

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPTO. INGENIERIA MECÁNICA**



**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

**IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ANALISIS DE  
LUBRICANTES  
UTILIZANDO SOFTWARE OILVIEW Y LABORATORIO DE  
ANALISIS MINILAB**

**EN CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A.  
PLANTA ARAUCO.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener  
El título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica.

Concepción, 24 de Junio de 2007.

**AUTOR: CRISTIAN CARRIÓN LLAÑA**  
**PROFESOR GUÍA: OSVALDO AMIGO RIQUELME**

## ÍNDICE

	Pág.
<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Objetivos</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>8</b>
<b>Introducción</b>	
<b>1.0 Antecedentes generales de la empresa</b>	<b>8</b>
1.1 Misión de la empresa	8
1.2 Plan estratégico de la empresa	9
1.4 Política de calidad de Celulosa Arauco y Constitución S.A.	9
1.5 Política ambiental de Celulosa Arauco y Constitución S.A.	9
1.6 Visión general de la implementación laboratorio minilab Y software OilView	10
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2.0 Terminología y definiciones</b>	<b>13</b>
2.1 Tribología	13
2.1.2 Objetivo de la tribología	13
2.1.3 Aplicación de la tribología en la industria	13
2.2 Objetivos de implementar análisis lubricantes	15
2.3 Fallas de corrosión abrasión y adhesión	16
2.4 Análisis de aceite y diagrama Tri-vector	17
2.4.1 Ensayos físicos- químicos	19
2.5 Clasificación de los lubricantes según su origen	24
2.5.1 Aceites minerales	24
2.5.2 Aceites sintéticos	24
2.6 Distribución de los tamaños de las partículas	25

2.6.1	Espectrometría	26
2.6.2	Análisis Ferrográfico	26
2.7	Aditivos	26

### **CAPÍTULO 3**

<b>3.0</b>	<b>Fallas presentes en equipos rotatorios y parámetros de visualización del programa análisis lubricantes</b>	<b>28</b>
3.1	Parámetros de análisis de aceites lubricantes	30
3.2	Zona activa	35

### **CAPÍTULO 4**

<b>4.0</b>	<b>Situación actual departamento mantencion Predictiva</b>	<b>37</b>
4.1	Ventajas de la implementación	37
4.1.2	Situación real planta Arauco (combinación de métodos de análisis)	38
4.2	Modo de analizar aceites lubricantes en planta	39

### **CAPÍTULO 5**

<b>5.0</b>	<b>Ventajas de la utilización de ambos métodos análisis vibraciones y análisis lubricantes</b>	<b>42</b>
5.1	Análisis de aceites v/s análisis de lubricantes	44

### **CAPÍTULO 6**

<b>6.0</b>	<b>Descripción y utilización analizador tri-vector 5200 minilab</b>	<b>47</b>
6.1	Descripción minilab	49
6.2	Puesta en marcha del hardware / software	55
6.3	Procedimientos de prueba	56
6.4	muestreo	57
6.4	Viscosidad	57

6.5	Selección del diluyente	57
6.6	Disposición de prueba del software	58

## **CAPÍTULO 7**

<b>7.0</b>	<b>Utilización y descripción software OilView AMS MHM</b>	<b>60</b>
7.1	Software OilView estructura principal	61

## **CAPÍTULO 8**

<b>8.0</b>	<b>Códigos de limpieza de los aceites</b>	<b>87</b>
8.1	Códigos de limpieza ISO 4406	87
8.2	Códigos de limpieza NAS 1638	88

## **CAPÍTULO 9**

<b>9.0</b>	<b>Representación de la información obtenida de las muestras</b>	<b>90</b>
9.1	Tipos de reportes CSI	91
9.2	Significado de las muestras	97

<b>Conclusiones</b>	<b>98</b>
---------------------	-----------

<b>Bibliografía</b>	<b>100</b>
---------------------	------------

<b>Anexo 1 (glosario básico de lubricación).</b>	<b>101</b>
--	------------

<b>Anexo 2 (2 Instructivo de Manejo de Aceites, Grasas y Solventes Usados, dentro de Planta Arauco).</b>	<b>102</b>
--	------------

## **RESUMEN**

Celulosa Arauco y Constitución S.A. en forma de mejorar su proceso de análisis lubricante se implementará un sistema de análisis utilizando principalmente el software OilView y además de un minilaboratorio cuya función es obtener muestras para el software anterior y analizar datos básicos.

Este trabajo consiste en el estudio de la implementación del sistema anterior y entrenamiento de uso del software.

Se comenzó esta tesis recopilando información, tanto del tipo técnica como administrativa para luego considerar una propuesta viable, la que se basa en los costos y como de los procesos en que operan los equipos críticos.

A continuación se presentan los capítulos que desglosan este trabajo.

**Primer Capítulo:** presenta una visión general de la Organización, dando a conocer algunas políticas de relevancia de la empresa. Se menciona la importancia de invertir en tecnología en el departamento de mantención Predictiva ofreciendo así una nueva herramienta que aumente el desempeño del departamento.

**Segundo Capítulo:** definiciones y terminología, mostrando, al final del documento un vocabulario de análisis lubricantes para una mejor interpretación de lo planteado.

**Tercer Capítulo:** se da a conocer los equipos rotarios que se pretenden analizar por el método de análisis lubricante.

**Cuarto Capítulo:** se presenta la situación actual del departamento de mantención Predictiva en cuanto a su forma de trabajo y conocimiento de cómo son detectadas las fallas de equipos rotatorios. Además se presenta una justificación de por qué se debe implementar este sistema de análisis de aceites. Se menciona paralelamente ventajas y ejemplos de compañías de igual carácter industrial.

**Quinto Capítulo:** se estudian las ventajas que se podría lograr tanto en el departamento de mantención, como en la empresa al poder llevar a cabo un monitoreo de los equipos rotatorios en planta (análisis lubricante y análisis de vibraciones).

**Sexto Capítulo:** en este Capítulo se analiza la utilización del programa trivector operador del mini-laboratorio, como objeto de lograr una clara opinión de la situación progresiva en los equipos monitoreados.

**Séptimo Capítulo:** se describe como utilizar el Software OilView, proceso en el que se establece una interacción entre en laboratorio de análisis de lubricantes minilab mencionado y el software para lograr llevar a cabo los análisis y posterior interpretación. En esta parte del programa se logra establecer los resultados de los análisis, visualizando así las fallas progresivas.

**Octavo Capítulo:** mencionan las normas de limpieza de los aceites lubricantes utilizados en los ensayos. Con el objeto de fijar un límite de uso de los lubricantes de los equipos rotatorios.

**Noveno Capítulo:** se presenta la interpretación de los resultados obtenidos, de manera fácil, indicando las cualidades de estado presentes en los aceites, esto es vital para la interpretación de estos resultados, para poder decidir y entregar una señal del estado del equipo, las posibles precauciones a considerar que se deben de tomar en cuenta por parte del personal de mantención para lograr mejorar el funcionamiento de los equipos.

## **Objetivos del trabajo**

- Estudiar la implementación del sistema de análisis de lubricantes Minilab y Software OilView de CSI.
- Estudiar la complementación del sistema análisis de vibraciones de equipos rotatorios en Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Estudiar características del equipo y necesidades para su implementación.
- Proporcionar la estructura de funcionamiento del minilab y software OilView para su posterior utilización, además de establecer recomendaciones para su uso.

## **Capítulo 1**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.0 Antecedentes generales de la empresa.**

Arauco es una de las mayores empresas forestales del mundo en términos de superficie y rendimiento de sus plantaciones, fabricación de celulosa kraft de mercado y producción de madera aserrada.

La empresa concentra sus complejos industriales en Chile y Argentina. En Chile, Arauco es propietario de la mayor superficie de plantaciones forestales del país, fundamentalmente de pino Radiata. A esto se suman cerca de 70 mil hectáreas de plantaciones en Argentina, provincia de Misiones.

La empresa posee seis plantas de celulosa: cinco en Chile – Planta Arauco, Planta Constitución, Planta Valdivia, Planta Licancel, Planta Nueva Aldea y una en Argentina, Alto Paraná.

Arauco también es propietaria de aserraderos, plantas elaboradoras de madera y planta de terciados.

#### **1.1 Misión de la empresa.**

A través de la aplicación de los conceptos de “Calidad Total” en su gestión, la empresa orienta sus esfuerzos a satisfacer plenamente los requerimientos de sus clientes, construyendo relaciones estables y duraderas.

Arauco ha establecido como uno de los objetivos básicos la preservación del equilibrio ecológico. Sus políticas con relación al medio ambiente se basan en los principios de desarrollo sustentable.

#### **1.2 Plan estratégico de la empresa.**



- Cumplir en cada contrato de venta lo pactado con el cliente.
- Asegurar que la cadena que se inicia con el ingreso de materias primas y termina con el producto en la bodega del cliente, satisfaga los estándares de calidad establecidos.
- Mantener y desarrollar programas de entrenamiento y capacitación del personal, de modo que participe del compromiso de calidad asumido por la empresa y haga un aporte efectivo a éste, en su ámbito de trabajo.
- Controlar los procesos de las Plantas Industriales, con el objeto de minimizar el impacto sobre el medio ambiente.

### **1.3 Política de calidad de Celulosa Arauco y Constitución S.A.**

Arauco empresa del sector forestal de Chile, ha asumido un compromiso irrenunciable con la calidad.

La gestión de Arauco esta orientada fundamentalmente a satisfacer plenamente los requerimientos de sus clientes desarrollando relaciones estables y duraderas.

El equipo humano que conforma Arauco, compenetrado con este desafío procura que los productos de la empresa tengan permanentemente los más altos niveles de calidad a través del mejoramiento continuo de sus procesos, de modo de participar con éxito en los mercados.

### **1.4 Política ambiental de Celulosa Arauco y Constitución S.A.**

Celulosa Arauco y Constitución S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de celulosa.

Considerando que la protección del medio ambiente es una preocupación fundamental para el desarrollo de las actividades de largo plazo, así como una

contribución hacia la comunidad y las generaciones futuras, Celulosa Arauco y Constitución S.A. se compromete a:

1. Cumplir con las normas legales y otros compromisos ambientales aplicables adquiridos por la empresa.
2. Reducir en forma continua y progresiva los impactos ambientales significativos de sus operaciones y servicios, mediante el uso de las tecnologías disponibles más adecuadas.
3. Prevenir la contaminación en sus actividades y servicios.
4. Capacitar a su personal y entregarle los medios adecuados para que trabaje con una actitud responsable hacia el medio ambiente.
5. Implementar esta Política a través de un Sistema de Gestión Ambiental.
6. Difundir estos conceptos y este compromiso entre su personal, empresas de servicio, proveedores y otras partes interesadas: para el cumplimiento de lo anterior todo el personal que trabaja en Celulosa Arauco y Constitución S.A. es responsable de cumplir y hacer cumplir esta Política Ambiental.

### **1.5 Visión general de la implementación laboratorio Minilab y software OilView**

El principio fundamental de implementar tecnología, es que esta logre una mejora de lo existente. Es por ello que en el Departamento de Mantenimiento Predictiva de Celulosa Arauco y Constitución S.A. se estudia la posible implementación del sistema de monitoreo de equipos mecánicos, con la ayuda de software OilView y además un minilaboratorio de análisis de lubricantes. Con la finalidad de que este tipo de programa de lubricación entregue al

departamento de mantención, una herramienta más, para predecir y estudiar la vida útil de los equipos rotatorios.

Este sistema de lubricación debiera actuar en forma paralela al sistema de monitoreo continuo (análisis de vibraciones) o inspecciones de rutas establecidas por el departamento de mantención, estos a su vez entreguen información de la salud de los equipos mecánicos, de buena manera, dentro de sus posibilidades. Esta actividad se realiza ya hace varios años, siendo el fuerte de mantención, diagnosticar la salud de los equipos rotatorios a través de este método de inspección.

En el proceso mencionado. Se pretende mejorar aun mas este proceso, incorporando el sistema de análisis de lubricantes a estos equipos rotatorios, Así se logra conocer una información que es desconocida cuando se realiza un diagnostico de análisis de vibraciones.

En este documento se describe la importancia de los análisis de lubricantes, sus características, procedimientos técnicos ya sea del punto de vista del laboratorio de análisis como también del software, para su posterior estudio e interpretación del personal que participa en el monitoreo de los equipos.

También se mencionan para si mismo recomendaciones de normas existentes, por las que se guía los resultados de los análisis para una fácil interpretación.

Además se analizara los costos en que opera en la actualidad mantención. Que son realizados por una empresa externa.

Se propone suspender este procedimiento y que sea remplazado por el análisis por personal de mantención, indicando las ventajas que se ofrecen para la empresa en el buen funcionamiento del proceso productivo, al involucrar al personal de mantención en esta realización.

Con esta información se pretende que el departamento de mantención Predictiva esté a cargo de los análisis a fin de dar énfasis a lo que se desea obtener, ya que en oportunidades este análisis realizado, pareciera un análisis

químico, no mostrando en el personal la importancia de tal resultado, ni comprometiéndolos con ello. Evitando el déficit de esta información complementando el sistema de monitoreo existente.

Con ello se debiera centrar en la idea de que si se emplean estos dos métodos de análisis de vibraciones y análisis de aceites en un mismo equipo. Logrando que el departamento tenga ahorros monetarios y evitando detenciones inesperadas. En este documento se muestra ventajas que se esperan al implementar el sistema y también cuando estos métodos operan solos.

## **Capítulo 2**

### **2.0 Terminología y definiciones.**

Aquí se presentan algunos términos y conceptos que se deben conocer para introducirse en el tema del análisis de lubricantes, estas definiciones están orientadas a entender como opera el programa de análisis por parte del Minilab y Software OilView.

A continuación se presenta un vocabulario básico que se debe conocer.

**2.1 Tribología** es la ciencia y técnica que estudia la interacción entre superficies en movimiento y los problemas relacionados con ellos: como son el desgaste, fricción, adhesión y lubricación.

En la interacción entre dos superficies aparecen diversos fenómenos. Tres fenómenos fundamentales que aparecen son:

-Fricción: Efecto que proviene de la existencia de fuerzas tangenciales que aparecen entre dos superficies sólidas en contacto cuando permanecen unidas por la existencia de esfuerzos normales a las mismas.

-Desgaste: Consiste en la desaparición de material de la superficie de un cuerpo como consecuencia de la interacción con otro cuerpo.

-Adhesión: Capacidad para generar fuerzas normales entre dos superficies después de que han sido mantenidas juntas. Es decir, la capacidad de mantener dos cuerpos unidos por la generación anterior de fuerzas de unión entre ambos.

**2.12 El objetivo de la tribología** es estudiar superficies con movimiento alternativo con la finalidad de lograr.

- Mínimo desgaste y mínima fricción: por ejemplo rodamientos, engranajes, levas... gracias a la lubricación y las capas de recubrimiento.

- Mínimo desgaste y máxima fricción: por ejemplo frenos, embragues, neumáticos... con materiales resistentes al desgaste.
- Máximo desgaste y mínima fricción: por ejemplo lápices, deposición de lubricantes sólidos mediante deslizamiento.
- Máxima fricción y máximo desgaste: por ejemplo borradores. Bajo estos principales síntomas presentes en forma individual o en conjunto es lo que se pretende estudiar en este análisis.

### **2.1.3 Aplicaciones de la Tribología en la Industria.**

Son muchos los elementos mecánicos de la industria donde tiene aplicación directa o indirecta la Tribología, pero los más habituales son: Rodamientos, cojinetes, casquillos, transmisiones, ejes, levas, bielas y elementos de motores térmicos, frenos y embragues de máquinas y vehículos, etc.

Bajo estos conceptos se presenta el siguiente esquema las posibles fallas de un equipo rotatorio.

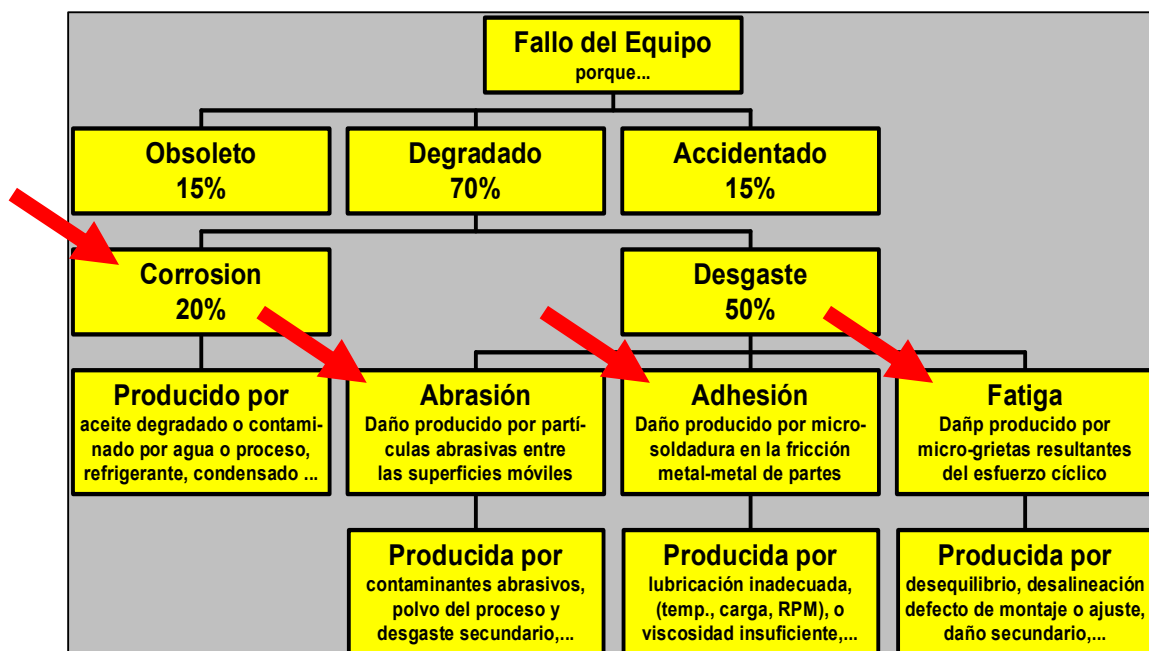


Tabla N°1 muestra esquema de fallas de origen de equipos mecánicos.

## 2.2 Objetivo de implementar el análisis lubricantes

El objetivo de este sistema, que se presentará más adelante es tratar de reducir los problemas en el funcionamiento de estos equipos. Fallas como estas que si bien es cierto son comunes, se pueden evitar o mantener controladas. En la tabla mostrada anteriormente se muestra que un 20% se atribuye a causas por una mala gestión en la lubricación de equipos.

Para un equipo de mantención industrial es necesario saber cual es la causa raíz de un equipo, no solo ver que el equipo esta dañado y cambiarlo sino mas bien, averiguar cual es la falla. Bajo esta premisa es posible conocer el sistema de análisis de lubricantes el cual aporta de buena manera lo implementado hasta ahora en celulosa planta Arauco.

**2.3 Fallas de corrosión, abrasión y adhesión** (fatiga acelerada) pueden ser eliminadas si se conoce las causas raíz mencionada a continuación.

- Lubricante erróneo
- Lubricante mezclado
- Bajo nivel o caudal de aceite
- Aceite degradado
- Contaminación de proceso
- Dilución por combustible
- Contaminación por agua
- Contaminación por polvo

Otras Causas Raíz de degradación superficial

- Desequilibrio
- Desalineación
- Defecto de montaje
- Ajuste fuera de tolerancia
- Temperaturas extremas
- Velocidad y/o carga inadecuadas
- Incompatibilidad de materiales
- Materiales defectuosos

Los analistas de vibraciones debieran sentirse cómodos con la idea de utilizar un programa de análisis de aceites, con una buena comprensión de la tecnología de lubricación.



	Proactivo - Causa Raíz	Predictivo - Fallo Progresivo
Vibración	Desalineación, desequilibrio, resonancia, holguras y montajes incorrectos producen daños mecánicos = Extensión de vida reduciendo esfuerzos cíclicos de fatiga	Identificar problemas con análisis de espectros y PeakVue Observar las 4 fases de progresión, desde incipiente hasta colapso = Medir la severidad y predecir el fallo
Aceites	El polvo y otras partículas producen abrasión - El agua y otros fluidos producen corrosión - La falta de lubricación produce adhesión = Extensión de vida manteniendo el aceite limpio, seco y adaptado a la aplicación	Detección prematura del daño en fase incipiente - Análisis de partículas metálicas producidas por el defecto = Identificar causa raíz y severidad con ferrografía

Tabla N° 2 describe el alcance de análisis de cada método

En esta tabla se hace referencia a algunos diagnósticos que son posibles de un método u otro.

Esto debiera permitir ahorrar:

- Costos de Reparación
- Compra de Lubricantes
- Mano de Obra
- Costo de desecho

Y aumentar:

- Disponibilidad de Activos
- Eficiencia de RRHH
- Productividad
- Seguridad del personal & del medio ambiente

## 2.4 Análisis de Aceites y Diagrama Tri-Vector

En un análisis estos parámetros son de gran importancia de conocer y saber cuales son los límites de empleo de los aceites cuando se analiza cualquier muestra. Este diagrama de colores es un formato para mostrar en forma resumida la condición de la muestra. Abarcando los parámetros siguientes del análisis de aceites:

1-Desgaste

Ferroso

No Ferroso

2-Contaminación

Polvo

Agua

Proceso

3-Degradación química

Del aceite base

De los aditivos

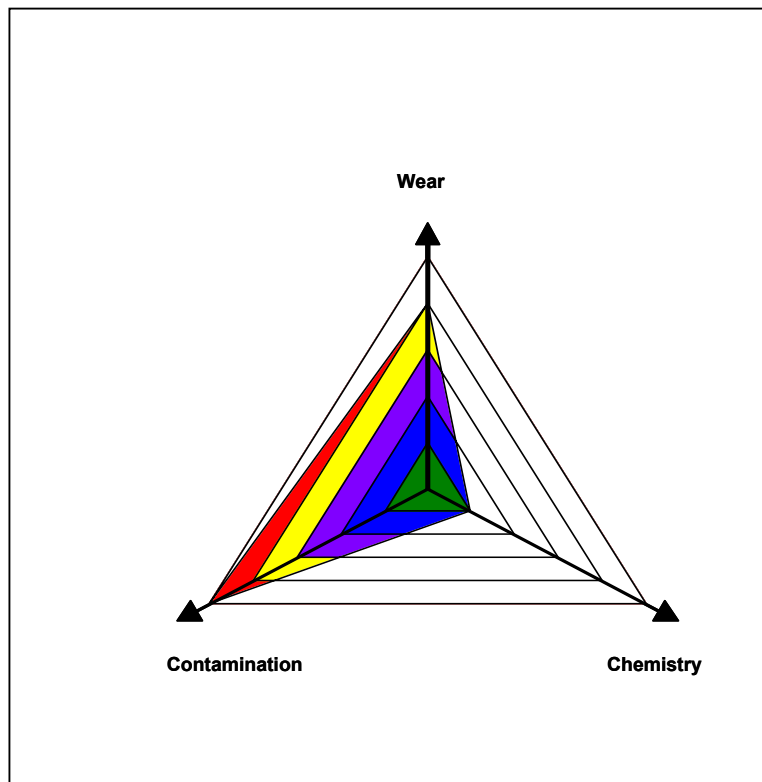


Diagrama trivector: indica en forma de colores la situación general de las muestras

### 2.4.1 Ensayos Físico-Químicos

En este procedimiento de análisis se realizaran Ensayos Físico-Químicos: Los ensayos físico-químicos, miden degradación química, no contaminación ni desgaste.

Las propiedades a identificar en las muestras se mencionan a continuación.

- Viscosidad
- Índice de Viscosidad
- Densidad Específica
- Punto de Inflamación “Flash-point”
- Gota “Pour-point”
- Dieléctrico
- Oxidación
- Color
- TAN
- TBN
- Espectrometría para Aditivos Zn, P, Ca, Mg presentes en los aceites.

A continuación se detalla las propiedades destacadas en las muestras.

-Viscosidad.

La viscosidad es la principal característica de la mayoría de los productos lubricantes. Es la medida de la fluidez a determinadas temperaturas.

Si la viscosidad es demasiado baja la película del lubricante no soporta las cargas entre las piezas y desaparece del medio sin cumplir su objetivo de evitar el contacto metal-metal.

Si la viscosidad es demasiado alta el lubricante no es capaz de llegar a todos los intersticios en donde es requerido.

Al ser alta la viscosidad es necesaria mayor fuerza para mover el lubricante originando de esta manera mayor desgaste en la bomba de aceite, además de no llegar a lubricar rápidamente en el arranque en frío.

La medida de la viscosidad se expresa comúnmente con dos sistemas de unidades SAYBOLT (SUS) o en el sistema métrico CENTISTOKES (CST).

Como medida de la fricción interna actúa como resistencia contra la modificación de la posición de las moléculas al actuar sobre ellas una tensión de cizallamiento.

La viscosidad es una propiedad que depende de la presión y temperatura y se define como el cociente resultante de la división de la tensión de cizallamiento ( $\tau$ ) por el gradiente de velocidad ( $D$ ).

$$(\text{Viscosidad}) \mu = \tau / D$$

Con flujo lineal y siendo constante la presión, la velocidad y la temperatura. Afecta la generación de calor entre superficies giratorias (cojinetes, cilindros, engranajes). Tiene que ver con el efecto sellante del aceite. Determina la facilidad con que la maquinaria arranca bajo condiciones de baja temperatura ambiente.

**Intervalos de viscosidad permisibles para las clasificaciones de lubricantes de las SAE.**

Tipo de lubricante	Número de viscosidad SAE	Intervalo de Viscosidades (centistokes) <sup>a</sup>			
		A 0° F		A 210° F	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Carter del cigüeñal	5W		1300	3.9	
	10W	1300	2600	3.9	

	20W	2600	10500	3.9	
	20			5.7	9.6
	30			9.6	12.9
	40			12.9	16.8
	50			16.8	22.7
	75		15000		
Transmisión	80	15000	100000		
y eje	90			75	120
	140			120	200
	250			200	
Fluido de					
transmisión	Tipo A	39 <sup>b</sup>	43 <sup>b</sup>	7	8.5
automática					

Tabla N°3 Número de viscosidad SAE

-Viscosidad cinemática: se mide haciendo que una cierta cantidad de aceite fluya por un capilar bajo la fuerza de la gravedad.

-Viscosidad absoluta: es la resistencia natural del líquido a fluir, alta viscosidad es pesado, baja viscosidad es ligero, mide la resistencia a fluir del líquido en centipoise (cp) Detecta aceites erróneos o mezclados.

-La densidad relativa, también denominada gravedad específica, es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua:

$$d_r = \frac{d_s}{d_a}$$

La gravedad específica es adimensional y numéricamente coincide con la densidad.

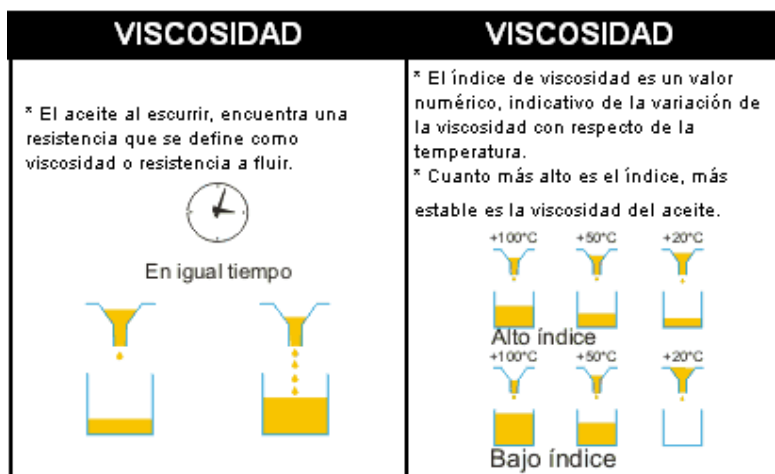
Está definida como el peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a 4 °C. Se representa la Gravedad Específica por  $G_s$ , y también se puede calcular utilizando cualquier relación de peso de la sustancia a peso del agua siempre y cuando se consideren volúmenes iguales de material y agua.

$$G_s = \frac{\frac{G_s}{V_s}}{\frac{G_a}{V_a}} = \frac{G_s \cdot V_a}{G_a \cdot V_s}$$

$$\text{Viscosidad Cinemática} = \frac{\text{Viscosidad Absoluta (cp)}}{\text{Densidad (gr/cc)}}$$

#### -Índice de Viscosidad

Los cambios de temperatura afectan a la viscosidad del lubricante generando así mismo cambios en ésta, lo que implica que a altas temperaturas la viscosidad decrece y a bajas temperaturas aumenta. Arbitrariamente se tomaron diferentes tipos de aceite y se midió su viscosidad a 40°C y 100°C, al aceite que sufrió menos cambios en la misma se le asignó el valor 100 de índice de viscosidad y al que varió en mayor proporción se le asignó valor 0 (cero) de índice de viscosidad. Luego con el avance en el diseño de los aditivos mejoradores del índice de viscosidad se logró formular lubricantes con índices mayores a 100.



-Punto de Inflamación “Flash point” – Temperatura de ignición de los vapores volátiles (°C) Esta es la temperatura cuando Viscosidad < 1 cp

-Punto de Gota “Pour point” – Temperatura más baja a la que un aceite permanece en estado líquido

-Permeabilidad Dieléctrica – Medida directa de todos los componentes polares del aceite, incluyendo aditivos, ácidos y contaminantes en lubricantes nuevos y usados.

<b>Tipo de Aceite</b>	<b><u>Valor Típico</u></b>
Mineral Parafínico	2.1 a 2.4
Mineral Nafténico	2.2 a 2.6
PAO – Polialfa Olefínico	2.1 a 2.4
PAG – Glicol Polialcalino	3.8 a 4.5
PhE - Fosfato Ester	6.7 a 7.2

Permeabilidad Dieléctrica: la tabla siguiente muestra valores típicos para diferentes tipos de aceites.

-Rigidez Dieléctrica – Tensión de ruptura o disrupción en un lubricante nuevo o usado

-TAN ó TBN – Medida del número total de neutralización ácida o básica de un lubricante nuevo o usado.

-Oxidación – Medida relativa de la sustitución de radicales “C-OH” por “C-H” en las moléculas de hidrocarburo del aceite

-Color – Clasificación ASTM en escala 1-8 (desde ambar hasta marrón oscuro)

## **2.5 Clasificación de los lubricantes según su origen.**

**2.5.1 Aceites Minerales:** Los aceites minerales proceden del Petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinarías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Parafínico.

**2.5.2 Aceites Sintéticos:** Los Aceites Sintéticos no tienen su origen directo del Crudo o petróleo, sino que son creados de Sub-productos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales. Dentro de los aceites Sintéticos, estos se pueden clasificar en:

1. OLIGOMEROS OLEFINICOS:

2. ESTERES ORGANICO:

3. POLIGLICOLES: Exhiben una buena estabilidad térmica en presencia de aditivos antioxidantes por tener buena conductividad térmica. Tienen altos



índices de viscosidad, pudiéndose ocupar en altos niveles de temperatura, debido a su agresividad de estos compuestos no será posible utilizarlos a no ser que posean juntas o pintura especiales, ejemplos típicos son el polipropilenglicol y del dipropilenglicol.

4. FOSFATO ESTERE: tienen buena estabilidad térmica y excelencia solvencia. Fluyen limpiamente y tienden a disolver barniz y sedimentos, no dejan depósitos. Si hay peligro de contaminación por agua deben adicionarse aditivos específicos para evitar la hidrofili y proporcionarle una estabilidad a la oxidación. Poseen un amplio rango de temperaturas de trabajo, buena resistencia de la película y baja volatilidad.

## **2.6 Distribución de tamaños de partículas.**

En un análisis de lubricante una actividad de gran importancia es identificar en el ensayo el carácter de las partículas presentes en el fluido. Es por ello que se destaca a continuación los tamaños de las partículas necesarias, para que estas sean detectadas por el analizador trivector.

- Distribución de Tamaño de las partículas (partes por millón)

Agua en Aceite ppm < 6 micras

Glicol (motores) ppm 6-14 micras

Carbonilla (motor diesel) ppm > 14 micras

-Densidad Ferroza, índice ferrético, índice de desgaste férrico > 5 micras

### **2.6.1 Espectrometría**

La espectroscopía infrarroja es la medición de la longitud de onda e intensidad de la absorción de luz media infrarroja de una muestra. Infrarroja media tiene la energía suficiente para excitar vibraciones moleculares a niveles de energía más altos. La longitud de onda de las bandas de absorción infrarroja es típica de específicos enlaces químicos y la mayor utilidad de la espectroscopia infrarroja se encuentra en la identificación de moléculas orgánicas y orgánico-metálicas. La alta selectividad del método hace posible la estimación de un analito en una matriz compleja. Este método implica el análisis de los movimientos de torsión, rotatorios y de vibración de los átomos en una molécula. (Tamaños necesarios)

Fierro (Fe) < 5 micras

Cobre (Cu) < 5 micras

Plomo (Pb) < 5 micras

Estaño (Sn) < 5 micras

Sodio (Na), Boro (B), silicio (Si), < 5 micras

### **2.6.2 Análisis Ferrográfico**

Examinación microscópica: contaminación & desgaste. Para “problemas” Severidad y causa raíz. WDA (este es el programa del microscopio) es el “árbitro.” Establece causa raíz y determina severidad. En la sección siguiente se hace hincapié a esta parte. Donde por medio de un microscopio se puede visualizar a través de fotografías los tamaños de partículas, como también el tipo de material presentado en la muestra. Estas fotografías es de esperar que sean almacenadas y evaluadas a medida que pasa el tiempo, para ser monitoreadas por el personal a cargo.

### **2.7 Aditivos**

Es todo compuesto que realza una cierta característica o imparte una cierta nueva característica al fluido base, pudiendo llegar al 20% de la composición

final. Los tipos más importantes son: antioxidante, anti-desgaste, inhibidores de la corrosión, mejoradores del índice de la viscosidad, e inhibidores de espuma.

- Aditivo anti-desgaste: La finalidad de los lubricantes es evitar la fricción directa entre dos superficies que están en movimiento, y estos aditivos permanecen pegados a las superficies de las partes en movimiento, formando una película de aceite, que evita el desgaste entre ambas superficies.
- Aditivo detergente: La función de estos aditivos es lavar las partes interiores en el motor, que se ensucian por las partículas de polvo, carbonilla, etc., que entran a las partes del equipo a lubricar, motor, etc.
- Aditivo dispersantes: tipo de aditivos pone en suspensión las partículas que el aditivo detergente lavó y las disipa en millones de partes, reduciendo su impacto para la zona a lubricar.

### **Capítulo 3**

#### **3.0 Fallas presentes en equipos rotatorios y parámetros de visualización del programa análisis lubricante.**

En esta tabla se presenta las fallas recurrentes, presentes en los equipos mecánicos a tratar con el análisis de lubricantes, aquí se presentan los deferentes equipos rotatorios, dependiendo de sus características de fallas que pueden asignar una o más de una falla, como por ejemplo motores mecánicos, hidráulicos, transformadores, Cojinetes Lisos, engranajes y rodamientos, etc.

	Desgaste	Contaminación	Degradación Química
Motores	Óxidos de Fe, Pb, Sn, Cu en tamaños menores de 5 micras Concentración directamente proporcional a la carbonilla y a la oxidación, e inversamente proporcional al TBN. Incremento progresivo de desgaste entre cambios de aceite.	Carbonilla de combustión, polvo del aire y refrigerante.	Los gases de combustión consumen la reserva alcalina (TBN). Los contaminantes consumen aditivos detergentes. La temperatura superficial oxida el aceite.
Hidráulicos	Cualquier desgaste es anormal. El desgaste abrasivo está asociado al polvo, y el corrosivo al agua. Desgaste	Polvo, agua y contaminación del aire	Las altas temperaturas oxidan el aceite y producen acidez

	de sellos o cierres dinámicos.		
Transformadores	Desgaste debido a descargas en arco generan gases disueltos en el aceite.	Humedad atmosférica.	Las descargas, la humedad, y la temperatura oxidan el aceite
Engranés y Rodamientos	Abrasión, fatiga, y adhesión generan desgaste férrico entre 10 y 100 micras. El tamaño aumenta con la severidad.	Polvo, agua y partículas de desgaste.	La humedad, la temperatura, y la aireación oxidan el aceite
Cojinetes Lisos	Desgaste inapreciable excepto en caso de roce, que genera partículas 0-50 micras (Pb, Sn, Sb, Cu, Fe). La abrasión genera hierro por el polvo incrustado en el metal "babbitt"	Polvo, agua y contaminantes de proceso	La humedad y la temperatura oxidan el aceite.

**3.1 Parámetros de análisis aceites lubricantes para elementos rotatorios.**

<b>Motores</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Parámetros de Análisis Predictivo</b>	<b>Ensayo en Laboratorio</b>	<b>Ensayo en Planta</b>
Desgaste	Abrasión	Hierro ppm, Cobre ppm, Plomo ppm, Índice FD, Ferrografía WDA, Código ISO	Espectrómetro AES, ICP, AA	Contador Láser, Ferrógrafo DRF, Ferrógrafo WDA
Contaminación	Refrigerante	Glicol %, Boro ppm, Sodio ppm, Permeabilidad Dieléctrica	Espectrómetro FTIR, AES, ICP, AA	Analizador Dieléctrico
Contaminación	Polvo	Sílice ppm, Ferrografía WDA, Código ISO	Espectrómetro AES, ICP, AA, Contador Láser	Contador Láser, Ferrógrafo WDA
Contaminación	Carbonilla	Carbonilla %, Permeabilidad Dieléctrica	TGA, LEM	Analizador Dieléctrico
Química	Oxidación	Permeabilidad Dieléctrica, Índice Oxidación	Espectrómetro FTIR	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico
Química	Base degradada	TBN, Permeabilidad Dieléctrica	Tritrador TBN	Analizador Dieléctrico, Tritrador TBN
Química	Aceite erróneo	Viscosidad, Zinc ppm, Calcio ppm, Magnesio ppm, Fósforo ppm, Permeabilidad Dieléctrica	Viscosímetro, Espectrómetro AES, ICP, AA	Viscosímetro, Analizador Dieléctrico

Hidráulicos	Modo de Fallo	Parámetros de Análisis Predictivo	Ensayo en Laboratorio	Ensayo en Planta
Desgaste	Desgaste de sellos	Código ISO, Ferrografías DRF, WDA	Contador Láser	Contador Láser, Ferrógrafo DRF, Ferrógrafo WDA
Contaminación	Polvo	Sílice ppm, Ferrografía WDA, Código ISO	Espectrómetro AES, ICP, AA, Contador Láser	Contador Láser, Ferrógrafo WDA
Contaminación	Agua	Agua ppm, Índice de Contaminación	Crackle, Karl-Fisher	Analizador Dieléctrico, Visual, Crackle
Química	Oxidación	Oxidación, Permeabilidad Dieléctrica, Índice de Oxidación	Espectrómetro FTIR	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico
Química	Acidez	TAN, Permeabilidad Dieléctrica	Tritrador TAN	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico, Tritrador TAN
Química	Aceite Erróneo	Viscosidad, Zinc ppm, Calcio ppm, Magnesio ppm, Fósforo ppm, Permeabilidad Dieléctrica	Viscosímetro, Espectrómetro AES, ICP, AA	Viscosímetro, Analizador Dieléctrico

<b>Engranajes y Rodamientos</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Parámetros de Análisis Predictivo</b>	<b>Ensayo en Laboratorio</b>	<b>Ensayo en Planta</b>
Desgaste	Desgaste Anormal	FD, Analytical WDA, Fe	Ferrógrafo DRA, WDA, Espectrómetro AES, ICP, AA	Ferrógrafo DRF, WDA
Contaminación	Polvo	Sílice ppm, Ferrografía WDA, Código ISO	Contador Láser, Espectrómetro AES, ICP, AA	Contador Láser, Ferrógrafo WDA
	Contaminación	Agua	Crackle, Karl-Fisher	Analizador Dieléctrico, Visual, Crackle
Química	Acidez	TAN, Permeabilidad Dieléctrica	Tritrador TAN	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico, Tritrador TAN
Química	Aceite Erróneo	Viscosidad, Zinc ppm, Calcio ppm, Magnesio ppm, Fósforo ppm, Permeabilidad Dieléctrica	Viscosímetro, Espectrómetro AES, ICP, AA	Viscosímetro, Analizador Dieléctrico



<b>Transformador</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Parámetros de Análisis Predictivo</b>	<b>Ensayo en Laboratorio</b>	<b>Ensayo en Planta</b>
Desgaste	Arco eléctrico	Análisis de Gases Disueltos	DGA	Analizador de Hidrógeno
Contaminación	Agua	Agua	Tritrador Karl-Fisher	Analizador Dieléctrico
Química	Oxidación	Oxidación, Color, Permeabilidad Dieléctrica, Índice de Oxidación	Espectrómetro FTIR, Color	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico, Color
Química	Rigidez dieléctrica	Rigidez Dieléctrica, PF, Permeabilidad Dieléctrica	DS, PF, Dielectric	Analizador Dieléctrico
Química	Acidez	TAN, Permeabilidad Dieléctrica	Tritrador TAN	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico, Tritrador TAN

Cojinetes Lisos	Modo de Fallo	Parámetros de Análisis Predictivo	Ensayo en Laboratorio	Ensayo en Planta
Desgaste	Roces	Ferrografía WDA, Código ISO, Estaño ppm, Plomo ppm, Cobre ppm, Antimonio ppm	Ferrógrafo WDA,, Espectrómetro AES, ICP, AA	Ferrógrafo WDA
Contaminación	Polvo	Sílice ppm, Ferrografía WDA, Código ISO	Contador Láser, Espectrómetro AES, ICP, AA	Contador Láser, Ferrógrafo WDA
Contaminación	Agua	Agua	Crackle, Tritrador Karl-Fisher	Analizador Dieléctrico, Visual, Crackle
Química	Acidez	TAN	Tritrador TAN	Analizador Dieléctrico, Voltamétrico, Tritrador TAN
Química	Aceite Erróneo	Viscosidad, Zinc ppm, Calcio ppm, Magnesio ppm, Fósforo ppm, Permeabilidad Dieléctrica	Viscosímetro, Espectrómetro AES, ICP, AA	Viscosímetro, Analizador Dieléctrico

Para poder llevar a cabo estos análisis y su correcto procedimiento se debe instruir al personal, teniendo en cuenta que ellos son el responsable de utilizar esta tecnología. Por ello se debe conocer los puntos de interés del elemento mecánico a estudiar.

Estas zonas de inspección deben ser conocidas para que así, cuando se utilice el equipo en terreno o simplemente se toman muestras, sea capaz de ubicarlas y priorizar, partiendo de la base de conocer como opera la máquina.

Para ello debe ubicar las zonas activas, donde el fluido se puede muestrear sin problemas, con la finalidad de que arroje siempre un valor medio en relación a su contenido de partículas, sustancias, degradación química entre otras.

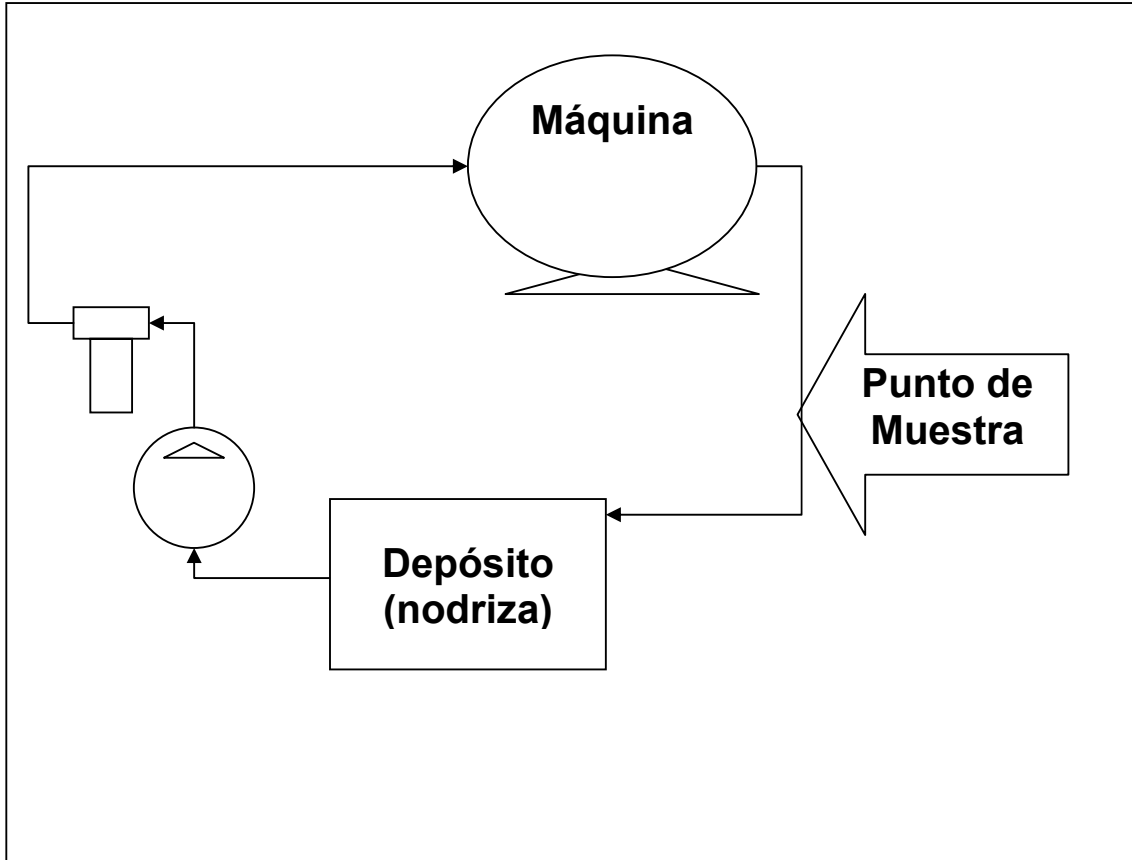
### **3.2 Zona Activa**

Un concepto de interés es conocer las zonas activas donde el fluido presenta una actividad. Se define como zona activa la cual es posible obtener una muestra y que esta ya hubiese recorrido todas las zonas de un esquema normal de funcionamiento.

Se menciona a continuación zonas en las que se recomienda intervenir.

- Aceite agitado y mezclado con sus partículas de desgaste y contaminantes
- En movimiento
- En caliente
- Después de la máquina
- Antes del filtro
- Antes de dilución
- Alejado de las paredes
- Antes de sedimentar
- Procedimiento "Limpio"

En la figura presentada a continuación representa un esquema del recorrido del fluido, en los cuales se identifica la zona activa.



Esquema muestra ubicación de la toma de muestra.

## **Capítulo 4**

### **4.0 Situación actual Departamento Mantenición Predictiva**

Los equipos inspeccionados por el departamento de Mantenición Predictiva, cuentan con un procedimiento de monitoreo continuo de un grupo menor de equipos denominados críticos y otros esporádicos que son de mayor número. Estos equipos son inspeccionados por un personal que realiza rutas de inspección en terreno en forma diaria que les permite abarcar casi todos los equipos que participan en el proceso productivo de la celulosa.

Esta forma de trabajo se lleva implementando desde varios años, en lo cual el tipo de recolector de datos y verificación de el estado de los equipos ha ido innovando considerablemente como también sus valores, permitiendo así analizar mediante espectros a una determinada frecuencia, si existen problemas como por ejemplo: alineamiento, desbalanceo, solturas, daño de pistas en los rodamientos o descansos, como para mencionar algunas.

#### **4.1 Ventajas de la implementación**

Implementar el software OilView junto con el mini laboratorio de análisis de lubricantes ayudaría considerablemente a predecir una falla de impedir que se desarrolle una falla de rodamientos.

En lo siguiente se describe como operarían en conjunto tanto el sistema propuesto con cualidades propias, que juntas van en ayuda y desarrollo de Mantenición industrial dentro de la planta.

En industrias como las generadoras de energía, petroquímicas y celulosas como planta Arauco y Constitución S.A., el análisis de vibración ha sido

históricamente la técnica seleccionada para monitorear la condición de los grandes componentes críticos de equipo rotatorio.

En, posición, las compañías de transporte han confiado en el análisis de aceite para tomar efectivas decisiones de mantenimiento.

Es común en industrias como las de metales primarios, papeleras, etc., el uso de ambas técnicas. Que es lo que se pretende implementar.

En general, el análisis de vibración y el análisis de aceite son las técnicas más eficientes para monitorear la salud de la maquinaria.

Las dos técnicas son aliadas naturales debido a su naturaleza complementaria de sus respectivas fortalezas.

#### **4.1.2 Situación real en planta Arauco (combinación de los dos métodos de análisis).**

Esta planta las dos técnicas raramente son combinadas para formar una efectiva unión.

La actividad típica del análisis de vibración es realizada por el grupo de monitoreo de mantención que corresponde a Mantención Predictiva, mientras que el análisis de aceite lo realiza el equipo de lubricación, que en este caso lo subcontrata empresas Copec S.A. con la obtención de análisis de lubricantes o grasas para algunos equipos caracterizados como críticos, de la gran cantidad de equipos rotatorios existentes en planta Arauco, que son aproximadamente 6000. Con este método se pretende analizar equipos que son denominados críticos y a la vez monitoreados con una mayor frecuencia cuando el personal de mantención presente alguna duda como también aumentar la cantidad de equipos monitoreados y el alcance de análisis.

En este tema se nota un déficit de información, con respecto de la información obtenida por el otro grupo, con lo cual el personal de mantención Predictiva monitorea estos equipos con rutas (análisis de vibraciones), con ello se trata de abarcar a casi todos los equipos en planta, más los equipos estacionarios y ambientes. Se ignora si un equipo de los que son monitoreados en esta ruta,

esta aumentando cualidades de equipo con daños que debiera mostrarlo en el análisis de aceites, sino mas bien, sólo hasta que son presentados por el equipo analizador 2130 (recolector de datos y muestra análisis de vibraciones), ruidos o aumentos de temperaturas, que son cualidades que se podrían complementar si este software OilView se instalase, ayudaría con anticiparse a una posible falla de los equipos o con ello una recomendación al personal operador de estos.

#### **4.2 Modo de analizar aceites lubricantes en planta.**

Este modo de analizar aceite normalmente consiste en el envío ocasional de muestras al laboratorio Copec, para conocer resultados que más parecen de química que de monitoreo de condición.

Esta actividad la realiza empresas Copec SA enviando las muestras a Santiago para su posterior análisis, demorando aproximadamente unas dos semanas en obtener una respuesta. Cada análisis de aceites lubricante tiene valores que fluctúan entre \$12.500 y \$13.500 que han ido en aumento con el pasar del tiempo, entregando información similar a las expuestas por el minilab presentado.

Este método que se lleva a cabo durante el año, el análisis de aceite es utilizado para programar los cambios de aceite mientras que las recomendaciones acerca de las condiciones del equipo son proporcionadas principalmente por el análisis de vibración.

Con esto el personal no se involucra más allá, de la preocupación de estado de los equipos, sino sólo de reponer aceites a estos, que corresponde al personal de lubricadores de la planta.

Este procedimiento de monitoreo se puede implementar conjuntamente. Así se puede. Combinar el análisis de aceite con el análisis de vibración en un solo "Grupo Eficaz".

- Ejemplo de innovar

En un estudio en empresas europeas que muestra la implementación conjunta de los sistemas de monitoreo, encontraron que el análisis de aceite fue responsable de la detección del 40% de los defectos, el análisis de vibración por el 33% y entre ambas técnicas el 27% restante de los defectos detectados. La pérdida de eficiencia de cada tecnología, reduce su resolución de detección y su habilidad para controlar las causas de falla de la maquinaria.

En una investigación efectuada en la Universidad de Monash, en Melbourne Australia, la correlación entre el análisis de aceite y el análisis de vibración demostró ser generalmente buena.

Sin embargo, hay casos donde una técnica indica una falla, mientras que la otra indica que no hay cambio o incluso un resultado contradictorio. Por ejemplo, en aplicaciones en las que el desgaste deslizante es prevalente, uno puede detectar incremento en la generación de desgaste y una disminución de los niveles de vibración. Esto es causado por lo que los investigadores han llamado un efecto de "lapeado".

Esencialmente, el desgaste deslizante pule suavemente la superficie, reduciendo las vibraciones en general hasta el punto en el cuál hay demasiado espacio y se induce la vibración mecánica (se logra soldadura). El efecto es intensificado por la presencia de polvos o partículas abrasivas.

Inversamente por que los investigadores Australianos encontraron que el análisis de vibración, identifica muy eficientemente la presencia de un diente fracturado en un engrane, pero por el tamaño tan grande de las rebabas generadas, el análisis de partículas de desgaste es inefectivo.

Las rebabas se precipitan hasta el fondo del tanque y nunca podrán ser recogidas en una muestra de aceite hasta que se oxidan y se disuelven en el aceite, en un proceso que puede durar meses.



Los investigadores Australianos concluyeron que ambas técnicas son requeridas para un monitoreo efectivo y diagnóstico de la condición de la maquinaria en la planta, debido a que cada técnica evalúa síntomas diferentes y complementarios.

Un ejemplo en el que ambas técnicas son requeridas para resolver efectivamente un problema es el caso de una cajas de engranes, cuando se incrementa la vibración en la frecuencia de contacto de los engranes. La inspección del conteo de partículas y del porcentaje de partículas ferrosas revela incremento en ambas categorías, mejorando la confianza en el diagnóstico de la existencia de problemas. No fue hasta que se median cambios en la tendencia en la viscosidad que la real naturaleza del problema fue detectada.

Se observó una baja en la viscosidad de 220 cst a 40°C a 70 cst a 40°C. Una revisión de la bitácora mostró que el aceite fue cambiado hacía dos semanas. Con toda seguridad, el cambio de aceite fue efectuado con un aceite equivocado, provocando el desgaste y la vibración. Sin la combinación de las tecnologías de monitoreo de condición, la causa de falla no hubiera sido detectada.

## **Capítulo 5**

### **5.0 Ventajas de la utilización de ambos métodos**

En general, podemos obtener las siguientes conclusiones acerca de la combinación del análisis de aceite y el análisis de vibración en la detección y análisis de las fallas en la maquinaria:

1. Ambas técnicas son requeridas para el control de las causas de falla de la maquinaria.
2. Frecuentemente, una técnica sirve como indicador inicial de la falla de la maquinaria mientras que la otra sirve como un indicador de confirmación.
3. El análisis de aceite es generalmente más importante en la detección de fallas en cajas de engranes, sistemas hidráulicos y equipo reciprocante.
4. El análisis de vibración es generalmente más útil en la detección en sistemas de alta velocidad de chumaceras.
5. El análisis de vibración es frecuentemente mejor para localizar el punto de falla dependiendo de la aplicación.
6. El análisis de aceite es frecuentemente más preciso en determinar el mecanismo de desgaste que induce la falla.
7. Ambas técnicas son requeridas para determinar efectivamente la causa de falla.

8. La correlación entre el análisis de aceite y el análisis de vibración es muy buena, pero hay circunstancias contrarias.

- Comentario

El análisis de aceite y el análisis de vibración son aliados naturales en el logro de la confiabilidad de la maquinaria. Estos ofrecen sus fortalezas complementarias en el control de las causas de falla de la maquinaria y en la identificación y comprensión de la naturaleza de las condiciones anormales.

El éxito depende en lograr cambios en las organizaciones para poner el desarrollo del monitoreo de condición y el diagnóstico en manos del personal Mantenimiento Predictiva, con esto se podría entregar las herramientas para llevar a cabo un análisis más completos de los equipos presentes.

Además se lograría un incremento de la confiabilidad de la mantención desarrollada, cabe mencionar que cualquier ayuda o complemento, logra aumentar el rendimiento y disminuye las posibilidades de detener el proceso productivo en celulosa, eliminando costos por fallas que no son despreciables.

### 5.1 Análisis de aceite V/S Análisis de Vibración “Condición de Falla”

En la tabla siguiente se muestra indicaciones para detectar la presencia de una falla y se destaca que método de análisis se debiera realizar para un buen diagnostico.

Problema / Condición	Análisis de aceite	Análisis de vibración	Notas / Comentarios
Inicio de falla de un rodamiento	Buena detección temprana	Detección tardía	Las fallas comunes de rodamientos son detectadas mejor por el análisis de aceite.
Inicio de falla descansos	Buena detección temprana	Detección tardía	Las rebabas serán localizadas por el análisis de aceite antes que haya rozamiento o falta de ajuste.
Desbalance	Buena detección temprana	Buena	El análisis de aceite encontrará el desgaste ocasionado por el desbalance
Agua en aceite	Buena detección temprana	No Aplica	El análisis de vibración se puede utilizar en la fase final de la falla
Problemas de rodamientos engrasados	No aplica	Detección tardía	Algunos laboratorios están haciendo ferrografía y análisis de elementos en grasas

Roturas de flechas	No aplica	Buena	Vibración es el mejor método aquí
Desgaste anormal de engrane	Buena detección temprana	Detección tardía	El análisis de vibración puede identificar los defectos individuales de los engranes. El análisis de aceite detecta desgaste anormal
Desalineamiento	Detección tardía	Detección temprana buena a marginal	Algunos problemas de Desalineamiento son difíciles de detectar con vibración. El análisis de aceite detecta el desgaste del Desalineamiento
Análisis de causa de falla	Fuerte	Fuerte	Mejor cuando ambos trabajan juntos
Altas concentraciones de partículas en el aceite	Fuerte, detección temprana	No aplica	El desgaste abrasivo es una causa central de falla de maquinaria
Resonancia	No aplica	Fuerte	El programa de vibración es muy bueno aquí. Eventualmente las rebabas de desgaste las detectará el análisis de aceite.
Oxidación del aceite o degradación de	Fuerte	No Aplica	Muy eficaz detección con el análisis de aceite

aditivos			
Uso del aceite erróneo	Fuerte	No Aplica	Detección eficiente por análisis de aceite.

- Comentario

Los instrumentos de análisis en el software OilView ayudan al usuario en el diagnóstico de aceites lubricantes y máquinas con problemas de desgaste. Estos procedimientos que a continuación se detallan, se han obtenido de a la preocupación por remediar la falla inesperada de equipos que en cuestión afectan el proceso productivo de la empresa.

Cabe señalar que debido a lo complejo de los problemas, no se puede responsabilizar que el software OilView resuelva todos los problemas encontrados, esto va a depender del ambiente que rodea al equipo, modo de operar, como también como son llevadas las recomendaciones del fabricante y no menor las características del personal a cargo.

En esta planta Arauco se estudia equipos rotatorios caracterizados como críticos desde el punto de vista productivo, de grandes valores en su reparación y suspensiones de uso, afectan la línea productiva.

- Recomendación

Los resultados que sean cuestionables podrán ser enviados a un laboratorio de análisis de aceites para obtener un análisis detallado. Esto va a depender

de la importancia en el proceso en la industria el equipo estudiado, para ampliar su vida útil con un rendimiento adecuado.

Los resultados tendrán que ser considerados únicamente como información y tendrán que ser tomado en cuenta por el personal de mantenimiento responsable para las acciones a realizar en el mantenimiento de los equipos. Esta empresa que proporciona el equipo, Emerson Process Management, S.A. de C.V. no acepta ninguna responsabilidad por las acciones ejecutadas u omitidas por el uso. Así esta tecnología que se pretende adquirir debiera ser utilizado de manera correcta y orientar al personal a cargo al uso adecuado.

El personal de este equipo es responsable de su seguridad así como de la maquinaria y equipo. El personal debe consultar a su departamento de seguridad industrial para el manejo de líquidos peligrosos así como recomendar los métodos más adecuados para el manejo de materiales volátiles y explosivos así como de los lubricantes. En este procedimiento se debe otorgar un ambiente propicio para la ejecución de los análisis.

## **Capítulo 6**

### **6.0 Descripción y utilización Analizador Trivector 5200 Minilab.**

El Analizador Trivector modelo 5200 es un completo minilaboratorio. Este sistema cuenta con un puerto de conteo de partículas y un puerto para analizar el desgaste de los elementos de la maquinaria todo contemplado en una unidad dando la facilidad de operarlo en un laboratorio o en terreno. Cuenta con una balanza electrónica para determinar la medida de la dilución de las muestras de aceite.

El compartimiento derecho (la prueba 1) se utiliza para medir el dieléctrico del aceite y, con la ayuda de un aceite de referencia obtener el índice químico. El compartimiento de centro (la prueba 2) se utiliza para medir la contaminación y los índices ferrosos de una muestra diluida de aceite, y el arreglo de la torre (la prueba 3) es el contador de partículas. El compartimiento mecánico en el panel delantero es un porta filtros que trabaja conjuntamente con el aceite diluido este captura las partículas ferrosas y no ferrosas que pudiera tener el aceite a analizar, trabaja en conjunto con la prueba 2.

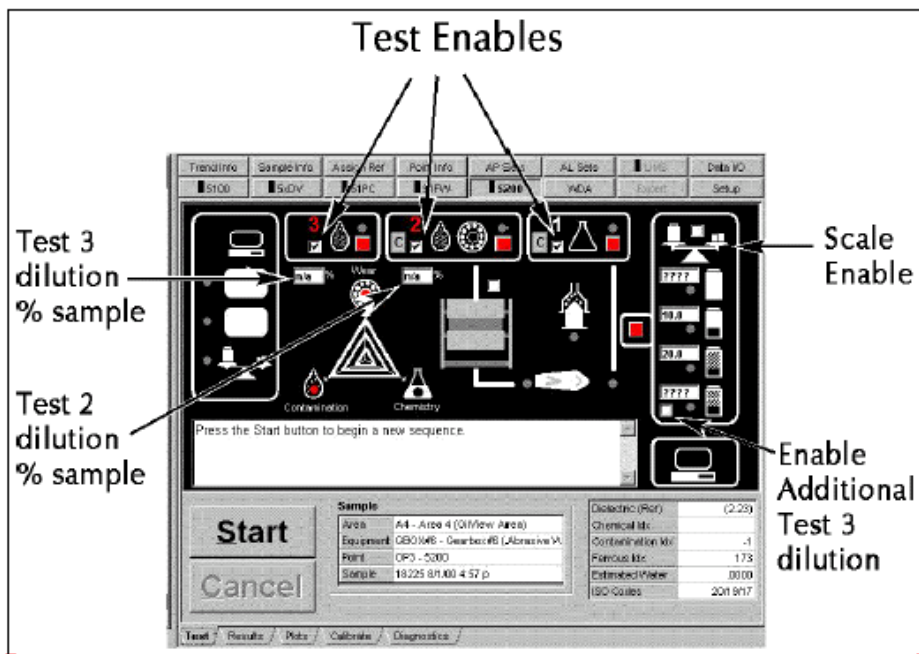


## 6.1 Descripción del Minilab



El panel delantero del instrumento esta duplicado en una pantalla del software, el instrumento puede ser operado desde el software por medio de la interfase hacia la computadora o manualmente en el instrumento.

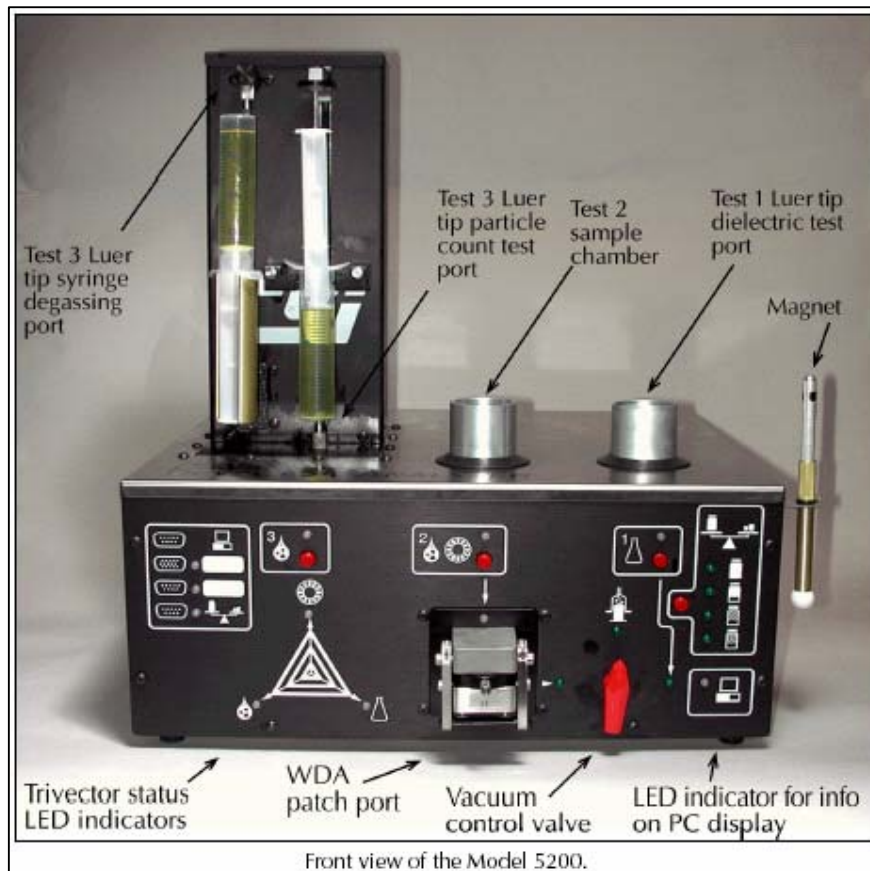
El análisis se divide en tres pruebas. Prueba 1 medida del dieléctrico del aceite usado, prueba 2 la contaminación y los índices ferrosos, y la prueba 3 conteo de partículas. Además, el aceite diluido del compartimiento de la prueba 2 se puede filtrar a través del porta filtros para capturar las partículas contaminantes.



El panel delantero tiene una serie de LED coloreados que se utilizan para indicar el estado de cada prueba. En general, un LED que destella indica la acción siguiente que usted debe tomar. Los cuatro botones de color rojo se utilizan para controlar las secuencias de las pruebas y el control de la balanza electrónica. Se asocian a estos botones cuatro recuadros blancos que se utilizan para comprobar la prueba o la balanza. Esto le permite seleccionar que pruebas realizar para una muestra de aceite en particular.

El estado de Trivector de la muestra de aceite también se exhibe en LED rojos, amarillos y verdes en el panel delantero.

La válvula de control del vacío se utiliza para dirigir el vacío de la bomba de vacío accionada por el al compartimiento apropiado para la limpieza o la desgasificación. Los LED indicarán la posición para esta válvula.



-Recomendación antes de Iniciar.

El equipo debe ser conectado a una computadora para poder ser operado y controlar las secuencias y los resultados de las pruebas. El equipo viene provisto de unos accesorios como recipiente de recolección de residuos, la bomba de vacío, cables y conectores, tubería y demás aditamentos que deben ser conectados al equipo antes de ser operado.

-Cable de Conexión.

Refiriéndonos a la ilustración de la vista posterior del analizador para todas las conexiones de cable. El analizador 5200 se comunica con una computadora

usando un conector de 9-pines estándar, el cable serial para la comunicación es RS232 incluido.

- Precauciones:

Antes de hacer cualquier conexión a la toma de corriente asegúrese de que el equipo esté totalmente apagado accionado el interruptor en la posición apagado del panel trasero del equipo.

El puerto de comunicación para el 5xDV es un conector estándar de 15-pines. Este

Conector arroja una salida de alta densidad que proporciona energía y comunicaciones seriales. Tenga cuidado al insertar el conector de 15-pines en este puerto ya que es posible que usted lo intente conectar al revés, esto puede dañar el cable y el conector del puerto. Cerciórese de que siempre esté apagado el equipo antes de conectar este cable.

-Setup Del Software

Después de verificar las conexiones de los cables, vaya a la pantalla del software de los puertos de Setup/Comm y configure los puertos como lo indique el instructor.

-Sistema del Contenedor de Residuos

El sistema del recipiente para residuos proporciona los medios para que automáticamente elimine los residuos de los aceites analizados y limpiar el analizador 5200 después de cada prueba. La bomba de vacío se utiliza para limpiar los sensores de la prueba 1 y de la prueba 2. También proporciona la desgasificación de las burbujas de aire de la jeringuilla para la prueba 3. La línea del vacío no está conectada directamente con el puerto de la muestra de la prueba 3. Este puerto puede ser limpiado con un chorro de agua arrojado

manualmente con una jeringuilla en el puerto de la muestra. La prueba 3 utiliza una línea de drene directa en el recipiente para residuos.

-Advertencia:

La bomba de vacío no es a prueba de explosión. No debe ser utilizada en la presencia de líquidos inflamables o de gases. Se requiere una ventilación adecuada.

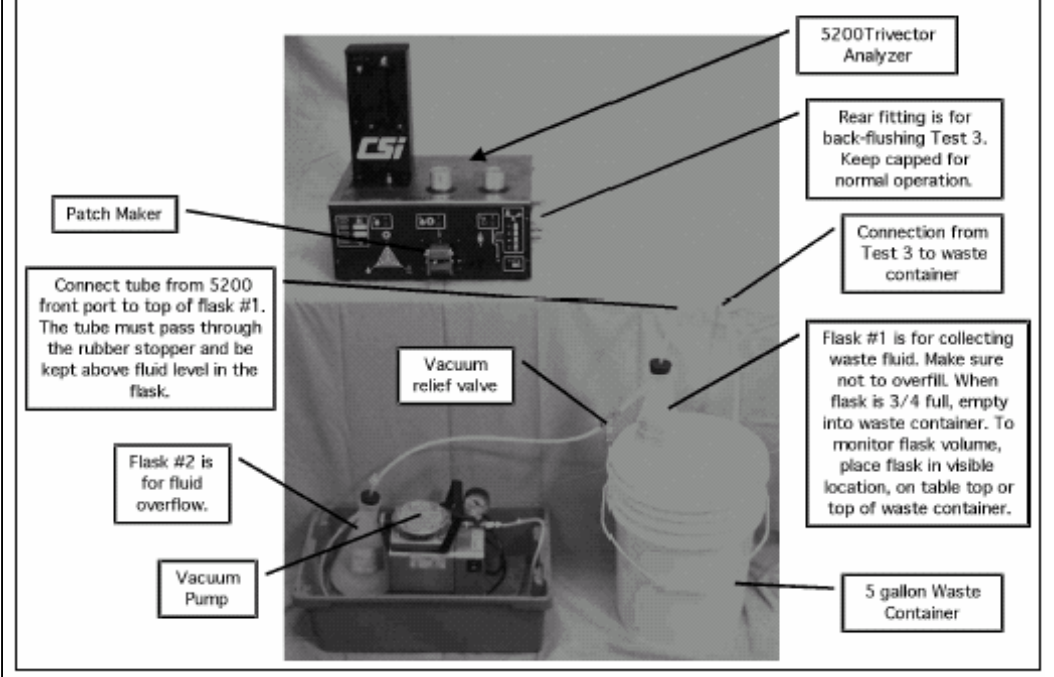
-Válvula de Descarga de Vacío

Una vez que la bomba de vacío ha iniciado su operación ésta presurizará el sistema completamente, incluso después de que la bomba deje de trabajar. El vacío se inyecta lentamente en los puertos del analizador. Esta inyección de vacío tarda varios segundos, en algunos casos el vacío puede necesitar ser desviado rápidamente dependiendo de la siguiente operación a realizar, por ejemplo, cuando está corriendo la prueba 1 no se debe aplicar vacío ya que se introducirían burbujas de aire que alterarían la prueba, cuando esto sucede por accidente la válvula se gira rápidamente para evitar este problema.

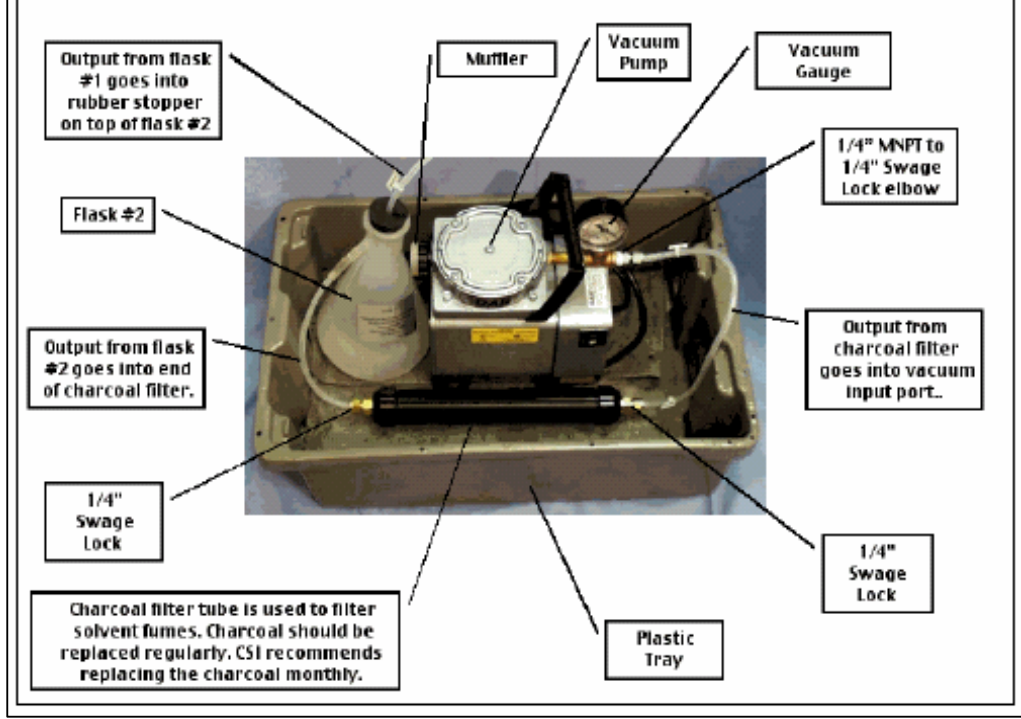
-nota

La bomba de vacío no trabajara cuando el sistema está llevando a cabo ya un vacío. Si se presiona el pedal de la bomba, y la bomba no funciona, entonces el sistema está presurizado, el vacío adicional de la bomba no debe ser enviado hasta que se expulse el vacío en proceso.

### 5200 Waste Container Assembly Diagram



### 5200 Waste Container Vacuum Pump Assembly Diagram



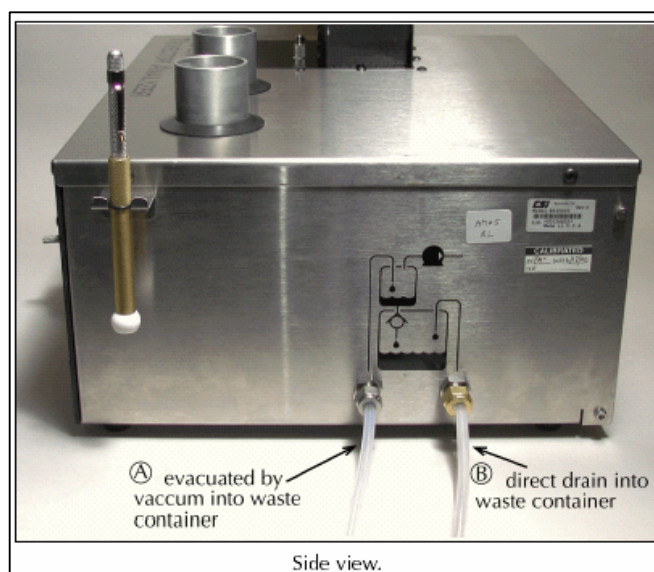
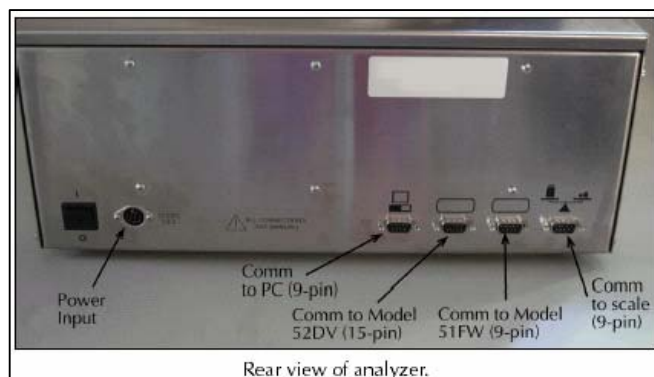


## 6.2 Puesta en marcha del Hardware / software

Encienda el analizador usando el interruptor de la parte posterior. Cuando el analizador está encendido debe sonar una señal sonora inicial, se detiene brevemente, y después suenan dos señales sonoras más. Se debe esperar a oír los sonidos antes de arrancar el software, porque el software debe leer los datos de calibración y los ajustes de la configuración del hardware. El software exhibirá un mensaje de inicialización por aproximadamente 25 segundos mientras se están leyendo los datos.

-Nota

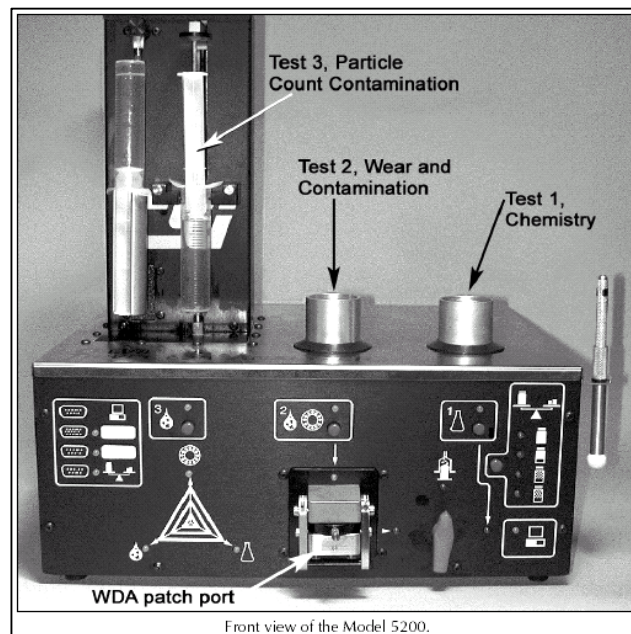
Cualquier error en las comunicaciones debe ser resuelto antes de usar el instrumento.



A continuación se detalla el proceso de prueba del equipo e interpretación de los resultados.

### 6.3 Procedimiento de Pruebas

El analizador Trivector 5200 tiene una operación simple de pasos, 1-2-3 para el análisis químico, de la contaminación y del análisis automático del desgaste en un tiempo máximo de 8 minutos. Cuando es apropiado, un cuarto paso se agrega para extraer el filtro del contenedor para el análisis microscópico detallado del desgaste. Los pasos se describen a continuación:



Prueba 1: Químico: llene una jeringa de 10 ml con el aceite sin diluir, inserte la extremidad de la jeringa en el agujero del puerto 1 e inyéctela en el puerto,



presione el botón para correr la prueba. Cuando termine la prueba espera a que en la pantalla diga que tiene que limpiar el puerto haciendo flush para limpiar.

Prueba 2, Desgaste y Contaminación: Vierta la muestra uno a uno, corra la prueba y después cuando lo pida limpie el puerto haciendo flush para limpiar el puerto.

Prueba 3: Contaminación por Conteo de Partículas: llene una jeringa de 30 ml con aceite diluido, desgasifique la muestra para limpiarla de partículas de aire, corra la prueba y al terminar la prueba de salvar para terminar el análisis.

Filtros WDA: típicamente se usan filtros de 3 y 8 micras para capturar las partículas de la prueba 2.

#### **6.4 Muestreo**

Al recoger muestras de aceite para su análisis, llene aproximadamente 2/3 de una botella del aceite usado. Esto será suficiente para correr la prueba del viscosímetro digital y las pruebas en el analizador 5200. No llene la botella totalmente. Las botellas llenas no podrán mezclarse fácilmente. Si usted necesita más aceite para otras pruebas, considere recoger otra muestra en una segunda botella.

#### **6.5 Viscosidad**

Utilice el viscosímetro Digital de OilView para medir la viscosidad de la muestra no diluida del aceite. Haga siempre la prueba de viscosidad en el aceite no diluido antes de las pruebas en el 5200.

## 6.6 Selección del Diluyente

Antes de analizar cualquier muestra de aceite, prueba que el diluyente se disuelve fácilmente con el tipo de aceite a analizar. Para probar esto, agregue las mismas cantidades de aceite y de diluyente a una botella limpia y transparente, sacúdala, y mírelas. Si el líquido se ve claramente en 10 o 15 segundos entonces el diluyente es aceptable para comenzar el análisis. Si la mezcla permanece lechosa, nublada, o separado en capas, no siga, encuentre otro diluyente que se disuelva fácilmente en ese aceite antes de probarlo en el analizador Trivector. La tabla siguiente proporciona una pauta general de la solubilidad para diversos tipos de aceites.

Table 10 - 1. Oil and Solvent Solubility: Y=Yes, N=No

Oil Class	Dielectric	Original Lamp Oil or Kerosene	Ultra Pure Lamp Oil	Original Lam Oil + Fluid B	Toluene	Hexane	Fluid A	Fluid B	Fluid C	
Mineral Oil	2.1 - 2.4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Most industrial lubricants
PAO	2.1 - 2.4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Synthetic Hydrocarbon
Diester	3.4 - 4.3	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Diester
POE + PAG	4.6 - 4.8	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Polyol Ester + Polyalkylene Glycol
PAG	6.6 - 7.3	N	N	N	Y	Y	N	N	N	Polyalkylene Glycol
PhE	6.0 - 7.1	?	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Phosphate Ester

Se debe tener precaución con los diluyentes utilizados en este proceso, ya que el alcohol de tolueno e isopropilo tiene puntos de ignición por debajo de la temperatura ambiente. Requieren una bomba de vacío a prueba de explosión.

### **6.7 Disposición de Prueba del Software**

El software proporciona las instrucciones y los flashes de los LEDS apropiados del hardware para conducir automáticamente al usuario con la secuencia de las pruebas. Sin embargo, antes de presionar la tecla de arranque para comenzar el análisis, compruebe el siguiente:

1- Seleccione la muestra correcta en el árbol de la base de datos. Si la muestra no está allí, agregue la muestra al área, al equipo, y al punto correcto.

2- Las tres pruebas son accionadas normalmente por default. Si alguna prueba no se requiere para el análisis desactívela dejando en blanco el recuadro en la pantalla del software.

3- Cuando diluya alguna muestra usando la balanza compruebe que el checkbox de la balanza esté corriendo. También seleccione la dilución adicional para la prueba 3, la va a necesitar.

4- Presione el botón de start en el software, esto iniciará la secuencia de las pruebas. Después sólo siga las instrucciones y atienda al LED que parpadea.

## **Capítulo 7**

### **7.0 Utilización y Descripción software OilView AMS MHM.**

Software OilView: Este software incluye el software para el análisis de aceites usado en conjunto con el mini laboratorio de CSI, en un laboratorio o ambos. Este manual describe la operación del software OilView, los dispositivos de comunicación con el instrumento y los accesorios del mini laboratorio ya antes mencionado.

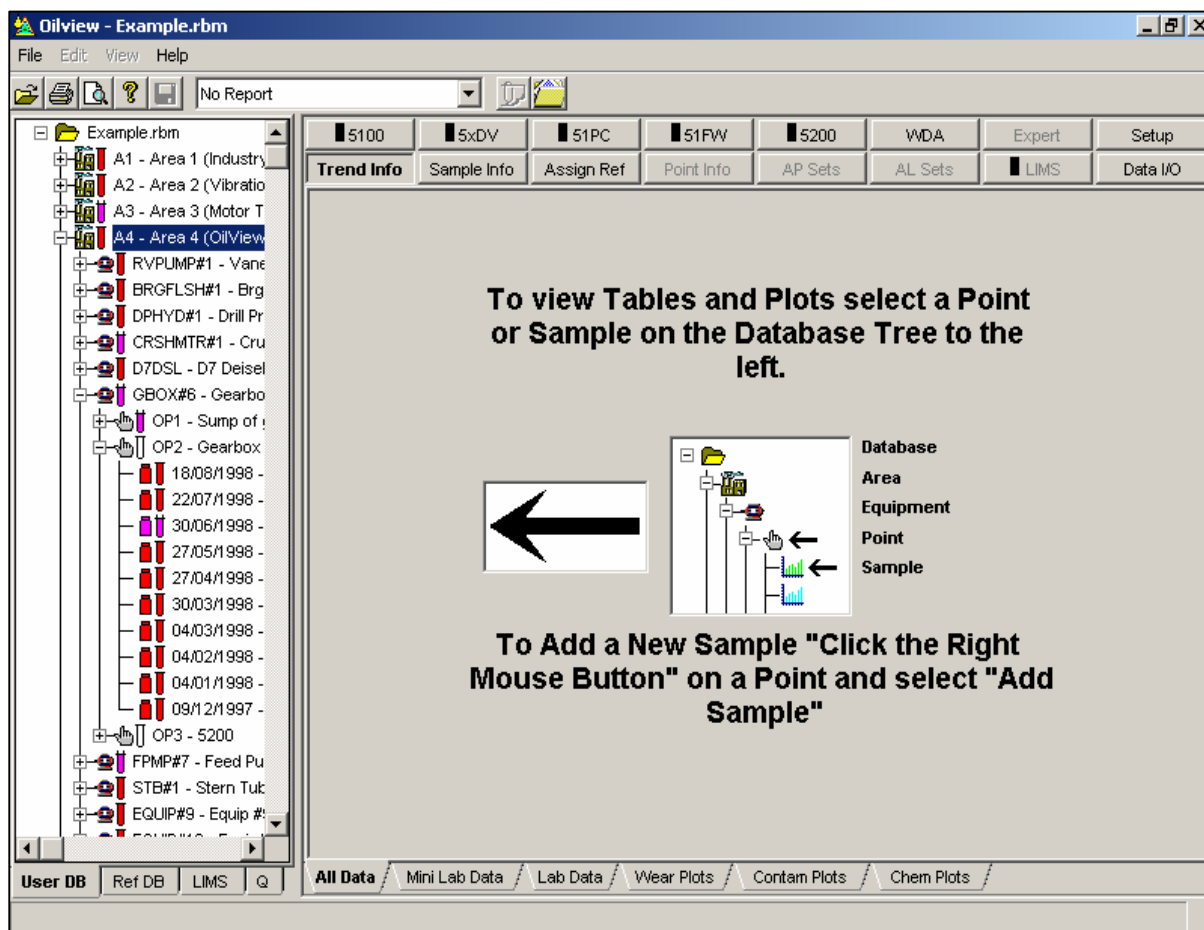
Existen tres tipos de licencias y configuraciones del sistema OilView, Dependiendo cual tipo de licencia tenga el usuario se puede tener una o más de las siguientes configuraciones siguientes:

- Instrumentos del Mini laboratorio.
- Sistema de la gerencia de la información del laboratorio (LIMS, Laboratory Information Management System) y datos de entradas y salidas (I/O).
- Análisis del desgaste.

En este momento y mostrando otra posibilidad de que esta implementación se lleve a cabo en planta aruco se cuenta con la licencia, que permite utilizar el analizador y también adquirir una información en el PC, ambos combinados para su posterior estudio, consiguiendo con ello una herramienta potente y útil en el medio Industrial arrojando un valor agregado al programa ya existente.

## 7.1 Software OilView estructura principal

Esta es la plataforma principal del software, se describen a continuación los comandos que el usuario encontrará cuando participe en el normal entrenamiento del software.

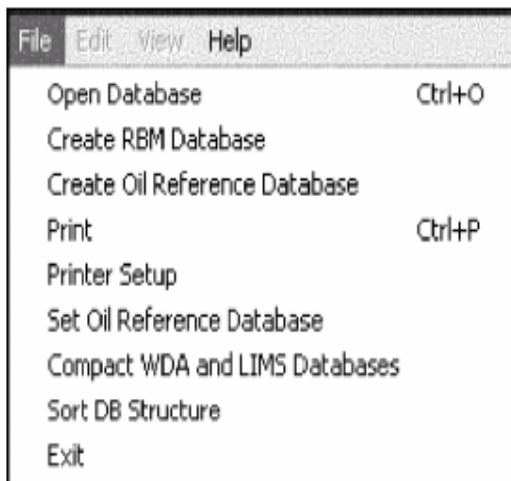


- **Descripción:** Las etiquetas primarias son usadas para seleccionar el grupo de funciones que se desea ejecutar, y las etiquetas secundarias son usadas para seleccionar las opciones en la función seleccionada.

La columna del frente de las etiquetas primarias es la columna activa. Si se hace clic en las etiquetas en la columna siguiente, entonces esta será llevada al frente y entonces esta será la columna activa.

## **Barra de Menús**

- **El menú FILE incluye las funciones siguientes:**



Open Database (Abrir Base de Datos): Cambiar de base de datos.

Create RBM DataBase (Crear Base de Datos): Crear una nueva Base de Datos.

Create Oil Reference Database (Crear Base de Datos de Referencia): Crear una nueva base de datos para aceites de referencia.

Print (imprimir): Imprimir reporte (si esta disponible) para la pantalla actual de datos.

Printer Setup (Opciones de Impresión): Opciones de impresión para la impresión de los reportes.

Set Oil Reference Database (Selección de base de datos de aceites de referencia): Seleccionar la base de datos activa del aceite de referencia.

Compact WDA and LIMS Database (Bases de datos compactas WDA y LIMS): Existen bases de datos que pueden ser muy grandes, la compactación de estas bases reduce su tamaño y hace el acceso más eficiente.

Sort DB Structure (Clasificación de la estructura de la BD): Esto clasifica el árbol principal de la base de datos ordenado alfabéticamente en el código de la clase en cada nivel.

Exit (Salir): Salir del programa Oilview.

- **El menú HELP incluye las funciones siguientes:**

HELP (Ayuda): acceso a la ayuda en línea del sistema.

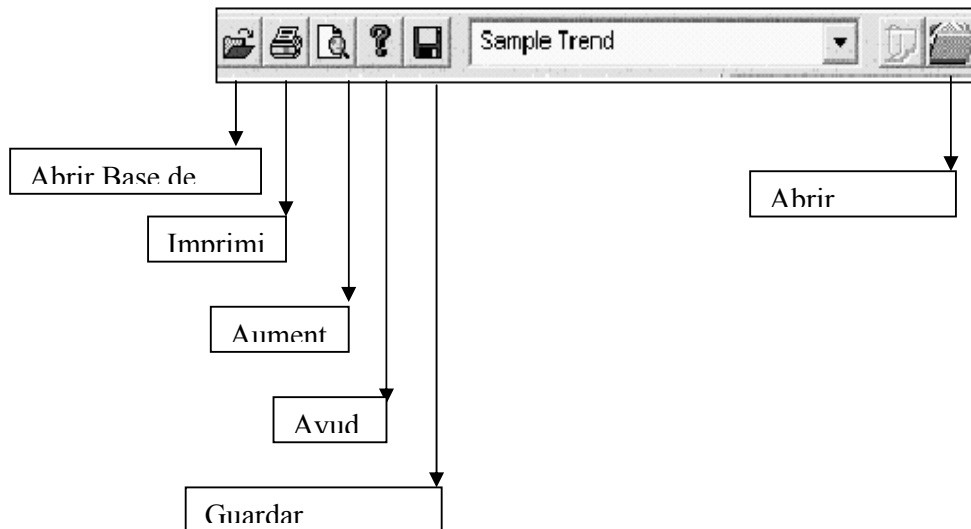
Tutorial (Tutorial): Corre el tutorial en línea.

Print Certification Test (Imprimir Certificado de la prueba): Imprime los certificados de las pruebas del sistema Oilview.

About (Acerca de): Despliega la fecha, número de serie, versión, etc del sistema.

## **Barra de Herramientas**

Los iconos de la barra de herramientas son los siguientes (respectivamente):



Open Database: abrir base de datos.

Print: imprimir.

Print Preview Help: ver el informe anterior actualmente seleccionado.

Save Grid: salvar gráfico a un archivo CSV para importar a hoja de balance.

Report List: seleccionar el reporte a imprimir.

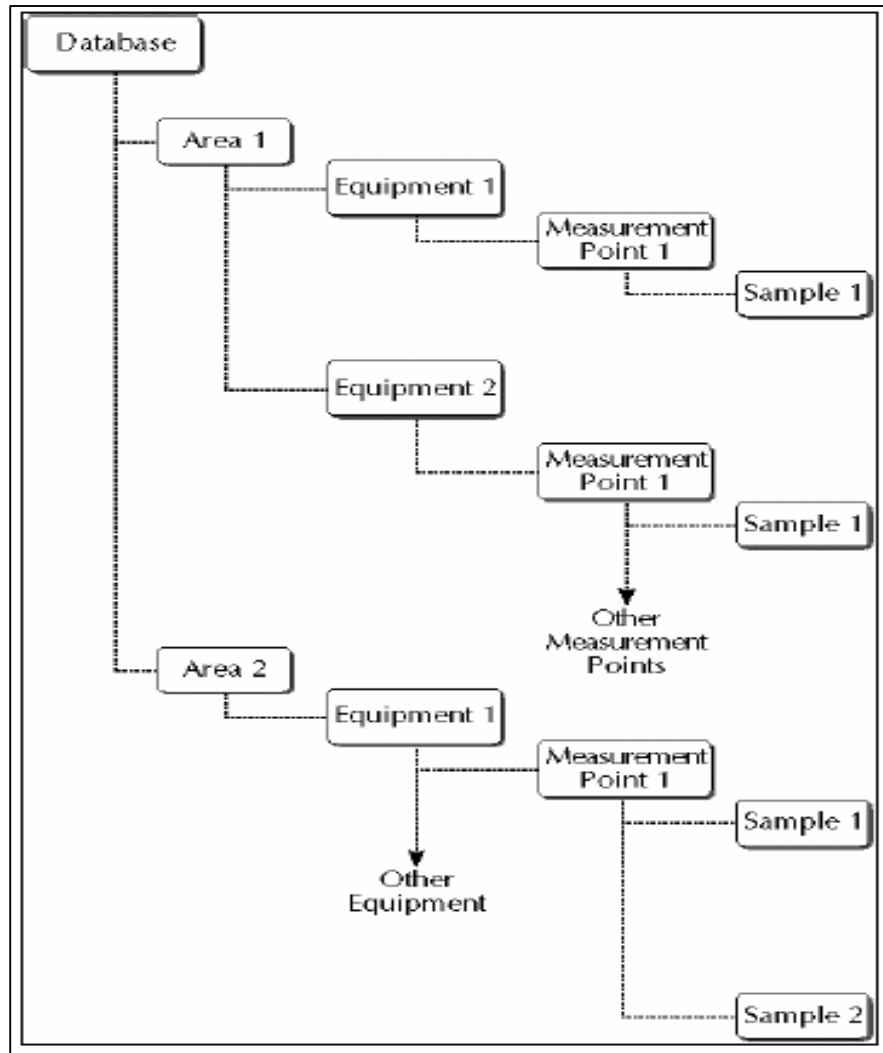
Graphics Save: salvar el gráfico en RBM.

RBMView: abrir RBMView.

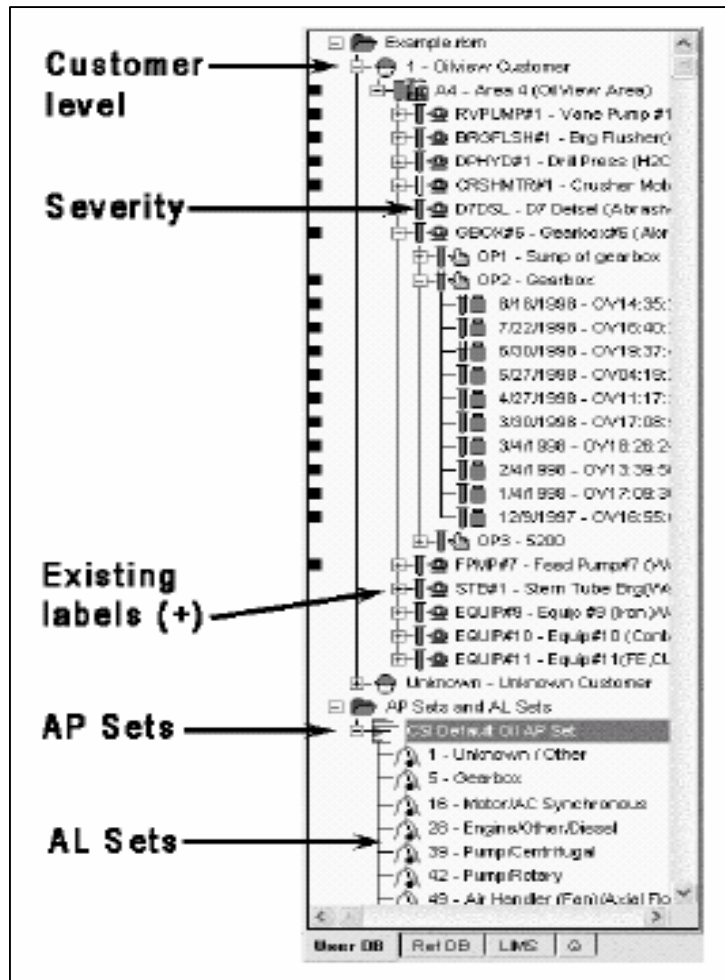


### Árbol de la base de Datos

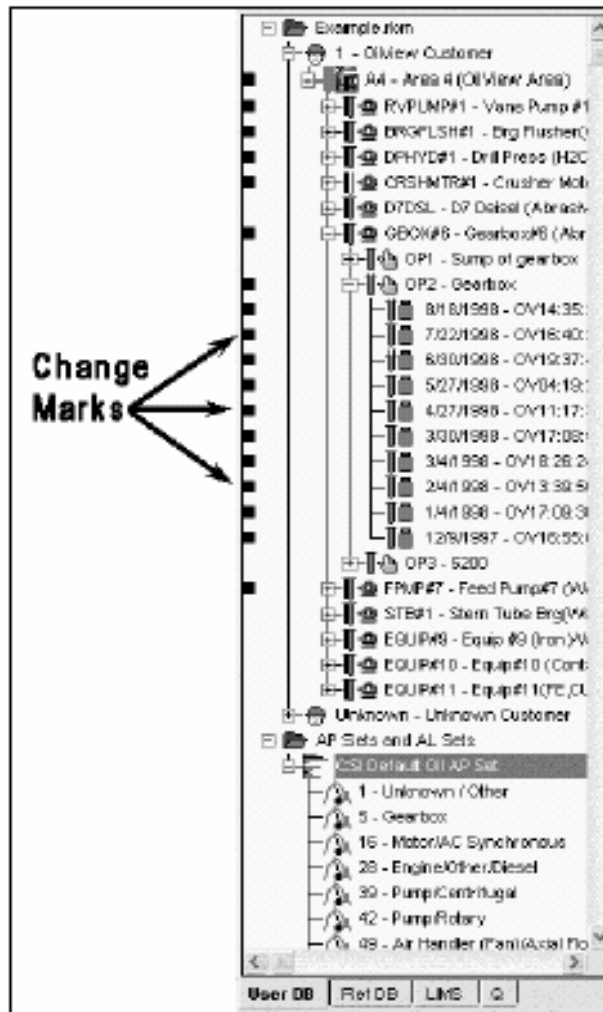
La base de datos OilView es parte de un sistema bases de datos jerárquica usada en todos los módulos del sistema AMS MHM como se muestra a continuación.



Para ver los datos de una muestra de aceite específica, haga clic en los botones abrir / cerrar para desplegar las áreas, los equipos, los puntos de medición y seleccionar a muestra deseada.



Al dar un clic en el símbolo + a la izquierda de cada base de datos ramificada permite que se despliegue. De igual manera, haciendo clic en el símbolo – los datos desplegados se compactan. El color del ícono de la muestra del aceite en el árbol de la base de datos indica el estado de alarma de la muestra. Un ícono rojo indica que por lo menos uno de los parámetros en la muestra asociada está en un estado extremo de alarmas.

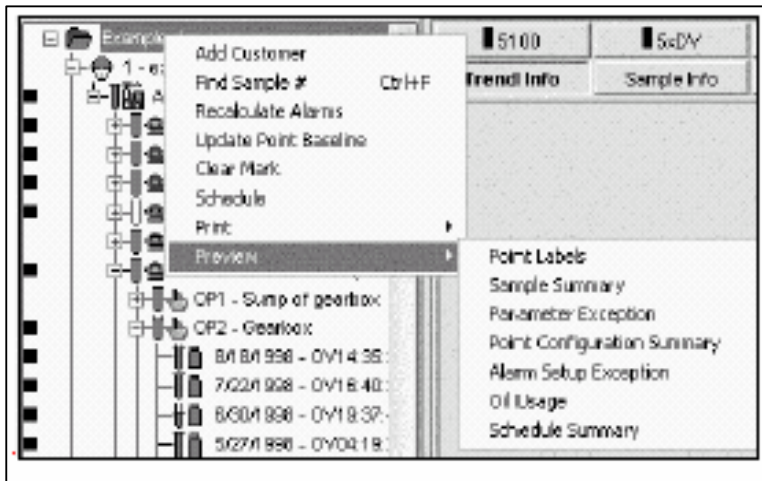


### **Cambiar Marcas**

Siempre y cuando se haya actualizado una muestra de aceite, los lugares del árbol de la base de datos cambian las marcas en el lado izquierdo de la ventana al lado de la muestra y del punto asociado de la muestra, del equipo y del área.

### **Funciones del Botón Derecho del Mouse**

El botón derecho del ratón puede ser usado para realizar las siguientes funciones: Clic derecho en Base de Datos



Add Area (Agregar Área): Permite agregar una nueva área a la Base de Datos.

Find Simple # (Buscar Equipo): Es un buscador para encontrar una muestra.

Recalculate Alarms (Recalcular Alarmas): Si un límite de alarma es modificado, entonces se puede recalcular en las muestras que usen ese límite de alarma.

Update Point Baseline (Actualizar Línea de Referencia): Las alarmas pueden tener una línea de referencia relacionada con la media de cada punto. Esta opción actualiza la línea de referencia para todos los puntos en la base de datos.

Clear Marks (Limpiar Marcas): Limpia todas las marcas de cambio de los equipos, puntos de medición, y las muestras de aceite en todas las áreas.

Schedule (Calendario): Calendariza las muestras para cada punto en la base de datos.

Print/Preview (Imprimir / inspección Previa)

Point Labels (Poner Etiquetas): Crea etiquetas para botellas para la base de datos completa.

Sample Summary (Resumen de Muestras): Es un reporte resumido de las muestras en toda la base de datos.

Parameter Exception (Excepción de Parámetros): Este reporte ha sido personalizado para los datos de aceite dando más información detallada.

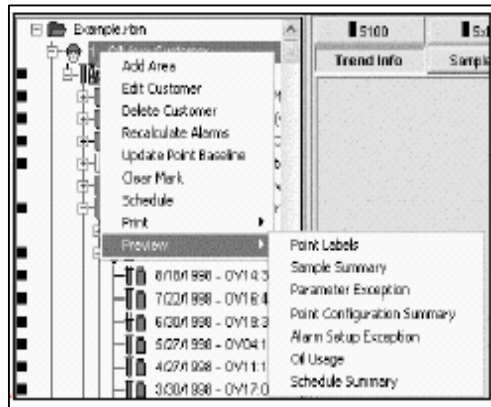
Point Configuration Summary (Resumen de Configuración de Punto): Este reporte verifica que la configuración del punto sea correcta.

Alarm Setup Exception (Configuración de Alarmas de Excepción): Una vez que el punto ha sido correctamente configurado, entonces este reporte es usado para verificar que las alarmas hayan sido aplicadas correctamente a la muestra.

Oil Usage (Uso de Aceite): Es un reporte que muestra el consumo de aceite por punto y por tipo de aceite.

Schedule Summary (Resumen de Calendario): Es un reporte que presenta el calendario de muestreo para un año.

- Clic derecho en Área



Add Equipment (Agregar Equipo): Le permite agregar un equipo en el área actual.

Edit Area (Editar Area): Esta opción permite cambiar el número de identificación (ID) o el nombre del área seleccionada.

Delete Area (Eliminar Area): Permite eliminar un área provista únicamente de puntos de aceite en esta área. Si los puntos tienen otra tecnología, entonces la única forma para borrar el área es usando el programa Utility.

Recalculate Alarms (Recalcular Alarmas): Si un límite de alarma es modificado, entonces se puede recalcular en las muestras que usen ese límite de alarma.

Update Point Baseline (Actualizar Línea de Referencia): Las alarmas pueden tener una línea de referencia relacionada con la media de cada punto. Esta opción actualiza la línea de referencia para todos los puntos en la base de datos.

Clear Marks (Limpiar Marcas): Limpia todas las marcas de cambio de cada equipo, punto de medición y muestras de aceite en el Area seleccionada.

Schedule (Calendario): Calendariza las muestras para cada punto en la base de datos.

Set Report Language (Ajuste de Lenguaje de Reporte): Esta opción ajusta el lenguaje para reportar todos los puntos.

Print/Preview (Imprimir / inspección Previa)

Point Labels (Poner Etiquetas): Crea etiquetas para botellas para la base de datos completa.

Sample Summary (Resumen de Muestras): Es un reporte resumido de las muestras en toda la base de datos.

Parameter Exception (Excepción de Parámetros): Este reporte ha sido personalizado para los datos de aceite dando más información detallada.

Point Configuration Summary (Resumen de Configuración de Punto): Este reporte verifica que la configuración del punto sea correcta.

Alarm Setup Exception (Configuración de Alarmas de Excepción): Una vez que el punto ha sido correctamente configurado, entonces este reporte es usado para verificar que las alarmas hayan sido aplicadas correctamente a la muestra.

Oil Usage (Uso de Aceite): Es un reporte que muestra el consumo de aceite por punto y por tipo de aceite.

Schedule Summary (Resumen de Calendario): Es un reporte que presenta el calendario de muestreo para un año.

**Detalles de Alarmas**

Alarm Details

AREA: 04 - Area 4 [New Area]

EQUIPMENT:

MEASUREMENT POINT:

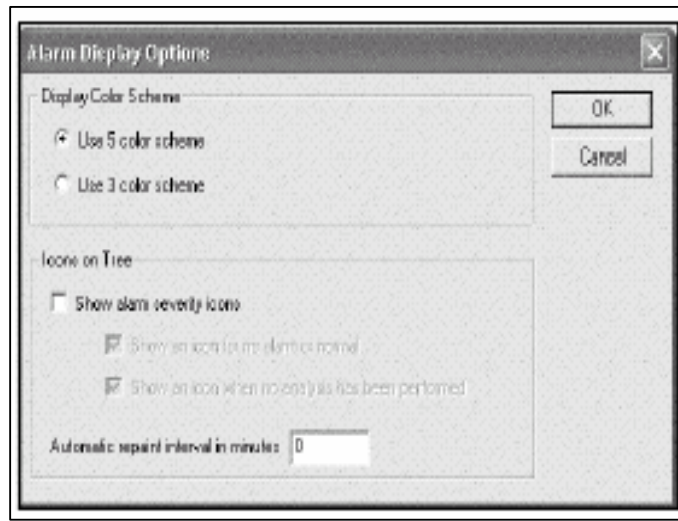
Technology	Analysis Type	Severity	Type
Periodic Vibration	Parameter	U	Not Set
Periodic Vibration	Envelope	U	Not Set
Periodic Vibration	Spectr Fault Analysis	U	Not Set
Motor	Flux Rotorbar	U	Not Set
Motor	Current Rotorbar	U	Not Set
Motor	Flux Stator	U	Not Set
Motor	Thermal	U	Not Set
Motor	Shaft Current Voltage	U	Not Set
Motor	Current Imbalance	U	Not Set
Motor	Parameter	U	Not Set
Tribology (Oil)	Tribology	100	Derived
Thermography (IR)	Parameter	U	Not Set
Thermography (IR)	Fault Analysis	U	Not Set
Ultrasonic	Ultrasonic	U	Not Set
Corrective Alignment	Alignment	U	Not Set
Corrective Balance	Balance	U	Not Set
Corrective QC	QC	U	Not Set
Corrective Analyze	Analyze	U	Not Set
Corrective Motor	Motor	U	Not Set
Online Vibration	Parameter	U	Not Set
Online Vibration	Gross Scan RMS	U	Not Set
Online Vibration	Gross Scan DC	U	Not Set
Online Vibration	Other	U	Not Set

Buttons: Close, View Alarm, Set Up, Clear Alarm

Show Analysis Types Per Technology    
  Use Alarm Tree Technology Filters



- **Opciones de Alarmas**



Display Color Scheme (Desplegar Color de Esquema): Seleccione entre 3 o 5 niveles de color. El valor por default es 5.

Show Alarm severity icons (Mostrar Iconos de Severidad de Alarma): Seleccione entre habilitar o deshabilitar. Por default esta habilitado.

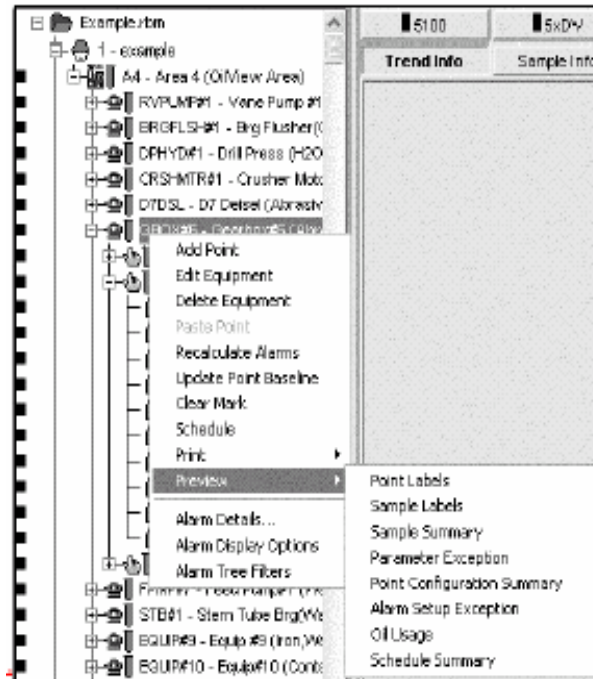
Show an icon for no alarm or normal (Mostrar icono de No Alarma o Normal): Seleccione para mostrar u ocultar el icono "No Alarm".

Show an icon when no analysis has been performed (Mostrar un icono cuando no se haya ejecutado un análisis): Seleccione para mostrar u ocultar el icono "Not Set".

Automatic repaint interval in minutes (Intervalo automático de actualización en minutos): Esta característica es usada en instalaciones de red (WAN / LAN). Esto controla la frecuencia con la que los iconos de la base de datos serán actualizados para lectura en la base de datos. Esto permite que los cambios

hechos por un usuario sean vistos en la PC de otro usuario sin la necesidad de que el segundo usuario tenga que cerrar y correr el programa AMS MHM.

### Clic derecho en Equipo



**Add Point (Agregar Punto):** Permite agregar un nuevo punto de medición para el equipo actual.

**Edit Equipment (Edición de Equipo):** Permite cambiar el número de identificación (ID) o el nombre del equipo seleccionado.

**Delete Equipment (Eliminar Equipo):** Permite eliminar un equipo provisto únicamente de puntos de aceite en este equipo. Si el equipo tiene otra tecnología, entonces la única forma para borrar el equipo es usando el programa Utility.

Paste Point (Pegar Punto): Esta opción es usada para pegar un punto que previamente fue copiado.

Clear Marks (Limpiar Marcas): Limpia todas las marcas de cambio de cada Punto del equipo seleccionado.

Schedule (Calendario): Calendariza las muestras para cada punto en la base de datos.

Print/Preview (Imprimir / inspección Previa)

Point Labels (Poner Etiquetas): Crea etiquetas para botellas para la base de datos completa.

Sample Summary (Resumen de Muestras): Es un reporte resumido de las muestras en toda la base de datos.

Parameter Exception (Excepción de Parámetros): Este reporte ha sido personalizado para los datos de aceite dando más información detallada.

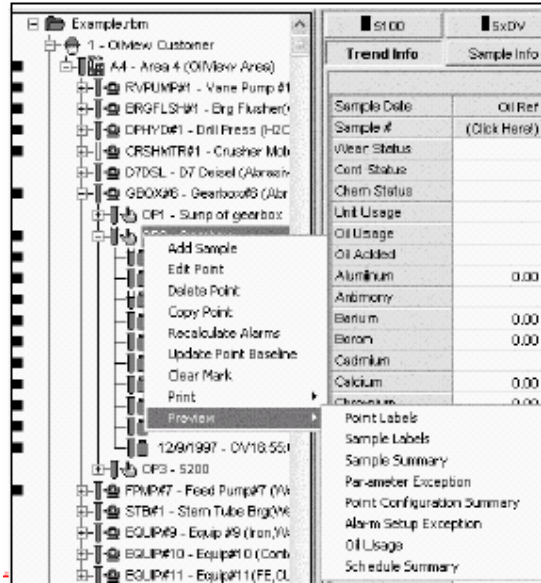
Point Configuration Summary (Resumen de Configuración de Punto): Este reporte verifica que la configuración del punto sea correcta.

Alarm Setup Exception (Configuración de Alarmas de Excepción): Una vez que el punto ha sido correctamente configurado, entonces este reporte es usado para verificar que las alarmas hayan sido aplicadas correctamente a la muestra.

Oil Usage (Uso de Aceite): Es un reporte que muestra el consumo de aceite por punto y por tipo de aceite.

Schedule Summary (Resumen de Calendario): Es un reporte que presenta el calendario de muestreo para un año.

## Clic en el Punto de Medición



**Add Sample (Agregar Muestra):** Permite agregar una nueva muestra al actual punto de medición.

**Edit Point (Editar Punto):** Permite editar el punto seleccionado.

**Delete Point (Eliminar Punto):** Elimina el punto de medición.

**Copy Point (Copiar Punto):** Permite copiar un punto de medición que será pegado (duplicado) en otro equipo.

**Recalculate Alarms (Recalcular Alarmas):** Si un límite de alarma es modificado, entonces se puede recalcular en las muestras que usen ese límite de alarma.

**Update Point Baseline (Actualizar Línea de Referencia):** Las alarmas pueden tener una línea de referencia relacionada con la media de cada punto. Esta opción actualiza la línea de referencia para todos los puntos en la base de datos.

Clear Marks (Limpiar Marcas): Limpia todas las marcas de cambio de todas las muestras en el punto de medición seleccionado.

Print/Preview (Imprimir / inspección Previa)

Point Labels (Poner Etiquetas): Crea etiquetas para botellas para la base de datos completa.

Sample Summary (Resumen de Muestras): Es un reporte resumido de las muestras en toda la base de datos.

Parameter Exception (Excepción de Parámetros): Este reporte ha sido personalizado para los datos de aceite dando más información detallada.

Point Configuration Summary (Resumen de Configuración de Punto): Este reporte verifica que la configuración del punto sea correcta.

Alarm Setup Exception (Configuración de Alarmas de Excepción): Una vez que el punto ha sido correctamente configurado, entonces este reporte es usado para verificar que las alarmas hayan sido aplicadas correctamente a la muestra.

Oil Usage (Uso de Aceite): Es un reporte que muestra el consumo de aceite por punto y por tipo de aceite.

Schedule Summary (Resumen de Calendario): Es un reporte que presenta el calendario de muestreo para un año.

La opción de agregar muestra simple despliega una ventana en la cual usted pueda incorporar los datos y el número de muestra. Usted también tiene la oportunidad de registrar las observaciones y los datos de la muestra.

## Clic en Muestra

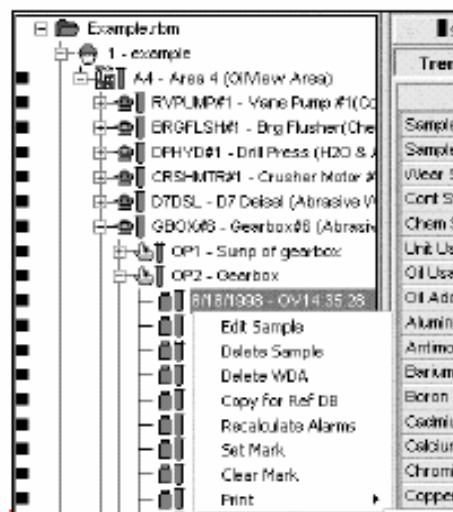
**Add Sample**

Sample Date: 12/20/2001 8:17:50 A

Sample #: (Auto #)

Unit Usage (Unknown)	
Oil Usage (Unknown)	
Oil Added (Unknown)	
Oil has visible metal particles?	Unknown
Oil has visible non-metal particles?	Unknown
Oil has visible Process Materials?	Unknown
Oil has visible fibers?	Unknown
Water separated in sample?	Unknown
Oil appears milky from water?	Unknown
Oil has visible varnish or sludge?	Unknown
Oil has gotten darker in color?	Unknown
Oil smells like ammonia?	Unknown
Oil has process odor?	Unknown
Oil smells burned?	Unknown
Oil has unusual color?	Unknown
Is the machine out of service?	Unknown
Was the oil changed?	Unknown
Was oil added?	Unknown
Was the oil filter changed?	Unknown
Was the oil filtered?	Unknown
Was the machine overhauled?	Unknown

OK Cancel



Edit Sample (Editar Muestra): Permite hacer cambios de fecha y/o número de muestra.

Delete Sample (Eliminar Muestra): Permite eliminar la muestra.

Delete WDA (Eliminar WDA): Elimina todas las imágenes de análisis de partículas asociadas con esta muestra.

Copy for Ref DB (Copiar a BD de Referencia): Permite copiar una muestra de aceite de la Base de Datos del Usuario a la Base de Datos de Referencia.

Recalculate Alarms (Recalcular Alarmas): Permite recalcular la condición de alarma.

Set Mark (Colocar Marca): Coloca marcas de cambio en este punto únicamente.

Clear Mark (Limpiar Marca): Limpia la marca de cambio sólo de la muestra de aceite.

Print/Preview (Imprimir / inspección Previa)

Point Labels (Poner Etiquetas): Crea etiquetas para botellas para la base de datos completa.

Sample Summary (Resumen de Muestras): Es un reporte resumido de las muestras en toda la base de datos.

Parameter Exception (Excepción de Parámetros): Este reporte ha sido personalizado para los datos de aceite dando más información detallada.

Point Configuration Summary (Resumen de Configuración de Punto): Este reporte verifica que la configuración del punto sea correcta.

Alarm Setup Exception (Configuración de Alarmas de Excepción): Una vez que el punto ha sido correctamente configurado, entonces este reporte es usado para verificar que las alarmas hayan sido aplicadas correctamente a la muestra.

Oil Usage (Uso de Aceite): Es un reporte que muestra el consumo de aceite por punto y por tipo de aceite.

Schedule Summary (Resumen de Calendario): Es un reporte que presenta el calendario de muestreo para un año.

- **Arrastre de una Muestra**



Los datos de la muestra se pueden arrastrar a otro punto u otro punto a otra muestra. Primero, seleccione y sostenga el botón izquierdo del ratón en la muestra. Después, mueva los datos a donde lo desee y suelte el botón.

-Nota

Si la muestra es movida a un punto no deseado, la muestra será agregada al punto. Sin embargo, si la muestra es movida en otra muestra, los datos serán cambiados.

- **Copiar para la base de datos de referencia**

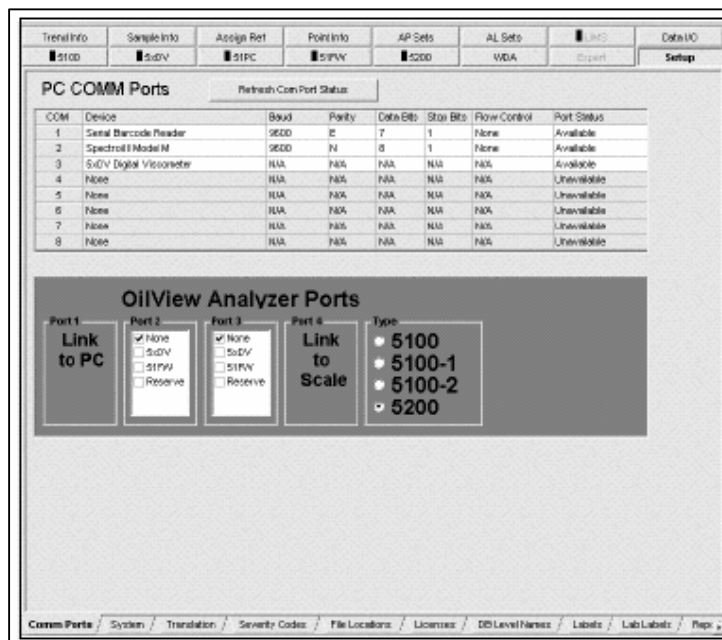
Esto permite al usuario copiar una muestra de aceite de la base de datos del usuario en la base de datos de referencia de aceite. Seleccione la muestra, después arrastre con el ratón, y suelte en la base de datos de referencia en el lugar elegido.

- **Puertos de comunicación**

Esta función es específica para los accesorios de sistema OilView que serán usados con este software, y asignar el Analizador 5200 a la computadora y conectarlos en los puertos correctos.



Estos implementos adicionales pueden ser mejorados, a medida que se involucra otras necesidades y otras características técnicas, estos equipos adicionales mejoran la calidad de estudio de la muestra, ayudando a otorgar una respuesta de márgenes reducidos.

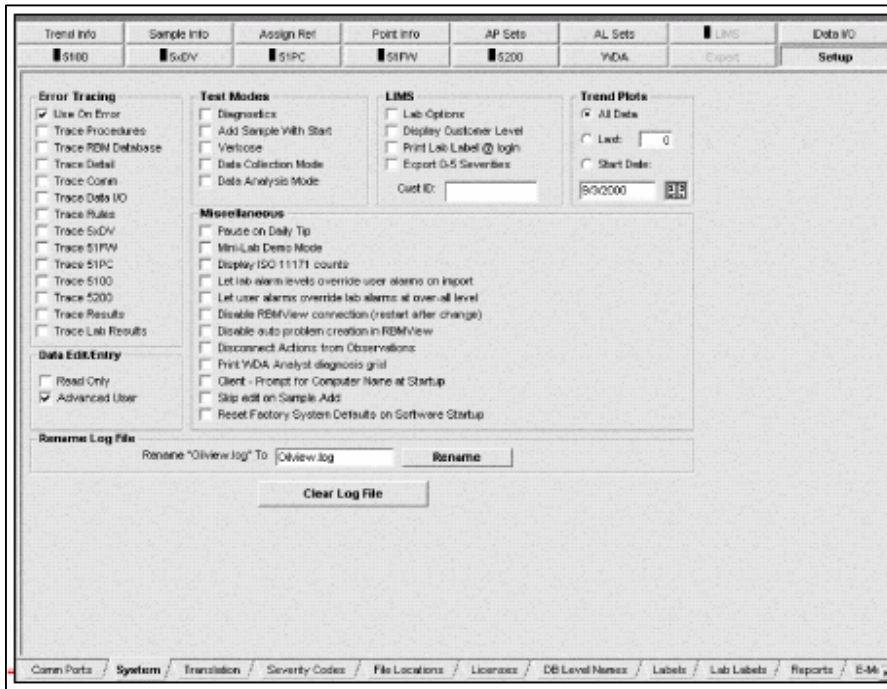


Usted puede observar que hay muchos instrumentos en la lista. Esos instrumentos pueden ser conectados al sistema LIMS para la importación automática de datos. Usted está limitado primero por el número de puertos Com. En su computadora y segundo al número de licencias para enlazar los instrumentos.

### **Sistema**

Esta ventana permite al administrador del sistema agrupar la condición de seguridad de los datos editados y entrada de datos en el software OilView.

Las funciones restantes no son usadas en operaciones normales del software OilView. Estas son herramientas que pueden necesitarse cuando se pida soporte a los ingenieros de servicio de Emerson Process Management, S.A de C.V.



Error Tracing (Señalando Errores): Estas opciones son usadas solo cuando se trabaja con Soporte al Cliente de CSI y estas resolviendo un problema. **Test Modes (Modos de Análisis)**

Add Sample With Start (Agregar una Muestra con Inicio): Cuando un nuevo análisis es iniciado con alguno de los instrumentos del mini laboratorio, automáticamente se te pedirá ingresar un nuevo número de muestra. Cuando este cuadro es marcado, si la muestra ya existe entonces esta es usada; de otra manera, una nueva muestra es añadida.

Diagnostics y Verbose (Diagnostico, Ignorar Aceite de Referencia) son usadas sólo cuando se trabaja con Soporte al Cliente de CSI y se esta resolviendo algún problema.

Data Edit/Entry (Editar/Ingresar Datos): Esta función es usada para cambiar el nivel de seguridad en el software OilView instalado en la computadora.

Read Only (Sólo Lectura): Cuando este cuadro es marcado, el software esta en el modo de “Sólo Lectura” para el usuario. El usuario puede descargar datos en la Base de Datos, y se le permite ver e imprimir gráficas y reportes. Sin embargo, cambios de información y/o datos en la Base de Datos no son permitidos.

Advanced User (Usuario Avanzado): Esta opción coloca al software en el modo de usuario avanzado y permite al administrador del OilView configurar o editar áreas y equipos, puntos de medición y otras informaciones técnicas. Cuando esta opción es seleccionada, las etiquetas primarias que están “grises”, y las cuales no estaban disponibles en el modo “Sólo Lectura” ahora tendrá acceso el usuario.

- Miscellaneous (Misceláneos)

Pause on Daily Tip (Pausa en el Tip Diario): Si usted no tiene tiempo para leer el Tip diario, esta opción hará que el software haga una pausa.

Mini Lab Demo Mode (Modo Demostrativo): Cambia el software a un modo demostrativo por medio del cual la operación del minilab puede ser simulada sin que este conectado.

Display ISO 11171 (Desplegar ISO 11171): Por default el conteo de partículas es desplegado con el estándar ISO 4406. Esta opción habilita el nuevo estándar ISO 11171. Si lo selecciona, los datos anteriores se convierten a este estándar. El analizador 5200 puede calibrarse en cualquiera de los dos estándares.

Let lab alarm levels override user alarms on import (Permitir sobre escribir los límites de alarma en importación de datos): Esta opción se utiliza en la importación de datos.

Disable RBMview Connection (Deshabilitar la conexión con RBMview): (reiniciar después de cambiar) Deshabilita la conexión con el programa RBMview.

Disable auto problem creation in RBMview (Deshabilitar la creación de auto problemas en RBM): Esta opción deshabilita la creación automática de problemas cuando se conecta al programa RBMview.

Disconnect Actions from Observations (Desconectar Acciones desde Observaciones): Esta función desconecta el módulo que genera las acciones, necesarias para corregir los problemas encontrados en la muestra de aceite.

Reset Factory Defaults (Reiniciar los Valores Predefinidos): Esta opción reinicia todos los campos en esta ventana para los valores predeterminados en la próxima vez que el software sea usado (principalmente algún cambio que se haya hecho).

Customer ID (Identificación de Usuario): Esta función es usada para tener un número de identificación en el laboratorio y también para imprimir etiquetas para las botellas de las muestras.

Rename Log File (Renombrar Archivo de Almacenamiento): Esta función permite renombrar el archivo de registro actual. Esta característica puede ser usada, por ejemplo, para crear múltiples archivos de registro durante un problema con el software.

Clear Log File (Limpiar Archivo de Registro): Esta función limpia los archivos de registro e inicia para nueva escritura.

- **LIMS (Laboratory Information Management System)** (sistema de gerencia de información del laboratorio)

Lab Options (Opciones de Laboratorio): Reservado para el Laboratorio Trivector CSI.

Display Customer Level (Desplegar Nivel de Cliente): El nivel de usuario en la base de datos RBM agrupa áreas bajo un usuario dado. Esta opción es activada aquí.

Print lab label @ login (Imprimir etiquetas de Lab @ login): Esta opción activa automáticamente la impresión de etiquetas Lab una vez que las muestras son almacenadas en el sistema LIMS.

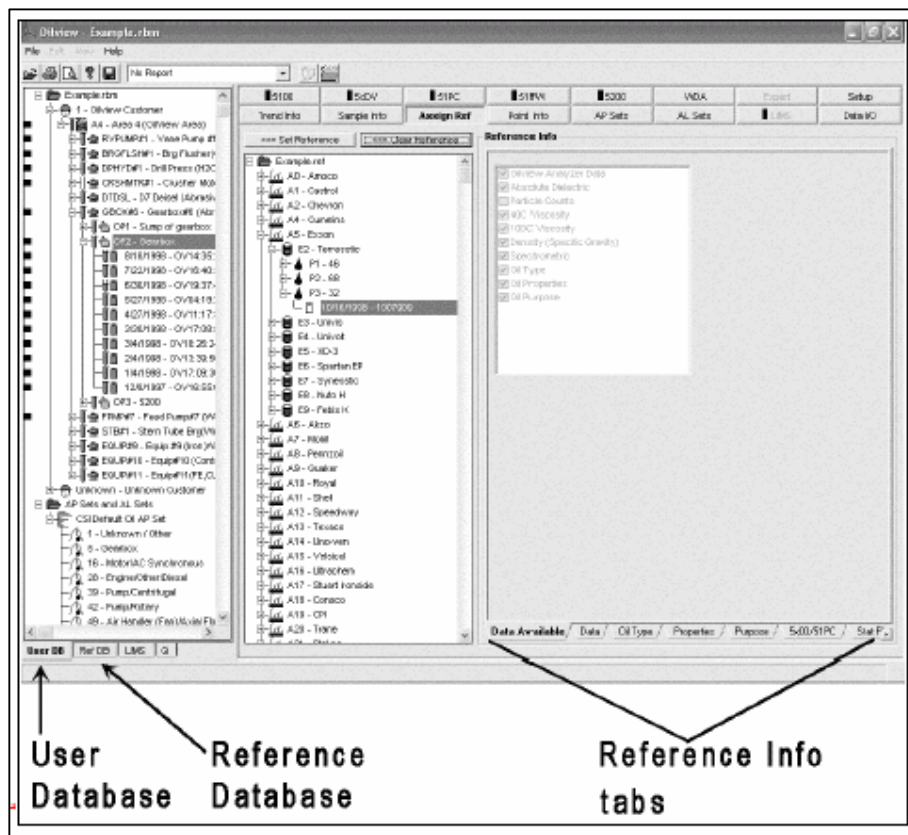
Trend Plots (Gráficas de Tendencias)

All Data (Todos los Datos): Gráfica todos los datos en la gráfica de tendencia.

Last (Ultimo): Grafica las últimas "N" muestras en las graficas de tendencia. Usted selecciona el número de muestras.

Start Date (Fecha de Inicio): Grafica todos los datos de las muestras después de la fecha de inicio.

## Asignación de Referencias de los Aceites:



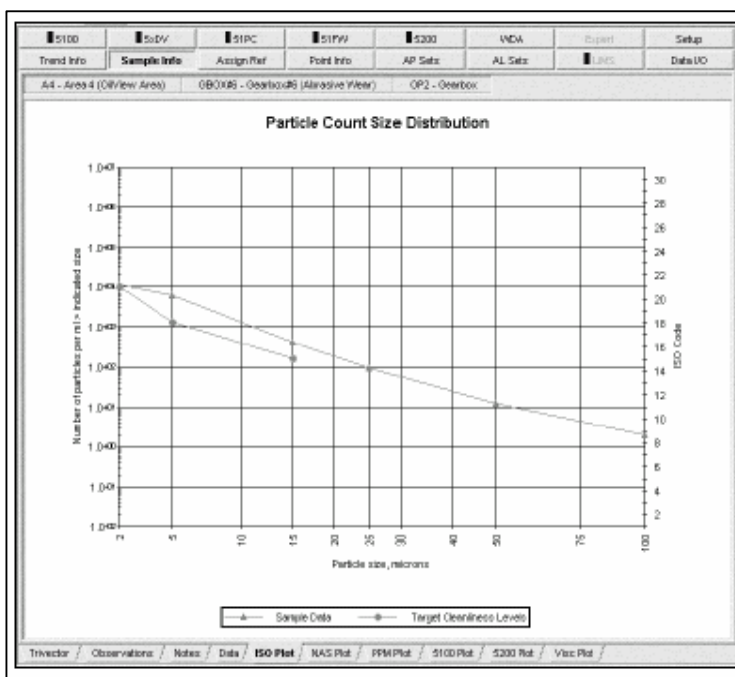
Para cambiar la referencia asignada a una muestra de aceite, primero seleccione la muestra o punto de medición al que se le cambiará la referencia en la base de datos de usuario. Haga clic en esta muestra o punto de medición para tener el Foco. Asignando una referencia al punto de medición automáticamente se aplicará esta referencia para futuras muestras creadas en este punto. Sin embargo, esto no afectará las referencias asignadas a las muestras almacenadas previamente. Ahora haga clic en la referencia que va a ser asignada. Este es el punto de referencia y punto de medición o muestra de usuario son marcadas con el Foco. Finalmente haga clic en "Set Reference". La indicación de asignación es colocada en su lugar. Para cambiar o ver, simplemente haga clic en la muestra y punto en la Base de Datos del usuario. Para quitar una referencia asignada use "Clear Reference".

## Capítulo 8

### 8.0 Códigos de limpieza de los aceites.

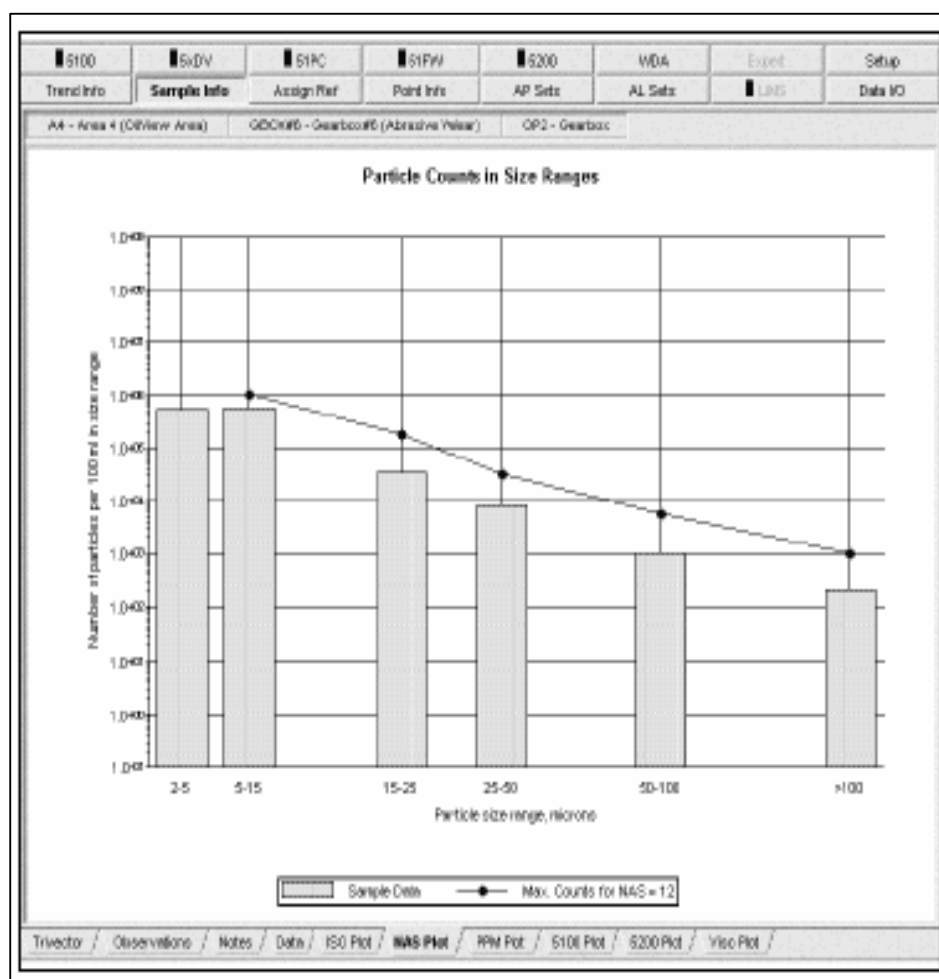
**8.1 El código ISO 4406:** Es una representación de la distribución y de la concentración de tamaño para las partículas en el aceite. Cada gráfico tiene dos líneas. Una línea es para los datos de la muestra, y la otra es para el nivel de la limpieza del aceite. En los estudios realizados las normas e interpretación son sencillas basadas en la norma ISO 4406 como también ASTM aportando un amplio método de entendimiento de la forma que se estudian las muestras, El código de la limpieza NAS (NAS 1638 entre otras, que también se muestra a continuación una tabla, que ayuda a obtener una opinión del resultados de una muestra. Aun así se debe tener cuidado con las observaciones de estas muestras, debido a la diversidad de situaciones presentadas en la empresa y ambiente de trabajo del los equipos monitoreados.

- El código ISO 4406



## 8.2 El código de la limpieza NAS (NAS 1638)

El código de la limpieza NAS (NAS 1638) fue desarrollado por la asociación de las industrias aeroespaciales de América, y es similar a la ISO 4406, clasifica la limpieza del aceite por el tamaño de las partículas y el número de ellas. La tabla siguiente demuestra los tamaños de las partículas, el número que les corresponde y la “clase” NAS correspondiente.





NAS1638Class	Number of particles per 100 ml. $\mu$ range				
	5 to 15	15 to 25	25 to 50	50 to 100	>100
13	2048000	364800	64800	11520	2048
14	4096000	729600	129600	23040	4096
15	8192000	1459200	259200	46080	8192
16	16384000	2918400	518400	92160	16384
17	32768000	5836800	1036800	184320	32768
18	65536000	11673600	2073600	368640	65536

Numero de partículas contenidas en 100 ml de solución

## **Capítulo 9**

### **9.0 Representación de la información obtenida de las Muestras.**

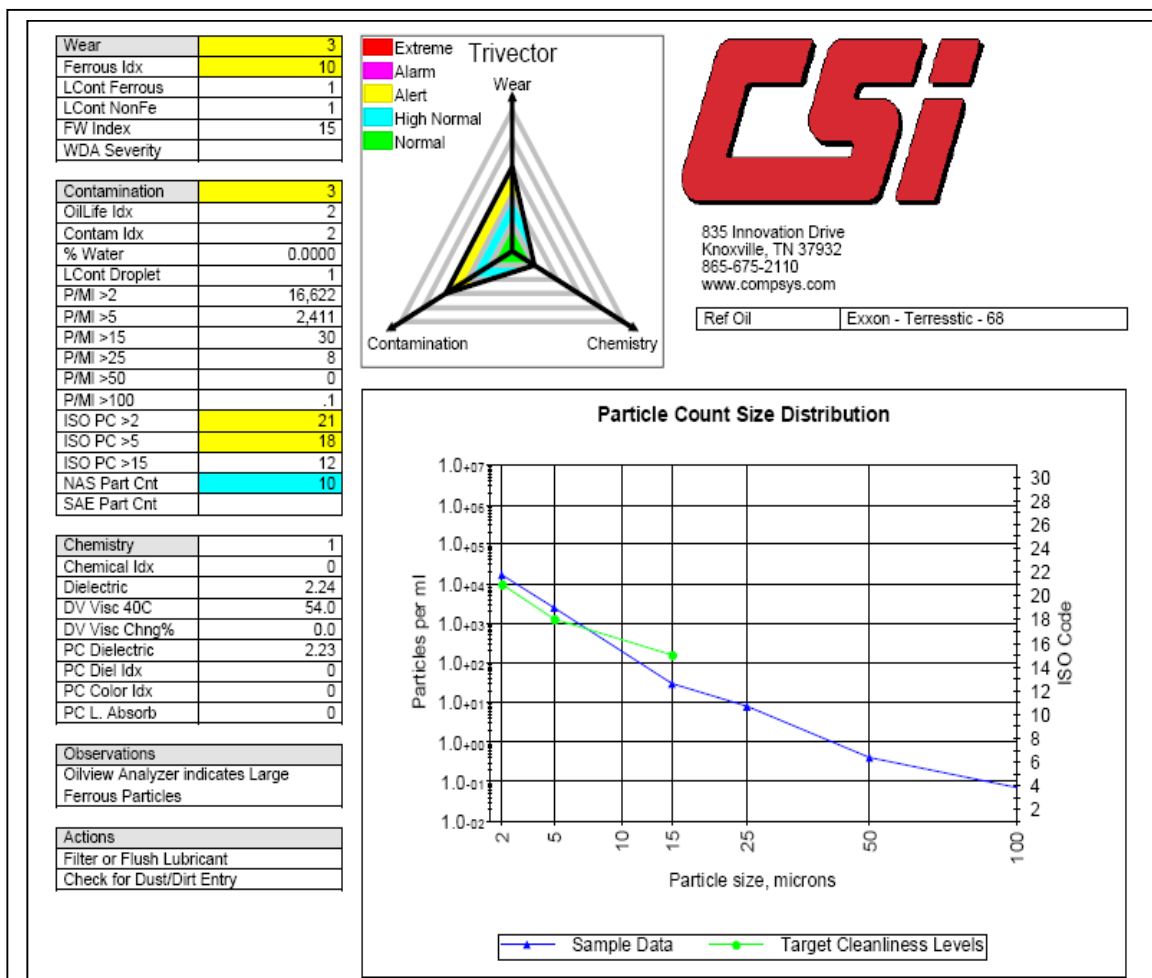
Estos procedimientos están representados por los informes quienes entregan la información explícita de cual es la situación del equipo. En los gráficos siguientes se especifica la información obtenida de la muestra en forma amistosa y de fácil interpretación.

Estos resultados son especificados y entregados fácilmente, y ordenados dependiendo de la base de datos que son incorporados previo al ensayo. Esta situación es complicada ya que todos los puntos o nombres de equipos son diferentes y un número elevado. Cabe mencionar que en Mantención Predictiva de planta Arauco y constitución S.A esta base de datos ya esta cargada y es compatible con los del Rbm. Para análisis de vibraciones. Por ende esta tarea estaría lista, para una posible implementación.

En este proceso se debe especificar puntos de muestra como lo mencionado anteriormente con ello es posible revisar una ruta de equipos y sus puntos en forma rápida y comparación de datos antiguos los cuales quedan almacenados. Para una confección de reportes.

## 9.1 Tipos de reportes CSI

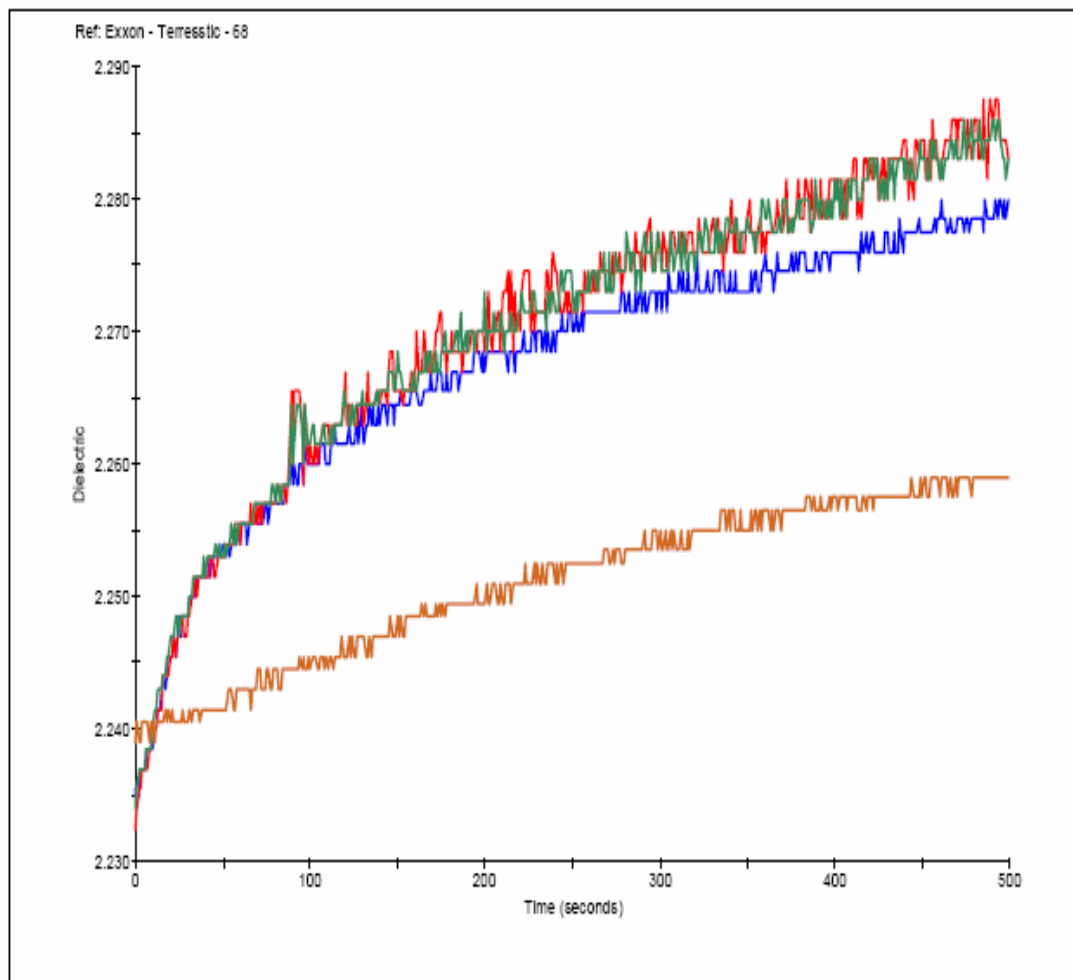
<b>Mini Lab Report</b>			
Database:	Example.rbm	Meas. Point:	OP1 - In line tap before filter
Area:	A4 - Area 4 (OilView Area)	Sample No:	OV11:42:44
Equipment:	CRSHMTR#1 - Crusher Motor #1(Wear Trend)	Sample Date:	12/29/96 11:42:43 AM



Modelos de reportes del software OilView, se indica contenido de partículas, características propias del fluido. Además una vista preliminar del grafico de colores (izquierdo superior) información detallada de la ficha técnica del

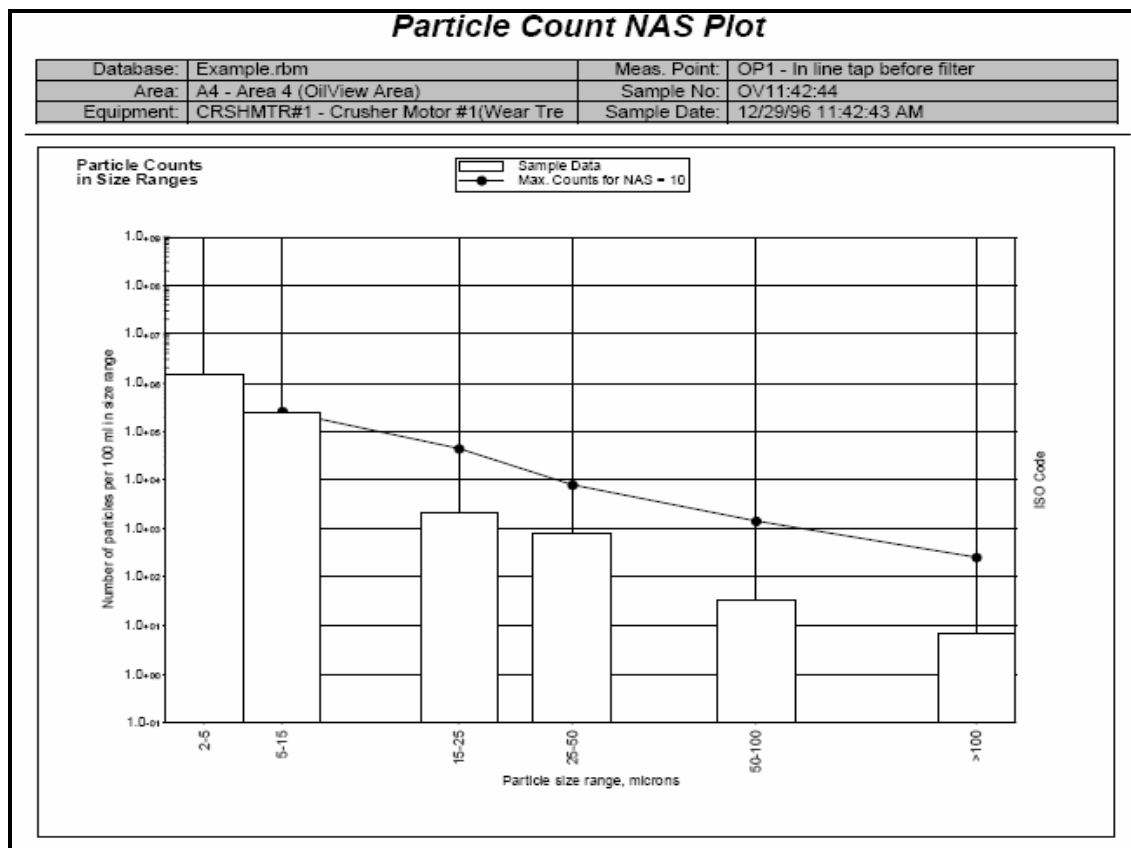
### 5100 Dielectric Plot

Database:	Example.rbm	Meas. Point:	OP1 - In line tap before filter
Area:	A4 - Area 4 (OilView Area)	Sample No:	OV11:42:44
Equipment:	CRSHMTR#1 - Crusher Motor #1(Wear Tre	Sample Date:	12/29/96 11:42:43 AM



Dielectric	Oil Life	Chemical	Contaminant	Ferrous	% Water	L Contam
2.24	2	0	2	10	0.0000	F/NF/D

El código de la limpieza NAS (NAS 1638) es utilizado en esta oportunidad, esto depende como se instruya al personal que es similar a la interpretación de la norma ISO 4406



Size Range, microns	Counts/100ml
2-5	1421033
5-15	238194
15-25	2173
25-50	740
50-100	33
>100	7

- Comentario

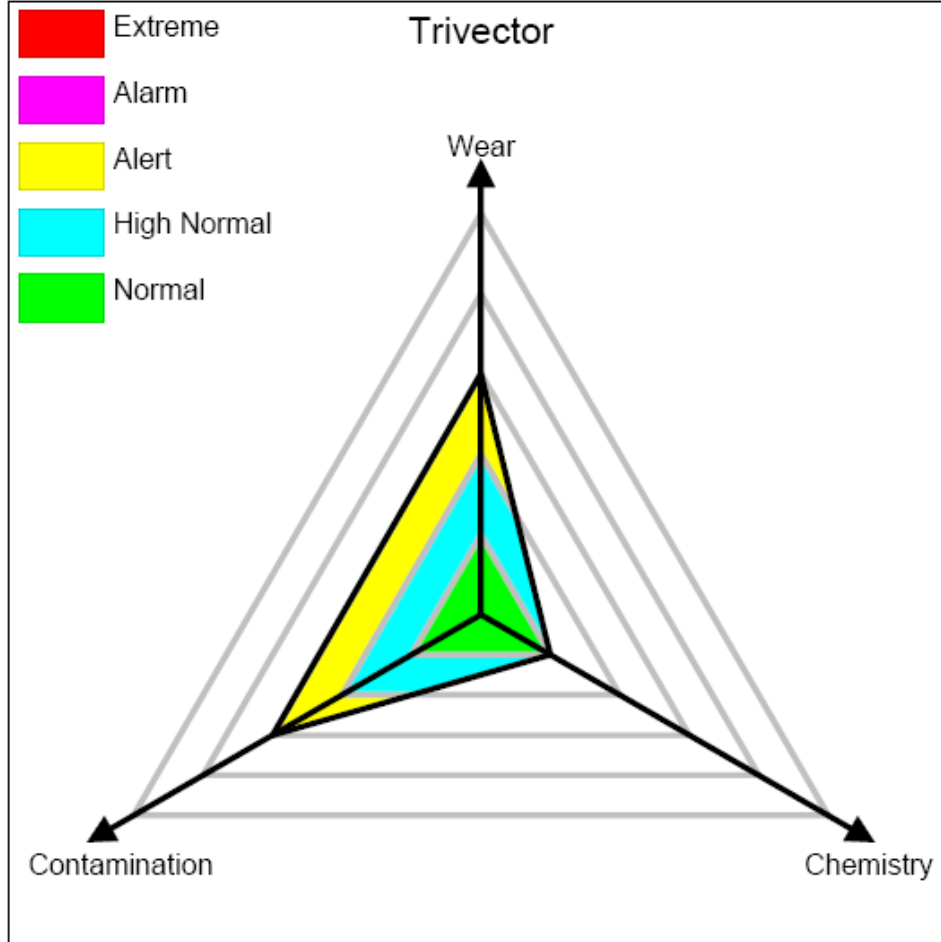
Con estos informes que continuación se detallan y ayudados con una capacitación de parte de los proveedores debiera ser de una aplicación sin dificultad para el personal a cargo de implementar este procedimiento de mantención. Cabe mencionar lo rápido que es abaratar costos de envío de los informes. En la actualidad Planta Arauco y Constitución SA cuenta con un contrato que se renueva anualmente o cuando se amerite un análisis digamos de emergencia.

Los costos anuales de mantener este procedimiento fluctúa el millón de pesos mensuales con las características que se detallan a continuación: en estos informes que son entregados, la demora es alrededor de 15 días para recibir la situación de los equipos críticos, ya que son estos los equipos monitoreados.

Estas muestras son llevadas a Santiago para ser analizadas, recordar que esta planta se encuentra situada en Concepción, a través de una empresa contratada por ellos con un sistema de confiabilidad que ya es ajena planta Arauco, son llevadas estas muestras para su diagnóstico. Toda esta demora y confiabilidad puede ser evitada por la implementación de este sistema de monitoreo de continuo. Aumentando el número de inspecciones y conjugando el análisis de vibraciones cuando se amerite alguna duda de posible daño de los equipos, conociendo de manera temprana el diagnóstico de estos, ya sea de un monitoreo de situaciones anteriores en forma de archivos o en terreno en un instante recordar que uno de los valores agregados del equipo minilab. Es que entrega información en unos 8 minutos aplicando cuatro pasos que a veces son necesarios tan solo uno o dos. Con esto se pretende llevar a cabo el normal funcionamiento del proceso productivo de la empresa.

### Trivector Report

Database:	Example.rbm	Meas. Point:	OP1 - In line tap before filter
Area:	A4 - Area 4 (OilView Area)	Sample No:	OV11:42:44
Equipment:	CRSHMTR:#1 - Crusher Motor #1(Wear Tre	Sample Date:	12/29/96 11:42:43 AM

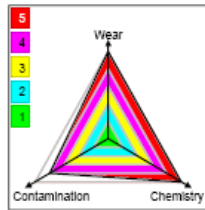


Observations
Oilview Analyzer indicates Large Ferrous Particles
Actions
Filter or Flush Lubricant
Check for Dust/Dirt Entry
ALARM indicated by Large iron particle; indication!!!; Lube Condition - Fair; Wear Condition - Bad; Check - Breather, Shop Mic, Mechanical; Action - Change filter & retest; Estimated total water content 0.0000%; In Solution 0% +Emulsified 0% +Free 0% = 100%; Estimated water content = 0.0000%. Assuming "? " additive level, it would take: 0.0000% water in Solution to cause 0.0 Chemical index, 0.0000% Emulsified water to cause 2.1 Contaminant index, 0.0000% Free water to cause La

### Sample Trend - All Data

Database:	Example.rbm	Equipment:	GBOX#6 - Gearbox#6 (Abrasive Wear)
Area:	A4 - Area 4 (OilView Area)	Meas. Point:	OP2 - Gearbox

Ref Oil	Exxon - Terrestrial - 32				
Sample Date	8/18/98	7/22/98	6/30/98	5/27/98	4/27/98
Sample #	OV14:35:28	OV16:40:20	OV19:37:40	OV04:19:28	OV11:17:32
Unit Usage					
Oil Usage					
Oil Added					

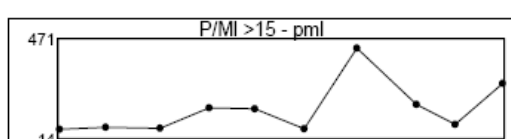
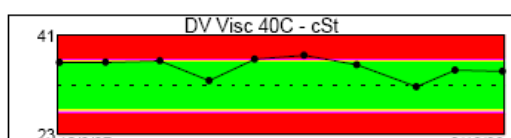
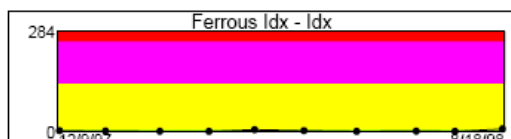
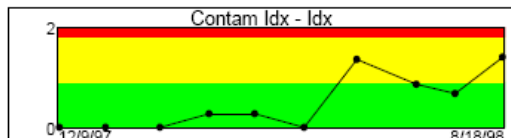
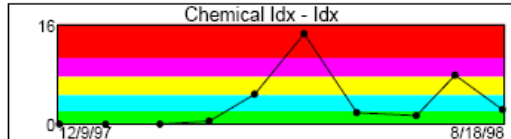
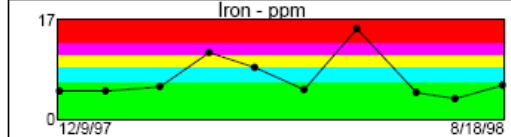


**CSI**  
 835 Innovation Drive  
 Knoxville, TN 37932  
 865-675-2110  
 www.compsys.com

<b>Wear</b>	5	3	3	4	5
Iron - ppm	6	4	5	15	5
Aluminum - ppm	1	.1	0.0	.2	0.0
Chromium - ppm	1	.1	.1	.2	.1
Copper - ppm	2	2	3	2	3
Lead - ppm	1	1	1	2	1
Nickel - ppm	.3	.1	.2	.5	.2
Silver - ppm	0.0	0.0	0.0	.1	0.0
Tin - ppm	2	.2	.2	.3	.4
Titanium - ppm	4	.3	.3	.4	.4
Ferrous Idx - Idx	7	0	1	0	2
LCont Ferrous - Idx	0	0	0	0	0
LCont NonFe - Idx	0	0	0	0	0
FW Index - Idx	19	1	7	10	22

<b>Contamination</b>	4	3	3	4	1
Boron - ppm	1	1	1	2	1
Silicon - ppm	8	5	5	11	2
Sodium - ppm	1	1	0	1	1
OilLife Idx - Idx	4	5	2	3	9
Contam Idx - Idx	2	1	1	2	0
% Water - %	0.0000	.0360	0.0000	.0070	.0340
LCont Droplast - Idx	0	0	0	0	0
ISO PC >2 - n/a	21	20	20	21	18
ISO PC >5 - n/a	19	18	15	20	17
ISO PC >15 - n/a	15	13	15	16	13
<b>NAS Part Cnt - Idx</b>					
P/M1 >2 - pml	11,639	7,814	9,689	11,639	1,859
P/M1 >5 - pml	4,163	1,583	2,501	6,197	955
P/M1 >15 - pml	267	79	170	428	59
P/M1 >25 - pml	72	36	32	92	12
P/M1 >50 - pml	8	5	6	12	2
P/M1 >100 - pml	1.3	.8	1.7	2.0	.7
SAE Part Cnt - Idx					

<b>Chemistry</b>	5	3	2	4	5
Barium - ppm	1	1	1	1	2
Calcium - ppm	18	6	20	6	10
Magnesium - ppm	0	1	0	1	0
Molybdenum - ppm	4	.2	.4	.3	.5
Phosphorus - ppm	66	33	51	24	45
Zinc - ppm	10	8	8	8	10
Manganese - ppm	255	46	93	162	53
Chemical Idx - Idx	2	8	1	2	15
DV Visc 40C - cSt	34.4	34.6	31.6	35.6	37.6
DV Visc Chng% - %	8.2	8.8		12.0	17.6



RWM08-19-98; Application - 5100 Sleeve bearing; Lube Condition - Fair; Wear Condition - Extreme; Check - Shop Mic, Mechanical; Action - Notify mechanic; Estimated total water content 0.0035%; In Solution 100% +Emulsified 0% +Free 0% = 100% Estimated water content = 0.0000%. Assuming "? " additive level, it would take: 0.0000% water in Solution to cause 2.4 Chemical index, 0.0000% Emulsified water to cause 1.6 Contaminant index, 0.0000% Free water to cause Large Contamina



## 9.2 Significado de las muestras

Aquí se presenta en la siguiente tabla los límites, de la información, para la toma de muestras y su significado de acuerdo a la interpretación del programa, haciendo fácil agrupar los equipos con sus respectivas fallas. Clasificándolos y así poder medir luego la criticidad de cada uno de ellos. Con la información de la criticidad del equipo se puede controlar y mantener bajo control los equipos que lo amerite aumentando el nivel de gestión implementado en mantención Predictiva, cabe mencionar que los equipos rotatorios son aproximadamente 6000.

Mantener el orden y saber de que carácter, son de ayuda a una pronta toma de decisión. Cuando en un grupo de mantención, intervienen otros grupos, por ejemplo los lubricadores en este caso hablar en un mismo significado es de gran ayuda estandarizar un lenguaje.

Parámetros Predictivos	¿ Qué se mide ?	Significado
<b>Parámetros de Desgaste</b>		
Indice Desgaste Férrico	Partículas Hierro > 5 micras	Reciente Desgaste Anormal
Indicador Grandes Partículas Fe	Partículas Hierro >> 60 micras	Indicación de Desgaste Abrasivo
Indicador Grandes Partículas NonFe	Otros metales >> 60 micras	Indicación de Desgaste Abrasivo
Ferrografía WDA (analítica)	Examen Microscópico de Partículas	Análisis de Severidad y Causa Ráz
<b>Parámetros de Contaminación</b>		
Recuento Láser de Partículas	Recuento ISO de 8 tamaños tipo	Partículas de Polvo, Agua y Proceso
Indice de Contaminación	Contaminantes No Férricos	Contaminación por Fluido Corrosivo
Contaminación por Agua	Agua u otros fluidos corrosivos	Contaminación por Fluido Corrosivo
Indicador de Gotas de Agua Libre	Gotas de agua inmiscibles en aceite	Corrosión and Lubricación insuficiente
<b>Parámetros de Condición Química</b>		
Indice de Degradación Química	Lubricante químicamente alterado	Lubricante inadecuado para su uso
Permeabilidad Dieléctrica	Propiedad física del lubricante	Aceite degradado o erróneo
Viscosidad	Grado de Viscosidad ISO	Aceite disuelto o erróneo

Tabla: muestra el significado predictivo de los parámetros de desgastes presentes en las muestras.

## **Conclusiones**

Del estudio y análisis del trabajo se puede concluir que en general se lograron los objetivos propuestos.

1. Dado que en Celulosa Arauco y Constitución S.A. existe un sistema de mantenimiento que funciona bien, se resuelve que implementar un sistema de análisis lubricantes en mantención Predictiva, es conveniente ya que disminuyen los tiempos de análisis, aumentando el grado de confiabilidad, eliminando con esto la intervención de externos y también mejoras en la capacidad del personal, realizando una mantención autónoma.
2. Se determinó conveniente la mejora mediante el equipo minilab y software OilView.
3. Se observa que ayudaría al sistema de análisis vibraciones en el diagnóstico de los equipos.
4. Se observa que es bueno para el ambiente laboral, poder capacitar al personal que se enfrente a la utilización del minilab.
5. Se logró establecer la conveniencia de incorporar esta herramienta de análisis, reduciendo los márgenes de error en el diagnóstico de equipos en cuestión.
6. Se espera que esto tienda a lograr una excelencia de la lubricación en planta, con sus correspondientes impactos en los costos.
7. Se determina una circulación de información rápida que involucra a distintas áreas de mantención, además se ser confiable y procesar un historial de la vida de cada equipo.

8. Se espera una actitud proactiva del empleado frente al problema de lubricación al estar este involucrado a técnicas de monitoreo más modernas.

## **Bibliografía**

- Elaboración Propia
- Fundamentos Teóricos lubricación rodamientos FAG.
- Pagina Web Ineco.
- Fundamentos teóricos de lubricación y control industrial “Andrés Farias M”. Ineco.
- Aporte del personal Planta Arauco
- "Presentación de Contaminación y Desgaste". Autor: Copec.
- "Lubricación Industrial y Automotriz, Tomo I. Autor: Pedro Albarracín.
- "Teoría y Práctica de la Lubricación". Autor: Dudley D. Fuller.
- Sistema de Calidad ISO Planta Arauco
- Sistema de Medio ambiente ISO Planta Arauco

## **Anexos 1 Glosario.**

En este glosario se detallan algunos significados de gran ayuda de manera explícita para mayor información es recomendable indagar en libros o publicaciones de ensayos de lubricación los cuales comentan la información mas detenidamente.

### **Glosario de Lubricación**

Abrasión	El 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 también una rotura del elemento.
Aceite	Toda sustancia del origen animal, mineral, vegetal o sintético formada por ésteres de ácidos grasos o por hidrocarburos derivados del petróleo, generalmente menos densa que el agua.
Aceite Aislante	Aceite usado en los interruptores, transformadores y otros elementos eléctricos para aislar y/o refrigerar.
Aceite de Husos	Aceite delgado usado principalmente para lubricar ejes textiles y para maquinaria liviana de alta velocidad.
Aceite Hidráulico	Un aceite producido especialmente para usar en sistemas hidráulicos, que posee características especiales.
Aceite Mineral	Aceite derivado de una fuente mineral, tal como petróleo, en

comparación con los aceites derivados de las plantas y de los animales.

Aceite Multigrado	Es un aceite que alcanza los requisitos de más de una clasificación del grado de viscosidad del SAE, y puede por lo tanto ser usado en un mayor rango de temperaturas.
Aceite Sintético	El aceite producido por síntesis más que por la extracción o el refinamiento.
Acumulador	Un envase en el cual el líquido se almacena bajo presión como fuente de energía flúida, para martillos hidráulicos, etc.
Adherencia	La característica de un lubricante que le hace aferrarse o adherir a una superficie sólida.
Aditivo	Un compuesto que realza una cierta característica, o imparte una Cierta nueva característica al fluido base, pudiendo llegar al 20 por ciento de la composición final. Los tipos más importantes son: antioxidante, anti-desgaste, inhibidores de la corrosión, mejoradores del índice de la viscosidad, e inhibidores de espuma.
Anillo de aceite	Un anillo que se monta en un eje, o en un pistón, sumergido en el lubricante, que lo transporta a la partes altas del mecanismo.
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 la 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 principalmente de cobre, antimonio, estaño y plomo.
Capacidad de carga	de Característica de un lubricante para formar una película en la superficie lubricada, que resista la ruptura bajo determinadas condiciones de carga.
Ceniza	Una medida de la cantidad de material inorgánico en aceite lubricante. Se determina quemando el aceite y pesando el residuo. Los resultados se expresan como tanto por ciento en peso.
Coefficiente de fricción	Número obtenido dividiendo la fuerza de la fricción entre dos cuerpos en movimiento por la fuerza normal que presiona los cuerpos.
Color Saybolt	Un Standard de color para productos de petróleo.
Compresibilidad	Cambio en unidad volumen de un líquido cuando está sujeto a un cambio de unidad la presión.
Conductividad térmica	Medida de la capacidad de un sólido o de un líquido de transferir calor.

Corrosión	Pérdida de un metal debido a una reacción química entre el metal y su medio ambiente. Es un proceso de la transformación en el cual el metal pasa de su forma elemental a una forma combinada (compuesta).
Densidad	Unidad de masa por volumen de una sustancia. Su valor numérico varía con las unidades usadas.
Depósitos	Materiales insolubles en el aceite que resultan de la oxidación y de la descomposición del aceite, debido a la contaminación de lubricante por fuentes externas y paso de gases al carter del motor.
Desaireador	Accesorio separador que quita el aire del líquido del sistema, mediante uso de la dinámica de la burbuja.
Desgaste	El agotamiento o el desprendimiento de la superficie de un material como resultado de la acción mecánica.
Detergente	En lubricación, un aditivo o un lubricante compuesto que tiene la característica de mantener las materias insolubles en suspensión previniendo así su deposición donde podrían ser dañinas. Un detergente puede también dispersar los depósitos ya formados
Dureza	La resistencia de una sustancia a la abrasión superficial.
Emulsión	Mezcla íntima del aceite y del agua, generalmente de un aspecto lechoso o turbio.



Espuma	Aglomeración de burbujas del gas separadas una de otra por una película líquida fina de un líquido.
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.
Filtración	El proceso físico o mecánico de separar material de partículas insolubles de un fluido, pasando el líquido a través de un medio filtrante.
Filtro	Cualquier dispositivo o sustancia porosa usada como tamiz para limpieza de fluidos removiendo material en suspensión.
Filtro magnético	Elemento filtrante que, además de filtro, tiene un imán o imanes incorporados para atraer y separar partículas ferromagnéticas.
Fluido hidráulico	Se llama a todo fluido utilizado como medio de la transmisión de energía en un sistema hidráulico a presión.
Fretting	Fenómenos de desgaste que ocurren entre dos superficies que tienen movimiento relativo oscilatorio de amplitud pequeña.
Fricción	Fuerza que resista el movimiento encontrada entre dos cuerpos, bajo la acción de una fuerza externa en la cuál un cuerpo tiende a moverse sobre la superficie del otro.
Galling	Forma de desgaste en la cual ocurre un cizallamiento ó disminución de la superficie del engranaje ó rodamiento.

Grado de viscosidad	de Cualquier sistema ( SAE, ISO, etc.) que caracterice a los lubricantes según su viscosidad
Grado Engler	Grado de viscosidad. Promedio del tiempo del flujo de 200 ml del líquido de prueba, a través del viscosímetro ideado por Engler por tiempo requerido para el flujo del mismo volumen de agua.
Grafito	Forma cristalina de carbón que tiene una estructura laminar, que se utiliza como lubricante. De origen natural o sintético.
Grasa	Lubricante sólido ó semifluido compuesto por un aceite o aceites espesados con un agente espesante llamado jabón. Dependiendo de las características de los espesantes ó jabones se obtendrá una masa de consistencia sólida o semisólida.
Hidráulica	Ciencia que estudia la ingeniería del comportamiento de los líquidos con respecto a la presión y al flujo de los mismos.
Hidrómetro	Es un instrumento para determinar el peso específico ó la densidad API de un líquido.
Índice de viscosidad	la 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 expuesto a las altas temperaturas.
Lodo	Material insoluble que se forma como resultado de reacciones que producen deterioro en el aceite o por contaminación de éste o ambos.
Lubricante	Cualquier sustancia interpuesta entre dos superficies en el movimiento relativo con el fin de reducir la fricción y/o el desgaste entre ellos.
Lubricante sintético	Lubricante producido por síntesis química, más que por la extracción o el refinamiento del petróleo, para producir un compuesto con propiedades planeadas y predecibles.
Miscible	Capaz de ser mezclado en cualquier concentración sin la separación de fases; ej., el agua y alcohol.
Molibdeno	Disulfuro del molibdeno, un lubricante sólido y reductor de la fricción, coloidalmente dispersado en algunos aceites y grasas. Moly.
Número NLGI	Uno de una serie de números que clasifican la gama de la consistencia de grasas lubricantes, basada en el número de la penetración del cono de ASTM.
Número SAE	Sistema de clasificación de aceites de motor, transmisión y diferencial de acuerdo a su viscosidad establecida por la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE. Estos números

SAE son usados de acuerdo a las recomendaciones para aceites que cumplan con requerimientos de diseño, servicio temperatura que afectan SOLO la viscosidad, no a la calidad del aceite.

- Olefinosidad Es la característica de un lubricante que produce baja fricción en condiciones de lubricación de capa límite. Cuanto más baja es la fricción, mayor es la Olefinosidad.
- 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.
- Parafínico Un tipo de líquido derivado del petróleo crudo parafínico, con una elevada parte de la cadena recta saturada de los hidrocarburos.
- PH Medida de alcalinidad o de acidez en agua y líquidos con agua. el pH se puede utilizar para determinar la características de los inhibidores de corrosión en líquidos a base de agua.
- Pitting Una forma de corrosión localizada caracterizada por los agujeros en el metal, peligrosos y dañinos.
- Ranuras de lubricación Son las ranuras superficiales cortadas en la cara de fricción de los cojinetes, que se utilizan para mejorar la distribución del aceite en el eje y los rodamientos.
- Ralladura Desgaste anormal debido a soldaduras localizadas y fracturas.

Refinado	Proceso de recuperación de aceites usados y restaurarlos a una condición similar a aceites vírgenes mediante filtración, absorción por arcilla o métodos más elaborados.
Stoke	Medida cinemática de la resistencia de un fluido a fluir definida por la razón entre la viscosidad dinámica del fluido y su densidad.
Untuosidad	Esa característica de un lubricante que produce disminución de la fricción bajo condiciones de la lubricación del límite. Cuanto más baja es la fricción, mayor es la untuosidad.
Viscosidad	Medida de la resistencia de un líquido al flujo. La unidad métrica común de la viscosidad absoluta es el equilibrio.
Viscosidad Absoluta	Medida de viscosidad numéricamente igual a la fuerza requerida para mover una superficie plana de un centímetro cuadrado en un segundo, cuando las superficies están separadas
Viscosidad Brookfield	Viscosidad aparente en centipoises, determinada por el viscosímetro de Brookfield.
Viscosidad Redwood	El tiempo en segundos que requieren 50 ml the aceite para fluir en un viscosímetro Redwood, a una temperatura específica.

Viscosidad Saybolt Furol	El tiempo en segundos requeridos por 60 ml de fluido por un tubo capilar en un viscosímetro Saybolt Furol a una temperatura específica entre 70°F y 210°F. Este método es el apropiado para aceites de alta viscosidad.
Viscosidad, SUS	Segundos universales de Saybolt (SUS), que es el tiempo que toma en segundos a 60 mililitros de aceite en atravesar un orificio estándar a una temperatura dada.
ZDDP	Un Aditivo anti-desgaste encontrado en muchos tipos de líquidos hidráulicos y Lubricantes.

## **ANEXO 2 Instructivo de Manejo de Aceites, Grasas y Solventes Usados, en Planta Arauco.**

### Objetivo:

El presente procedimiento describe el manejo de los Residuos Sólidos Peligrosos Compatibles, Grupo B2. Lo anterior involucra: residuos de aceite, petróleo, grasas y solventes en general, entre otros. (Según Reglamento Sanitario N°148, República de Chile). Este documento involucra el manejo de este tipo de residuos en las Áreas de Mantenimiento Mecánica, en particular, y en toda la Planta, en forma general.

### Alcances

El presente documento abarca a todos los trabajadores que laboran en Planta Arauco, involucrados en el manejo de los aceites y sus residuos tal como se describe. Es aplicable, por tanto, a Lubricadores de Área, Mecánicos de Área, Mecánicos de Maestranza, Mecánicos Externos (Contratistas) etc.

### Definiciones

Residuo Peligroso: Residuos o mezcla de residuos que se considerarán peligrosos dadas sus características (Reactividad, Inflamabilidad, Toxicidad

Aguda, Toxicidad Crónica, Toxicidad por Lixiviación, y/o Corrosividad) pueden presentar riesgo para la salud pública, provocando o contribuyendo al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades y/o presentando efectos adversos al medio ambiente cuando es manejado o dispuesto en forma inadecuada.

**Residuo Sólido Industrial:** Son aquellos que son descartados de un proceso industrial, pudiendo ser sólidos, semi-sólidos o algún líquido o gas contenido en un recipiente.

**Residuo Incompatible:** Residuos que al entrar en contacto pueden generar algunos de los siguientes efectos: generación de calor, fuego o explosión, generación de gases inflamables o tóxicos.

**Residuo Compatible:** Residuos que al entrar en contacto NO generan algunos de los siguientes efectos: generación de calor, fuego o explosión, generación de gases inflamables o tóxicos.

#### Residuos Compatibles Grupo B-2

- Solventes de limpieza
- Residuos de petróleo
- Residuos de Refinerías
- Solventes en general
- Residuos de aceite y otros residuos inflamables y explosivos

#### Referencias

Norma Chilena NCh 2190.Of2003

Instructivo de Manejo de Residuos Peligrosos

Instructivo Estándar Operativo de Pañol.

Equipos y Materiales

Etiquetas Autoadhesivas

## Tambores Vacíos de Aceites, Grasas o Solventes

### Descripción de la Actividad

1- Cada vez que se retire residuo usado de un área o equipo , este se recolectará en recipientes adecuados, tales como tinajas o bidones.



Este recipiente debe impedir cualquier tipo de fuga, y debe adaptarse a las condiciones de terreno.

Se debe recolectar los siguientes residuos peligrosos:

- Aceites: aceites usados sin solvente.
- Grasas: grasas usadas.
- Solventes: solventes residuales del lavado o limpieza de partes y equipos.

2- Recolectar los residuos anteriores en tambores de aceites vacíos, los cuales deberán ubicarse en el Pañol de Lubricación o en un lugar acondicionado con sistema de contención de derrames. El sector deberá ser claramente identificado con letreros que indiquen: Residuo Aceites, Residuo Solventes y residuo Grasas.

3- Cuando el tambor se llene, sellar mediante tapón. En la curvatura LATERAL del tambor, instalar la siguiente etiqueta y marcar según corresponda:

 <p style="text-align: center;"><b>RESIDUO PELIGROSO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aceites <input type="checkbox"/></li><li>• Grasas <input type="checkbox"/></li><li>• Solventes <input type="checkbox"/></li></ul> <p>RESPONSABLE : _____</p> <p>FECHA SELLADO: _____</p> <div style="text-align: right;"></div>
<b>Ilustración H: Etiqueta de RESIDUO PELIGROSO</b>

4- En el

caso de



aceite puro, marcar en etiqueta solo "Aceites". En el caso sé existir mezclas en el tambor, marcar ítems según corresponda.

5- Se debe privilegiar el almacenamiento de aceite puro usado. Por lo tanto, al comenzar el llenado de un tambor recolector con aceite, se debe continuar solo con este residuo puro, hasta completarlo. Para mezclas, habilitar otro tambor recolector e identificarlo posterior al llenado, según lo descrito en punto anterior.

6- Efectuar devolución a bodega de tambor sellado, con documento existente para tal efecto. En Texto Breve escribir "Residuo Aceites", "Residuo Solventes" o "Residuo Grasas", según corresponda. Indicar cantidad en litros. ( 1 tambor = 208 litros).

(En caso de ser empresa de servicios quien devuelve, utiliza guía de despacho de su pertenencia).

NOTA: Solo recolectar aceites, solventes, grasas, o mezclas de estos elementos, en el tambor especificado. Cualquier otro elemento contaminado con aceite o grasa (papel, chatarra, cartón, etc.) deberá ser desechado en tambor para residuos peligrosos habilitado para tal efecto (PNC).

Para el caso de empresas de servicios que generen estos residuos deben seguir los pasos anteriormente descritos. Cualquier fuga deberá ser controlada mediante elemento absorbente "Pet Sorb", el cual se encuentra en bodega.

#### Registros

El Mecánico Lubricador deberá guardar en su Pañol de Lubricación los documentos devolución a bodega por un año, para mantener registro y evidencia de devoluciones efectuadas.

8- Control de cambios

Tabla H: Control de cambios

Fecha	Nº de Revisión	Autor	Motivo Revisión	Cambio Realizado
21/12/2005	0	S. Casanueva	Generación de Documento	