
Protector de tolva o rinholine			X				
Rejilla ventana posterior furgoneta (exterior)				X	X	X	
Aldabas + Candados	X	X	X	X	X		
Caja de herramientas		X	X	X	X		
Juego de herramietas básico (gata,	X	X	X	X	X		
Jaula interior tubular		X	X				
Antivuelco exterior tubular			X				
Llanta/cámara de repuesto	X	X	X	X	X		X
Portallanta en tolva			X		X		
Para de remolque posterior			X	X	X	X	
Sistema de remolque delantero (argolla)		X	X	X	X		
Circulina estroboscópica naranja					X (Para camión gris)	X	
Estrobo de 3 metros		X	X	X	X		
Linterna de mano	X	X	X	X	X	X	
Cono de seguridad de 18"	X						
Cono de seguridad de 28"		X	X	X	X	X	
Cable para balena	X	X	X	X	X		
Cuña o taco para llantas de madera		X	X	X	X	X	
Cinturones de seguridad 3 puntos		X	X	X	X	X	

ANEXO 19: PARTES DE REPORTE S.O.S. ANÁLISIS DE FLUIDO



ANÁLISIS DE FLUIDOS S-O-S

Reporte de Componente & Lubricante

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

Numero de Equipo: 890 04
 Marca de Equipo: CAT 913R
 Modelo de Equipo: 913R
 Serie de Equipo: 12705000
 Componente: MOTOR

INFORMACIÓN DEL MOTOR

Marca de Motor: Caterpillar
 Modelo de Motor:
 Serie de Motor:
 QIT Clave: D7 749994

Lugar Trabajo: SAN GREGORIO
 Marca Aceite: UJOL
 Nombre Aceite:
 Vaso de Aceite: 127110
 FM:

**NUMERO DE LABORATORIO Y
FECHA DE PROCESO DE
ANÁLISIS EN EL LABORATORIO**

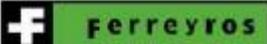
Para más detalles, favor dirigirse a: ventas@ferreyros.com
 Dirección: Acahuah, Rancho de Yac, Atlix, Puebla

EJEMPLO DE LA MUESTRA										EJEMPLO DE RESULTADO											
Fecha Muestra	Numero Muestra	Numero de Aceite	Numero de Filtro	Marca	Modelo	Serie	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	
11-09-04	428880	1204																			
21-09-04	430800	2194	365	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-09-04	430442	2072	245	2	8	0	0														
20-07-04	430702	2020	240	2	14	0	0														
10-05-04	430731	1907																			
06-03-04	430922	1899	225	2	12	0															
11-04-04	430604	1941	452	2	15	0															

FECHA MUESTRO		CANTIDAD		CONTROLES PARTICULARES (ppm)										PUNTO			PUNTO				
Fecha Muestra	Numero Muestra	Marca	Modelo	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	
21-09-04	430800	365	365	15000																	
21-09-04	430800	365	365	15000																	
11-09-04	430442	245	245	15000																	
20-07-04	430702	240	240	15000																	
10-05-04	430731	1907	1907	15000																	
06-03-04	430922	225	225	15000																	
11-04-04	430604	452	452	15000																	

204396060 CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY

Av. de los Estados Unidos 1000, San Andrés Cholula, Puebla, Puebla, México. Teléfono: (52) 228 222 2222 • Fax: (52) 228 222 2222



ANÁLISIS DE FLUIDOS S-O-S

Reporte de Componente & Lubricante

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

Numero de Equipo: 890 07
 Marca de Equipo: CAT 913R
 Modelo de Equipo: 913R
 Serie de Equipo: 12705000
 Componente: MOTOR

INFORMACIÓN DEL MOTOR

Marca de Motor: Caterpillar
 Modelo de Motor:
 Serie de Motor:
 QIT Clave: D7 749994

Lugar Trabajo: SAN GREGORIO
 Marca Aceite: UJOL
 Nombre Aceite:
 Vaso de Aceite: 127110
 FM:

**FECHA DE MUESTREO Y NUMERO DE
LABORATORIO**

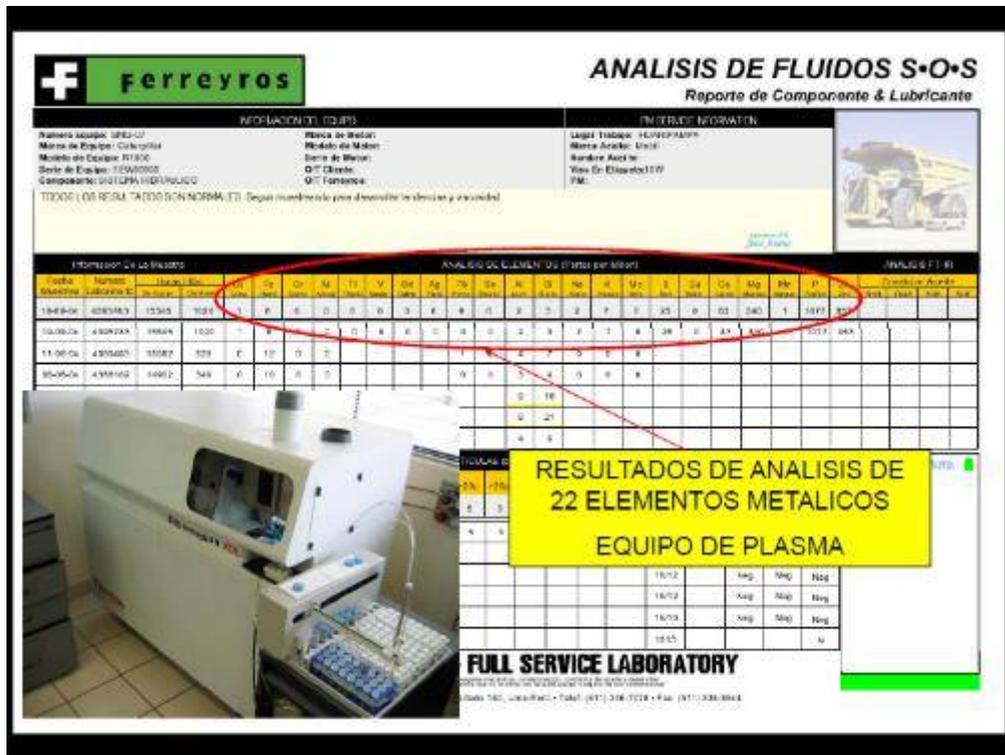
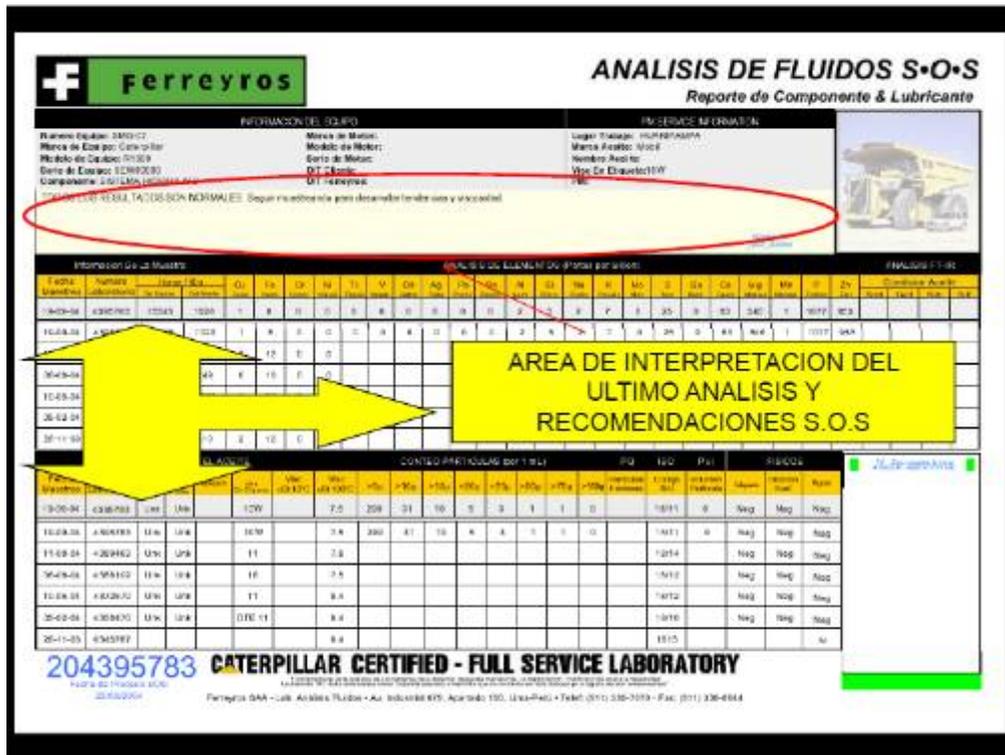
Para más detalles, favor dirigirse a: ventas@ferreyros.com
 Dirección: Acahuah, Rancho de Yac, Atlix, Puebla

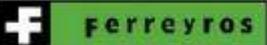
EJEMPLO DE LA MUESTRA										EJEMPLO DE RESULTADO											
Fecha Muestra	Numero Muestra	Numero de Aceite	Numero de Filtro	Marca	Modelo	Serie	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	
11-09-04	428880	1204																			
10-09-04	430702	2020	120	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-09-04	430442	2072	245	2	8	0	0														
09-08-04	430810	2002	240	2	13	0	0														
10-05-04	430731	1907	1907	2	23	0															
06-03-04	430922	225	225	2	12	0															
07-11-04	430604	1941	452	2	14	0															

FECHA MUESTRO		CANTIDAD		CONTROLES PARTICULARES (ppm)										PUNTO			PUNTO				
Fecha Muestra	Numero Muestra	Marca	Modelo	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	QIT	
11-09-04	430800	365	365	15000																	
10-09-04	430702	240	240	15000																	
11-09-04	430442	245	245	15000																	
09-08-04	430810	240	240	15000																	
10-05-04	430731	1907	1907	15000																	
06-03-04	430922	225	225	15000																	
07-11-04	430604	452	452	15000																	

204395783 CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY

Av. de los Estados Unidos 1000, San Andrés Cholula, Puebla, Puebla, México. Teléfono: (52) 228 222 2222 • Fax: (52) 228 222 2222





**CODIGO ISO 4406 Y P.V.I.
EQUIPO CONTADOR DE PARTICULAS**

Numero Equipo: 4382-07
Modelo de Equipo: C-1000
Serie de Equipo: 15240000
Componente: CATIPMA HDP/PAU-100
TODOS LOS RESULTADOS SON NEGATIVOS



Información de la Muestra			ANÁLISIS DE ELEMENTOS (P.V.I.)																							
Fecha Muestra	Numero Muestra	Temp. (C)	Vel. (m/s)	U _{0.4}	U _{0.5}	U _{0.6}	U _{0.7}	U _{0.8}	U _{0.9}	U _{1.0}	U _{1.1}	U _{1.2}	U _{1.3}	U _{1.4}	U _{1.5}	U _{1.6}	U _{1.7}	U _{1.8}	U _{1.9}	U _{2.0}	U _{2.1}	U _{2.2}	U _{2.3}	U _{2.4}	U _{2.5}	
18-09-04	4382063	15340	1020	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-09-04	4382064	15340	1020	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-09-04	4382065	15340	1020	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-09-04	4382066	15340	1020	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-05-04	4382072	15475	1000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-02-04	4382073	15292	1170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-11-04	4382077	15293	1170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INFORMACIÓN DEL EQUIPO			CONTENIDO PARTICULAR (P.V.I.)																ISO	ISO	ISO	ISO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Fecha Muestra	Numero Muestra	Temp. (C)	Vel. (m/s)	U _{0.4}	U _{0.5}	U _{0.6}	U _{0.7}	U _{0.8}	U _{0.9}	U _{1.0}	U _{1.1}	U _{1.2}	U _{1.3}	U _{1.4}	U _{1.5}	U _{1.6}	U _{1.7}	U _{1.8}	U _{1.9}	U _{2.0}	U _{2.1}	U _{2.2}	U _{2.3}	U _{2.4}	U _{2.5}	U _{2.6}	U _{2.7}	U _{2.8}	U _{2.9}	U _{3.0}	U _{3.1}	U _{3.2}	U _{3.3}	U _{3.4}	U _{3.5}	U _{3.6}	U _{3.7}	U _{3.8}	U _{3.9}	U _{4.0}	U _{4.1}	U _{4.2}	U _{4.3}	U _{4.4}	U _{4.5}	U _{4.6}	U _{4.7}	U _{4.8}	U _{4.9}	U _{5.0}	U _{5.1}	U _{5.2}	U _{5.3}	U _{5.4}	U _{5.5}	U _{5.6}	U _{5.7}	U _{5.8}	U _{5.9}	U _{6.0}	U _{6.1}	U _{6.2}	U _{6.3}	U _{6.4}	U _{6.5}	U _{6.6}	U _{6.7}	U _{6.8}	U _{6.9}	U _{7.0}	U _{7.1}	U _{7.2}	U _{7.3}	U _{7.4}	U _{7.5}	U _{7.6}	U _{7.7}	U _{7.8}	U _{7.9}	U _{8.0}	U _{8.1}	U _{8.2}	U _{8.3}	U _{8.4}	U _{8.5}	U _{8.6}	U _{8.7}	U _{8.8}	U _{8.9}	U _{9.0}	U _{9.1}	U _{9.2}	U _{9.3}	U _{9.4}	U _{9.5}	U _{9.6}	U _{9.7}	U _{9.8}	U _{9.9}	U _{10.0}	U _{10.1}	U _{10.2}	U _{10.3}	U _{10.4}	U _{10.5}	U _{10.6}	U _{10.7}	U _{10.8}	U _{10.9}	U _{11.0}	U _{11.1}	U _{11.2}	U _{11.3}	U _{11.4}	U _{11.5}	U _{11.6}	U _{11.7}	U _{11.8}	U _{11.9}	U _{12.0}	U _{12.1}	U _{12.2}	U _{12.3}	U _{12.4}	U _{12.5}	U _{12.6}	U _{12.7}	U _{12.8}	U _{12.9}	U _{13.0}	U _{13.1}	U _{13.2}	U _{13.3}	U _{13.4}	U _{13.5}	U _{13.6}	U _{13.7}	U _{13.8}	U _{13.9}	U _{14.0}	U _{14.1}	U _{14.2}	U _{14.3}	U _{14.4}	U _{14.5}	U _{14.6}	U _{14.7}	U _{14.8}	U _{14.9}	U _{15.0}	U _{15.1}	U _{15.2}	U _{15.3}	U _{15.4}	U _{15.5}	U _{15.6}	U _{15.7}	U _{15.8}	U _{15.9}	U _{16.0}	U _{16.1}	U _{16.2}	U _{16.3}	U _{16.4}	U _{16.5}	U _{16.6}	U _{16.7}	U _{16.8}	U _{16.9}	U _{17.0}	U _{17.1}	U _{17.2}	U _{17.3}	U _{17.4}	U _{17.5}	U _{17.6}	U _{17.7}	U _{17.8}	U _{17.9}	U _{18.0}	U _{18.1}	U _{18.2}	U _{18.3}	U _{18.4}	U _{18.5}	U _{18.6}	U _{18.7}	U _{18.8}	U _{18.9}	U _{19.0}	U _{19.1}	U _{19.2}	U _{19.3}	U _{19.4}	U _{19.5}	U _{19.6}	U _{19.7}	U _{19.8}	U _{19.9}	U _{20.0}	U _{20.1}	U _{20.2}	U _{20.3}	U _{20.4}	U _{20.5}	U _{20.6}	U _{20.7}	U _{20.8}	U _{20.9}	U _{21.0}	U _{21.1}	U _{21.2}	U _{21.3}	U _{21.4}	U _{21.5}	U _{21.6}	U _{21.7}	U _{21.8}	U _{21.9}	U _{22.0}	U _{22.1}	U _{22.2}	U _{22.3}	U _{22.4}	U _{22.5}	U _{22.6}	U _{22.7}	U _{22.8}	U _{22.9}	U _{23.0}	U _{23.1}	U _{23.2}	U _{23.3}	U _{23.4}	U _{23.5}	U _{23.6}	U _{23.7}	U _{23.8}	U _{23.9}	U _{24.0}	U _{24.1}	U _{24.2}	U _{24.3}	U _{24.4}	U _{24.5}	U _{24.6}	U _{24.7}	U _{24.8}	U _{24.9}	U _{25.0}	U _{25.1}	U _{25.2}	U _{25.3}	U _{25.4}	U _{25.5}	U _{25.6}	U _{25.7}	U _{25.8}	U _{25.9}	U _{26.0}	U _{26.1}	U _{26.2}	U _{26.3}	U _{26.4}	U _{26.5}	U _{26.6}	U _{26.7}	U _{26.8}	U _{26.9}	U _{27.0}	U _{27.1}	U _{27.2}	U _{27.3}	U _{27.4}	U _{27.5}	U _{27.6}	U _{27.7}	U _{27.8}	U _{27.9}	U _{28.0}	U _{28.1}	U _{28.2}	U _{28.3}	U _{28.4}	U _{28.5}	U _{28.6}	U _{28.7}	U _{28.8}	U _{28.9}	U _{29.0}	U _{29.1}	U _{29.2}	U _{29.3}	U _{29.4}	U _{29.5}	U _{29.6}	U _{29.7}	U _{29.8}	U _{29.9}	U _{30.0}	U _{30.1}	U _{30.2}	U _{30.3}	U _{30.4}	U _{30.5}	U _{30.6}	U _{30.7}	U _{30.8}	U _{30.9}	U _{31.0}	U _{31.1}	U _{31.2}	U _{31.3}	U _{31.4}	U _{31.5}	U _{31.6}	U _{31.7}	U _{31.8}	U _{31.9}	U _{32.0}	U _{32.1}	U _{32.2}	U _{32.3}	U _{32.4}	U _{32.5}	U _{32.6}	U _{32.7}	U _{32.8}	U _{32.9}	U _{33.0}	U _{33.1}	U _{33.2}	U _{33.3}	U _{33.4}	U _{33.5}	U _{33.6}	U _{33.7}	U _{33.8}	U _{33.9}	U _{34.0}	U _{34.1}	U _{34.2}	U _{34.3}	U _{34.4}	U _{34.5}	U _{34.6}	U _{34.7}	U _{34.8}	U _{34.9}	U _{35.0}	U _{35.1}	U _{35.2}	U _{35.3}	U _{35.4}	U _{35.5}	U _{35.6}	U _{35.7}	U _{35.8}	U _{35.9}	U _{36.0}	U _{36.1}	U _{36.2}	U _{36.3}	U _{36.4}	U _{36.5}	U _{36.6}	U _{36.7}	U _{36.8}	U _{36.9}	U _{37.0}	U _{37.1}	U _{37.2}	U _{37.3}	U _{37.4}	U _{37.5}	U _{37.6}	U _{37.7}	U _{37.8}	U _{37.9}	U _{38.0}	U _{38.1}	U _{38.2}	U _{38.3}	U _{38.4}	U _{38.5}	U _{38.6}	U _{38.7}	U _{38.8}	U _{38.9}	U _{39.0}	U _{39.1}	U _{39.2}	U _{39.3}	U _{39.4}	U _{39.5}	U _{39.6}	U _{39.7}	U _{39.8}	U _{39.9}	U _{40.0}	U _{40.1}	U _{40.2}	U _{40.3}	U _{40.4}	U _{40.5}	U _{40.6}	U _{40.7}	U _{40.8}	U _{40.9}	U _{41.0}	U _{41.1}	U _{41.2}	U _{41.3}	U _{41.4}	U _{41.5}	U _{41.6}	U _{41.7}	U _{41.8}	U _{41.9}	U _{42.0}	U _{42.1}	U _{42.2}	U _{42.3}	U _{42.4}	U _{42.5}	U _{42.6}	U _{42.7}	U _{42.8}	U _{42.9}	U _{43.0}	U _{43.1}	U _{43.2}	U _{43.3}	U _{43.4}	U _{43.5}	U _{43.6}	U _{43.7}	U _{43.8}	U _{43.9}	U _{44.0}	U _{44.1}	U _{44.2}	U _{44.3}	U _{44.4}	U _{44.5}	U _{44.6}	U _{44.7}	U _{44.8}	U _{44.9}	U _{45.0}	U _{45.1}	U _{45.2}	U _{45.3}	U _{45.4}	U _{45.5}	U _{45.6}	U _{45.7}	U _{45.8}	U _{45.9}	U _{46.0}	U _{46.1}	U _{46.2}	U _{46.3}	U _{46.4}	U _{46.5}	U _{46.6}	U _{46.7}	U _{46.8}	U _{46.9}	U _{47.0}	U _{47.1}	U _{47.2}	U _{47.3}	U _{47.4}	U _{47.5}	U _{47.6}	U _{47.7}	U _{47.8}	U _{47.9}	U _{48.0}	U _{48.1}	U _{48.2}	U _{48.3}	U _{48.4}	U _{48.5}	U _{48.6}	U _{48.7}	U _{48.8}	U _{48.9}	U _{49.0}	U _{49.1}	U _{49.2}	U _{49.3}	U _{49.4}	U _{49.5}	U _{49.6}	U _{49.7}	U _{49.8}	U _{49.9}	U _{50.0}	U _{50.1}	U _{50.2}	U _{50.3}	U _{50.4}	U _{50.5}	U _{50.6}	U _{50.7}	U _{50.8}	U _{50.9}	U _{51.0}	U _{51.1}	U _{51.2}	U _{51.3}	U _{51.4}	U _{51.5}	U _{51.6}	U _{51.7}	U _{51.8}	U _{51.9}	U _{52.0}	U _{52.1}	U _{52.2}	U _{52.3}	U _{52.4}	U _{52.5}	U _{52.6}	U _{52.7}	U _{52.8}	U _{52.9}	U _{53.0}	U _{53.1}	U _{53.2}	U _{53.3}	U _{53.4}	U _{53.5}	U _{53.6}	U _{53.7}	U _{53.8}	U _{53.9}	U _{54.0}	U _{54.1}	U _{54.2}	U _{54.3}	U _{54.4}	U _{54.5}	U _{54.6}	U _{54.7}	U _{54.8}	U _{54.9}	U _{55.0}	U _{55.1}	U _{55.2}	U _{55.3}	U _{55.4}	U _{55.5}	U _{55.6}	U _{55.7}	U _{55.8}	U _{55.9}	U _{56.0}	U _{56.1}	U _{56.2}	U _{56.3}	U _{56.4}	U _{56.5}	U _{56.6}	U _{56.7}	U _{56.8}	U _{56.9}	U _{57.0}	U _{57.1}	U _{57.2}	U _{57.3}	U _{57.4}	U _{57.5}	U _{57.6}	U _{57.7}	U _{57.8}	U _{57.9}	U _{58.0}	U _{58.1}	U _{58.2}	U _{58.3}	U _{58.4}	U _{58.5}	U _{58.6}	U _{58.7}	U _{58.8}	U _{58.9}	U _{59.0}	U _{59.1}	U _{59.2}	U _{59.3}	U _{59.4}	U _{59.5}	U _{59.6}	U _{59.7}	U _{59.8}	U _{59.9}	U _{60.0}	U _{60.1}	U _{60.2}	U _{60.3}	U _{60.4}	U _{60.5}	U _{60.6}	U _{60.7}	U _{60.8}	U _{60.9}	U _{61.0}	U _{61.1}	U _{61.2}	U _{61.3}	U _{61.4}	U _{61.5}	U _{61.6}	U _{61.7}	U _{61.8}	U _{61.9}	U _{62.0}	U _{62.1}	U _{62.2}	U _{62.3}	U _{62.4}	U _{62.5}	U _{62.6}	U _{62.7}	U _{62.8}	U _{62.9}	U _{63.0}	U _{63.1}	U _{63.2}	U _{63.3}	U _{63.4}	U ₆

ANALISIS DE FLUIDOS S·O·S

Reporte de Componente & Lubricante



GRADO SAE
VISC. A 40°C
VISC. A 100°C
EQUIPO VISCOSIMETRO
ISL

FECHA		MOTOR		LUBRICANTE		CONTADOR DE PARTICULAS														PQ		PVP		PNEUM.												
Fecha	Motor	Fecha	Motor	Fecha	Motor	0.5	1	5	15	50	150	500	1500	5000	15000	47.5	150	500	1500	5000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000		
18-09-04	4305783	18-09-04	4305783	18-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-09-04	4305783	10-09-04	4305783	10-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-09-04	4305783	05-09-04	4305783	05-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-11-03	4305783	20-11-03	4305783	20-11-03	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

204395783 CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY

Ferreyros S.A. - Lab. Anal. Fluidos - Av. Industrial 475, Ac. 150, U. de Chile - Telef: (51) 236-7079 - Fax: (51) 236-6664




ANALISIS FERROMAGNETICO PQ

FECHA		MOTOR		LUBRICANTE		CONTADOR DE PARTICULAS														PQ		PVP		PNEUM.													
Fecha	Motor	Fecha	Motor	Fecha	Motor	0.5	1	5	15	50	150	500	1500	5000	15000	47.5	150	500	1500	5000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000				
18-09-04	4305783	18-09-04	4305783	18-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10-09-04	4305783	10-09-04	4305783	10-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-09-04	4305783	05-09-04	4305783	05-09-04	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-11-03	4305783	20-11-03	4305783	20-11-03	4305783	108	11	7.5	288	31	18	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENTRARA EN OPERACION EN DICIEMBRE DEL 2004

... SERVICE LABORATORY

Ferreyros S.A. - Lab. Anal. Fluidos - Av. Industrial 475, Ac. 150, U. de Chile - Telef: (51) 236-7079 - Fax: (51) 236-6664

ANEXO 20: EXCAVADORA CAT 336 OPERANDO



La excavadora en la parte alta, abriendo el camino, excavando la tierra.



Se muestra dos excavadoras, la más alejada es la excavadora KOMATSU, y la marcada con circunferencia roja es la EXCAVADORA CAT 336. Esta removiendo la tierra para ampliar de la carretera.



Se muestra la excavadora (dentro de la circunferencia roja), removiendo la tierra para ampliar la carreta, la tierra es levantada por un cargador frontal, para luego ser transportada por el volquete.

**ANEXO 21: ENTREVISTAS DIRIGIDA A LOS MECANICOS DE LA EMPRESA
GYM**

PREGUNTAS DE ENCUESTA	SI	NO
1. Existe una ejecución de mantenimiento claramente definido		
2. La estructura Organizacional del mantenimiento permite cumplir con los trabajos de una manera rápida y eficaz		
3. Cree usted que sea necesario un cambio en la estructura del de mantenimiento actual para permitir una mejor optimización y simplificación del tiempo de trabajo.		
4. Los mecánicos encargados del mantenimiento de la maquinaria en la empresa están preparados de una forma correcta para realizar cualquier arreglo		
5. Se dispone de un inventario de activos fijos actual		
6. El personal encargado del mantenimiento de la maquinaria en la empresa reciben una preparación constante		
7. Existe un presupuesto de costos para el mantenimiento		
8. Este presupuesto es suficiente para dicha actividad		
9. Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficientes		
10. Se encuentra con facilidad cualquier tipo de repuesto		
11. El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las respectivas actividades de mantenimiento		
12. Se planifica la paralización de la maquinaria para darle su respectivo mantenimiento		

13. Cuenta la empresa con un plan de mantenimiento que abarque los tipos preventivo y correctivo para la maquinaria		
14. Se lleva un registro de los servicios y mantenimiento que se le dan a la maquinaria		
15. Se brindó una correcta capacitación a los mecánicos para que apliquen los procedimientos correctos para realizar la respectiva inspección		
16. Tiene un departamento que se encargue del abastecimiento de los repuestos		
17. Dispone de la documentación técnica de cada máquina para la realización del mantenimiento		
18. La empresa otorga las facilidades y recursos necesarios para la actualización en lo referente al mantenimiento de su maquinaria		
19. Se realiza algún tipo de evaluación al personal que labora en el departamento de mantenimiento		
20. Se justifica el costo de mantenimiento respecto de los resultados que se obtienen		
21. La empresa cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en todas sus máquinas		
22. Se realizan estudios de tiempo y movimientos en la realización del trabajo de mantenimiento		
23. El manejo de los desechos (sólidos, líquidos) de la maquinaria es el correcto para el cuidado del medio ambiente		