

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“ESTUDIO DE PRE - FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE LUBRICANTES EN EL PERÚ”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

**AZAÑERO PALOMINO JHANSEN DANILO
POMA HUAUYA DAVID ALFREDO**

LIMA – PERÚ

2013

A nuestros **Padres**

Por darnos la vida, querernos mucho, creer en nosotros y porque siempre nos apoyaron, por la motivación constante que nos ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A nuestros **Hermanos**

Porque siempre hemos contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

¡Gracias!

A nuestra **Alma Máter**, Universidad Nacional de Ingeniería, y en especial a la Facultad de Ingeniería Química y textil por permitirnos ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar la viabilidad técnica y económica de implementar un laboratorio dedicado a analizar lubricantes, ya que el campo de aplicación de los lubricantes está presente prácticamente en cualquier actividad humana. El presente estudio está ajustado a las condiciones actuales de nuestro país, teniendo como finalidad incentivar al desarrollo posterior de un estudio más detallado y mejor elaborado para un proyecto sostenible, que beneficiará a todas las empresas que emplean el análisis de lubricantes; como una herramienta de ahorro de costos de mantenimiento, además se evaluará cuáles son los posibles riesgos ambientales para un laboratorio de este tipo.

La localización del recinto, distribución de equipos y manejo de residuos serán analizados, para lo cual se presenta un diseño de las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento del equipo y el adecuado desempeño del personal.

A partir del estudio de mercado se determinó que actualmente hay una demanda insatisfecha de análisis de aceites lubricantes, adicionalmente se determinó que el análisis de lubricantes se va incrementar debido a la situación favorable de crecimiento del país.

Posteriormente el estudio termina con el análisis de la factibilidad de la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes en servicio, en el cual constan el tipo de análisis a realizar y distribución de los equipos en el laboratorio.

Finalmente el presente estudio determinó que es factible desde el punto de vista técnico y económico la implementación de un laboratorio dedicado al análisis de lubricantes.

ÍNDICE

		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Objetivos	3
2.	JUSTIFICACIÓN	4
3.	MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	5
3.1.	Lubricantes	5
3.1.1.	Generalidades sobre los lubricantes	5
3.1.2.	Características de los lubricantes	14
3.1.3.	Ventajas del análisis de lubricantes en uso	16
3.2.	Análisis FODA del mercado del análisis de aceites en el Perú	18
3.2.1.	Fortalezas	18
3.2.2.	Oportunidades	18
3.2.3.	Debilidades	18
3.2.4.	Amenazas	19
3.3.	Hipótesis	19
4.	ANÁLISIS DE LOS LUBRICANTES EN SERVICIO	20
4.1.	Servicios a ofrecer	21
4.2.	Descripción de los análisis más comunes para lubricantes en servicio	23
5.	ESTUDIO DE MERCADO	29
5.1.	Objetivos del estudio de mercado	29
5.2.	Fuentes de información	29
5.3.	Tamaño de la muestra para el estudio de mercado	31
5.4.	Resultados del estudio de mercado	35
5.5.	Análisis de resultados	36
6.	LOCALIZACION DEL LABORATORIO	38
7.	DISTRIBUCIÓN ORGANIZACIONAL	39
7.1.	Diseño organizacional	39
8.	ESTUDIO TÉCNICO	42

8.1.	Descripción del equipo propuesto	42
8.2.	Descripción de los métodos a emplear	52
8.3.	Distribución de áreas de trabajo y equipo del laboratorio	64
8.4.	Diseño del local	64
8.5.	Programa de mantenimiento	83
9.	ESTUDIO FINANCIERO	90
9.1.	Inversión inicial	90
9.1.1.	Instalaciones	95
9.1.2.	Mobiliario	96
9.1.3.	Equipo	96
9.1.4.	Materiales de vidrio	97
9.2.	Consto de operación	99
9.2.1.	Costos fijos	99
9.2.2.	Costos variables	101
9.2.3.	Ingresos proyectados	102
9.3.	Análisis Económico Financiero	103
9.3.1.	Valor presente	103
9.3.2.	TIR	104
9.3.3.	Análisis de Sensibilidad	110
9.3.4.	Punto de Equilibrio	110
10.	ESTUDIO AMBIENTAL	112
10.1.	Posibles riesgos y contingencias ambientales	112
10.1.1.	Contaminación por derrames de aceite usado proveniente de las muestras	112
10.1.2.	Contaminación por derrames de aceite usado provenientes de derrames de reactivos químicos	115
10.2.	Medidas en caso de contingencia	121
10.2.1.	Emisión de gases de combustión a la atmósfera	121
10.2.2.	Derrames de aceite usado o reactivos químicos	122
10.2.3.	Incendios o explosiones	122
10.2.4.	Emisión de gases a la atmósfera	124
10.3.	Clasificación de residuos sólidos	125

11.	CONCLUSIONES	126
12.	RECOMENDACIONES	127
13.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	128
14.	BIBLIOGRAFÍA	134
15.	SITIOS WEB VISITADOS	136
16.	APÉNDICE	137
16.1.	TEMA 1: Análisis de Puestos de Trabajo en el Laboratorio	137
16.2.	TEMA 2: Espectrofotometría Infrarroja	141
16.3.	TEMA 3: Entrevistas que aplican análisis de Lubricantes en el Perú	147
16.4.	TEMA 4: Aplicaciones del Análisis de aceite usando en motores a Diesel de uso marino	148
17.	ANEXOS	157
17.1.	Mantenimiento	154
17.2.	Monitoreo de condición – una estrategia de integración de tecnología	160
17.3.	El análisis de lubricantes como herramienta del diagnóstico técnico descripción del equipo propuesto	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Análisis de aceites lubricantes en el Perú	35
Figura 2.	Viscosímetro Automático Huillón	43
Figura 3.	Equipo para determinar espuma en aceites lubricantes	44
Figura 4.	Espectrómetro de emisión para el análisis de partículas de desgaste	46
Figura 5.	Equipo para determinar el punto de inflamación	47
Figura 6.	Equipo para determinar separabilidad del agua	49
Figura 7.	Equipo para determinar punto de fluidez	51

Figura 8. Espectrofotómetro Infra-Rojo (FT-IR)	52
Figura 9. Esquema para determinar espuma de aceites lubricantes	55
Figura 10. Esquema para determinar punto de congelación	60
Figura 11. Plano del Laboratorio, distribución de áreas y equipos a emplear	65
Figura 12. Tabiques y dobles techos	70
Figura 13. Trabajo sentado en el laboratorio	74
Figura 14. Área de trabajo sobre una mesa	75
Figura 15. Punto de Equilibrio	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Aceite para motores diesel	24
Tabla N°2. Aceite de motores a gas natural vehicular	25
Tabla N°3. Aceite para motores a gasolina	26
Tabla N°4. Aceite de transmisión en servicio automotriz	27
Tabla N°5. Fluidos hidráulicos en servicio	27
Tabla N°6. Transmisiones industriales en servicio	28
Tabla N°7. Relación de empresas encuestadas	30
Tabla N°8: Puestos propuestos	41
Tabla N°9. Resistencia de distintos revestimientos a agentes químico	72
Tabla N°10. Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego (Norma UNE-23727)	79
Tabla N° 11. Compatibilidad de colores Mezclas y combinaciones generalmente bien aceptada	81
Tabla N° 12. Niveles de iluminación	82
Tabla N° 13. Programa de mantenimiento y/ calibración de equipos	

del laboratorio de lubricantes	89
Tabla N° 14. Condiciones de operación	91
Tabla N° 15. Capital de Trabajo	91
Tabla N° 16. Condiciones de financiamiento	92
Tabla N° 17. Cuadro de servicio de la Deuda (M\$: Miles de dólares)	93
Tabla N° 18. Valor de venta (M\$: miles de dólares del año 0)	94
Tabla N° 19. Costo de Análisis (M\$: miles de dólares del año 0)	94
Tabla N° 20 Inversión inicial en instalaciones	95
Tabla N° 21. Inversión mobiliario	96
Tabla N° 22. Inversión inicial de equipos	97
Tabla N°23. Inversión inicial instrumentos y materiales de vidrio	98
Tabla N° 24 Costo fijos Anuales	100
Tabla N° 25 Costo Variables por Análisis de aceite lubricante	101
Tabla N° 26 Inversión Inicial	102
Tabla N° 27 Ingresos Proyectados	102
Tabla N° 28 Valor presente neto	104
Tabla N° 29 Evaluación Financiera (VPN y TIR)	105
Tabla N° 30 Flujo de Caja Proyectado - Evaluación Económica	
(M\$: miles de dólares del año 0)	106
Tabla N° 31 Estado de Ganancias y Pérdidas - Evaluación Económica	
(M\$: miles de dólares del año)	107
Tabla N°32 Capital de Trabajo (M\$: miles de dólares del año 0)	108
Tabla N°33 Peligro de las soluciones	116

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Desde la época romana, muchos líquidos, incluyendo al agua, se han utilizado como lubricantes para minimizar la fricción, calor, y el desgaste entre las partes mecánicas en contacto unos con otros. Hoy en día, el aceite lubricante, es el más utilizado debido a su amplia gama de aplicaciones.

Los programas de mantenimiento predictivos son importantes herramientas en las actuales culturas enfocadas a la calidad. El análisis de muestras de lubricantes en uso es uno de los pilares en los que se fundamentan estos programas.

El análisis de lubricantes en uso generalmente lo realizan los proveedores de lubricantes como parte del servicio post-venta, actualmente en Latinoamérica las grandes corporaciones productoras de lubricantes como Shell, Mobil, Texaco han cerrado sus laboratorios de análisis de lubricantes en uso. Esto representa un mercado potencial grande para la implementación de un laboratorio que se dedique al análisis de lubricantes. Se necesita de un laboratorio imparcial, moderno y rápido.

1.2. Objetivos

- Se tiene como finalidad, que esta tesis enfoque su análisis en el estudio y desarrollo ingenieril. Evaluando la rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo de la construcción e implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes.
- Brindar un procedimiento adecuado y simple de cómo realizar un análisis de lubricantes, ya sea nuevo o usado.
- Dar el conocimiento sobre el uso y manejo de los aparatos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de análisis de aceites en los componentes seleccionados de los equipos.
- Analizar los costos de operación, los beneficios financieros y determinando la tasa de retorno de la inversión.
- Las metas alcanzadas buscarán ser un primer avance de un proyecto de desarrollo sostenible para la optimización de costos, mantenimiento de equipos y maquinarias, en el ámbito del sector de energía y minería, que en nuestro país actualmente se encuentra en auge.

CAPÍTULO II

2. JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento predictivo y el monitoreo de condición son dos herramientas ampliamente utilizadas por los departamentos de mantenimiento en todo el mundo.

Toda máquina se desgasta por el tiempo, por el funcionamiento y por múltiples agentes contaminantes a los que se ve expuesto. Sin embargo, la vida útil de un equipo puede ser alargada por alguna forma de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo o proactivo.

De la misma manera que los fluidos corporales son valiosos indicadores de las condiciones de los organismos vivos, las maquinarias tienen en los lubricantes precisa información acerca del estado de la amplia gama de piezas lubricadas.

El análisis periódico de lubricantes es una herramienta de administración de mantenimientos de motores y maquinarias, es un mantenimiento preventivo moderno y básico. En Perú algunas compañías que comercializan lubricantes ofrecen servicios de análisis de aceite, pero su principal interés es vender lubricantes.

Actualmente las corporaciones como Shell, Mobil, Texaco han cerrado sus laboratorios de análisis de lubricantes en uso (10 000 mil muestras de análisis en uso mensuales en promedio) lo que representa una interesante demanda de número de análisis.

El presente estudio busca determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto de construcción e implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes que pueda captar esta demanda.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

3.1. Lubricantes [1]

3.1.1. Generalidades sobre los lubricantes

a. Fabricación de aceites lubricantes

Los procesos a seguir para la obtención de las distintas gamas de lubricantes, tanto los tipos destinados a la industria como los de automotriz son los siguientes:

- Las bases con los distintos tratamientos que tienen en su proceso de obtención pasan a la planta de mezclas.
- Se efectúan las mezclas de estas bases (dos generalmente) para obtener las viscosidades y calidades requeridas.
- Se complementan sus características incorporando a aquellos que lo requieran, distintos tipos de aditivos de acuerdo con su aplicación y posterior servicio.

b. Aditivos lubricantes

Como aditivos lubricantes se entienden aquellos compuestos químicos destinados a mejorar las propiedades naturales de un lubricante y conferirle propiedades que no poseen y que son necesarias para cumplir su cometido.

Las exigencias de lubricación de los modernos equipos y grandes máquinas en general, así como los motores de combustión

interna de muy altas revoluciones y pequeño chárter, obliga a reforzar las propiedades intrínsecas de los lubricantes, mediante la incorporación de aditivos químicos en pequeñas cantidades; y el hecho de que con pequeñas cantidades de estos compuestos químicos se modifiquen profundamente el comportamiento de los aceites, ha hecho que se generalice mucho su empleo.

c. Propiedades generales de los aditivos

Los aditivos se incorporan a los aceites bases en muy diversas proporciones, desde partes por millón, hasta el 20 % en peso de algunos aceites. Cada aditivo tiene una o varias misiones que cumplir.

Fundamentalmente los aditivos persiguen los siguientes objetivos:

- Limitar el deterioro del lubricante a causa de fenómenos químicos ocasionados por el entorno o actividad propia del equipo.
- Proteger la superficie lubricada de la agresión de ciertos contaminantes externos.
- Mejorar las propiedades físico-químicas del lubricante o proporcionarle otras nuevas.

d. Actuación de un aditivo frente a otro y ante el aceite base

Naturalmente, los aditivos deben ser solubles en el aceite base, y el efecto que le confieren es, en algunos casos, peculiar para el aceite en el que se incorpora, o sea, que un aditivo que es efectivo en un aceite puede no serlo, al menos en el mismo grado o en otro. A esta propiedad se le denomina susceptibilidad del aceite base para con el aditivo.

Al formular la composición de un aceite multi-aditivado, se tiene muy en cuenta el comportamiento de los distintos aditivos entre sí. Su compatibilidad es una característica muy importante.

En mezcla con el aceite, dos o más aditivos son compatibles si no dan lugar a reacciones que formen compuestos indeseables o que mermen considerablemente, o bien anulen los efectos que se persiguen. Por otra parte, se da el caso, debido a un efecto de sinergismo, de que algunos aditivos vienen a reforzar la acción propia de otros. Por todo lo expuesto, se comprende que cuando sea necesario reponer el nivel en un sistema que contenga aceite aditivado, se utilice siempre el mismo tipo que se está usando. Hoy en día, la mayoría de lubricantes necesitan de su aditivación para llevar la misión que se les encomienda.

Conforme los aditivos se van degradando con el uso, el aceite va perdiendo sus propiedades iniciales, y por ello se comprende que sea necesario respetar los períodos estipulados para la renovación del lubricante en uso.

e. Actuación sobre propiedades físicas

Mejoradores del índice de viscosidad

El índice de viscosidad es un número arbitrario, calculado mediante las viscosidades del lubricante tomada a dos distintas temperaturas (40°C y 100 °C) el cual indica la resistencia que tiene un lubricante a cambiar su viscosidad con la temperatura.

Los aditivos son los siguientes:

- Poli-isobutenos.
- Copolímeros de alquilmacrilato.
- Copolímeros de alquilacrilato.
- Copolímeros de vinil acetato-alquilm fumaratos.
- Poliestireno alquilatado.

Depresores del punto de congelación

Cuando un aceite procedente de crudos parafínicos se le somete a temperaturas bajas, sufre un cambio notable en su estado físico consistente en una congelación total. Esto es debido al alineamiento natural de los hidrocarburos que componen la masa de aceite, provocando la cristalización a bajas temperaturas de la parafina presente en las fracciones de estos tipos de lubricantes.

Los depresores del punto de congelación son productos químicos que modifican el proceso de cristalización de la parafina, de tal modo que el aceite puede escurrir a baja temperatura. Los tipos de depresores que se utilizan actualmente son polímeros de los siguientes tipos:

- Polímeros y copolímeros de alquilmetacrilato.
- Poliacrilamidas.
- Copolímeros de vinil carboxilato-dialquil fumaratos.
- Poliestireno alquilado.
- Polímeros y copolímeros de alfa-olefinas.

f. Actuación sobre las propiedades químicas

Antioxidantes

En términos generales, la oxidación está influenciada por los siguientes parámetros:

Temperatura, oxígeno, tiempo, impurezas químicas en el aceite y catalizadores externos.

En consecuencia, el aceite atraviesa por una serie compleja de reacciones de oxidación, existiendo varias teorías sobre este fenómeno, pero la más clara es la llamada de radicales libre.

Los principales antioxidantes utilizados actualmente son:

- Ditiolfosfatos de zinc (también efectivo como inhibidor de corrosión).
- Fenoles bloqueados (de los cuales el grupo hidroxilo está bloqueado estéticamente).
- Amina-fenil-alfa-riafilamina, N-feni-tetrametil-diamino-difenilmetano y ácido-antranílico.

También son utilizados:

- Ditiolfosfatos metálicos, especialmente de zinc.
- Ditiocarbonatos metálicos, principalmente de zinc.
- Terpenos sulfurizados.
- Terpenos fosfosulfurizados.

De los cuatro tipos de inhibidores de la corrosión, los de mayor uso comercial son los ditiolfosfatos de zinc (dialquildiarilditiolfosfato de zinc).

Anticorrosivos

El término de «inhibidor de corrosión» se aplica a los productos que protegen los metales no ferrosos, susceptibles a la corrosión, presentes en un motor o mecanismo susceptible a los ataques de contaminantes ácidos presentes en el lubricante. Por lo general, los metales no ferrosos en un motor se encuentran en los cojinetes.

La mayoría no son productos puros, sino mezclas de mono-ditriorganofosfitos, obtenidos mediante la reacción de alcoholes o hidroxí-ésteres con tricloruro de fósforo.

Anti-herrumbre

El término anti-herrumbre se usa para designar a los productos que protegen las superficies ferrosas contra la formación de óxido.

Tales como los utilizados en turbinas, trenes de laminación, circuitos hidráulicos, calandras, etc. el aceite utilizado debe soportar la presencia de agua libre y/o disuelta en el mismo.

Dicha agua se genera en la mayoría de los casos de la condensación, conduciendo a la formación de herrumbre en la superficie del hierro o acero. Lo mismo sucede los interiores de los alojamientos para el aceite de engranajes, cojinetes, compresores, motores de explosión, etc.

g. Propiedades físico-químicas

Detergentes

Como aditivos detergentes se entienden aquellos productos capaces de evitar o reducir la formación de depósitos carbonosos en las ranuras de los motores de combustión interna cuando operan a altas temperaturas.

Como aditivos antiácidos, alcalinos o súper básicos (que de todas estas formas se denominan) se entienden aquellos productos generalmente del tipo detergente, que poseen una reserva alcalina capaz de neutralizar los ácidos que se originan de la combustión del azufre presente en el combustible.

Los aceites de motor se ven expuestos a operar bajo acción de elevadas temperaturas, que tienden a originar cambios en la naturaleza química del aceite, dando lugar a productos de oxidación. Estos productos son insolubles en el aceite,

aparecen como diminutas partículas y llega aglomerarse o depositarse en las partes internas del motor.

La mecánica según la cual actúan los aditivos detergentes, no está aún muy clara, si bien se cree que actúa frenando el proceso de desintegración térmica, muy posiblemente de modo análogo a cómo actúa el tetra etilo de plomo mejorando el octanaje de una gasolina.

Dispersante

El término dispersante se reserva para designar aquellos aditivos capaces de dispersar los «lodos húmedos» originados en el funcionamiento frío del motor. Suelen estar constituidos por una mezcla compleja de productos no quemados de la combustión, carbón, óxidos de plomo y agua.

Los dispersantes recubren a cada partícula de una película por medio de fuerzas polares, que repelen eléctricamente a las otras partículas, evitando que se aglomeren, o sea, que actúan como acción complementaria de los detergentes que ejercen cierta acción dispersante sobre los lodos del cárter, pero solamente operan cuando las temperaturas del motor son las normales. Para bajas temperaturas del motor, la investigación se orienta hacia el desarrollo de compuestos orgánicos

Los aditivos que han tenido aceptación comercial son:

- Copolímeros de alquilmacrilato y vinilpirolidona.
- Copolímeros de alquilmacrilato y diaquilaminoetil macrilato.

Aditivos multifuncionales

Son aquellos que en una sola molécula encierran propiedades múltiples:

Detergente / antioxidante / dispersante / mejorador del índice de viscosidad, etc.

Aditivos de extrema presión (E.P.)

Como aditivos de extrema presión o E.P. se denominan aquellos productos químicos capaces de evitar el contacto destructivo metal-metal, una vez que ha desaparecido la película clásica del lubricante de una lubricación hidrodinámica. Cuando esto ocurre, se dice que llegamos a una lubricación límite.

Esencialmente todos los aditivos E.P. deberán contener uno o más elementos o funciones, tales como azufre, cloro, fósforo o sales carboxílicas capaces de reaccionar químicamente con la superficie del metal bajo condiciones de lubricación límite.

La facilidad o «actividad» con que un aditivo E.P. puede reaccionar químicamente con la superficie del metal, determina en gran medida la aplicación del mismo.

Aceites de corte - engranajes normales - engranajes hipoidales
- aceites de turbinas, etc.

Estos productos parece ser que actúan localmente en los puntos de máxima fricción para dar lugar a sulfuros, cloruros, etc., con una tensión de corte baja que les hace comportarse como un lubricante.

Aditivos de untuosidad o acetosidad

Son compuestos que, siendo solubles con el aceite, presentan una fuerte polaridad. Tal es el caso de los ácidos de animales y vegetales, los cuales permiten en condiciones de lubricación límite, disponer sus moléculas adheridas a la superficie metálica mediante fuerzas de tipo electrostático e incluso químicas, protegiéndolas cuando existen fuertes cargas o presiones en superficies metálicas que se deslizan entre sí.

Se utiliza en lubricación de guías, trenes de laminación y en ciertos tipos de engranajes.

Antiespumantes

Cuando un aceite está sometido a una acción de batido o agitación violenta, en presencia de aire, éste queda ocluido en la masa del lubricante en forma de burbujas de distinto tamaño que tienden a subir a la superficie, formando espuma que podrían ser persistentes.

Las burbujas de mayor tamaño se rompen con más facilidad que las pequeñas, jugando un importante papel en estos procesos de rotura la tensión superficial del aceite. La tendencia en la formación de espuma viene incrementada por:

- Temperaturas bajas
- Viscosidad alta
- Presencia de agua
- Velocidades de agitación elevada
- Tensiones superficiales altas.

Aditivos emulsionantes

Estos se emplean en los aceites que se destinan a la lubricación de maquinaria expuesta al agua, pues se forma una emulsión perfecta con esto evitado que el aceite sea desplazado o lavado, estos aditivos mejoran la estabilidad de las emulsiones al descender la tensión interfacial del sistema y proteger las gotas de agua por una película interfacial.

3.1.2. Características de los lubricantes [2]

a) Propiedades de los lubricantes

Los principales fabricantes de maquinaria y equipos en general exigen que los lubricantes que se deben utilizar en sus fabricados, cumplan ciertas especificaciones y exigencias acordes con la severidad de las condiciones de diseño y servicio de sus máquinas. Con el fin de unificar criterios, distintas corporaciones y organismos han desarrollado procedimientos de ensayo normalizado, capaz de medir las propiedades del lubricante en cuanto a su calidad, identificación, detección de adulteraciones y contaminaciones así como vigilancia de su comportamiento en servicio.

Definición de las siglas

- ASTM (American Society for Testing and Materials).
- DIN (Deutsche Institut fur Normung).
- INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial)
- IP (Institute of Petroleum).

A continuación vamos a describir brevemente estas propiedades:

Propiedades físicas

Color y fluorescencia

Actualmente estas características carecen de valor como criterio de evaluación de los lubricantes nuevos, ya que pueden ser modificados. Sin embargo, hace unos años los usuarios daban una gran importancia al color de los aceites, como indicativo de un mejor o peor grado de refinado, y por otro lado la fluorescencia se tomaba como indicativo del origen del crudo.

Así la fluorescencia azulada caracterizaba a los aceites artificiales y la fluorescencia verde a los parafínicos.

El procedimiento más usual para determinar el color es el ASTM-D1500 con el que se comparan vidrios patrones de distintos colores con el lubricante.

Densidad

La densidad de los lubricantes está relacionada con la naturaleza del crudo y el punto de destilación de la fracción, para fracciones equivalentes los aceites parafínicos son de menor densidad y los aromáticos los de mayor densidad, correspondiendo a los tipos nafténicos las densidades intermedias.

La terminología que se emplea al referirse a esta característica puede conducir a ciertas confusiones, por lo que vamos a definir los términos que aparecen con más frecuencia.

Esta característica tiene cierta importancia en el campo comercial ya que permite convertir el volumen en peso, e indicativa del tipo de crudo del que procede el aceite.

Viscosidad

La propiedad física más importante de un lubricante líquido es su viscosidad. En términos sencillos, la viscosidad de un líquido puede definirse como su resistencia a fluir y como una medida del rozamiento entre sus moléculas. Como la resistencia a fluir depende de las fuerzas intermoleculares que se desarrollan en el interior del líquido, es de éstas de quien dependerá finalmente la resistencia mecánica observada cuando se hace deslizar una capa de líquido sobre otra capa adyacente de este mismo líquido.

Puede verse modificada considerablemente por las variaciones internas de su composición y estructura, determinadas por el origen del petróleo crudo y su proceso de refinado, y por otra parte por las condiciones externas tales como la temperatura y la presión, que pueden influir sobre las fuerzas moleculares.

3.1.3. Ventajas del análisis de lubricantes en uso de maquinarias

Se entiende por maquinaria pesada a toda maquinaria móvil, diesel, hidráulica y diesel-eléctrica, tal como: maquinaria vial, agrícola, para minería, equipamiento portuario, entre otras que son utilizadas en la construcción, minería, transporte, sector naval y portuario. Dicha maquinaria está constituida por una serie de sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, como motores de combustión interna, compresores de aire, cajas de engranajes, y por circuitos hidráulicos. Es ahí que el análisis de aceite será la herramienta más importante de una estrategia proactiva del mantenimiento.

El servicio de seguimiento de aceite usado brinda una eficiente y poderosa herramienta de mantenimiento.

Al observar de cerca los cambios en la concentración de metales y otros contaminantes que adquiere el aceite, el seguimiento de sus condiciones puede proporcionar una advertencia a tiempo de muchos problemas potenciales. El análisis del lubricante, grasas y fluidos hidráulicos proveen un cuadro rápido y preciso sobre lo que está sucediendo dentro de una máquina (generadores, cajas de cambio, compresoras, sistemas hidráulicos y otras máquinas de uso crítico) y concede información vital sobre la condición del aceite.

El análisis de aceite usado, es una herramienta de administración del mantenimiento para todos los motores y máquinas. Es un mantenimiento preventivo moderno y básico, ningún otro análisis de aceite es tan completo, ni tan confiable para pronosticar el riesgo de problemas.

Sus beneficios son:

- Evita reparaciones innecesarias; este análisis ahorra tiempo y dinero porque identifica lo que necesita reparaciones y lo que no requiere.
- Permite programar el tiempo inactivo para que no interfiera con el plan de trabajo.
- Reduce el tiempo en llevar hacer las reparaciones; ayuda a identificar con precisión las áreas problemáticas. No se pierde tiempo innecesario armando y desarmando.
- Mejora el programa de mantenimiento; ayuda a estabilizar un presupuesto de mantenimiento, porque da un pronóstico de las reparaciones necesarias y el tiempo inactivo para que se realice algunos ahorros antes de que ocurra la falla.
- Vigila las prácticas de mantenimiento; las pruebas rutinarias del aceite verifican que un mantenimiento concienzudo realmente se lleva a cabo.

El análisis del aceite usado es como el análisis de nuestra sangre que hacemos para llevar al médico, usamos jeringas esterilizadas, ambiente adecuado, a veces en ayunas o bajo ciertas condiciones alimentarias, el médico nos pregunta ciertos detalles de nuestra última rutina (síntomas) para poder determinar un diagnóstico en caso tengamos alguna enfermedad, carencia o exceso de algo, de la misma forma para que el aceite sea representativo de la situación, debe ser extraído sin contaminarse, sabemos cuál es esa situación, el equipo donde opera, que operación hace, cuánto tiempo o kilometraje de uso, que aceite utiliza. Basándonos en esto podemos detectar fallas y recomendar acciones.

3.2. Análisis FODA del mercado de servicio del análisis en el Perú

3.2.1 Fortalezas

- Expansión de la demanda de análisis de aceites en uso.
- Alto grado de diversificación en los métodos estándar para el análisis de lubricantes.
- Alta calidad de los productos e innovación tecnológica permanente.
- Información del mercado compacto y factible.

3.2.2 Oportunidades

- Posesión de un mercado fijado.
- Fuerte crecimiento esperado para las industrias mineras.
- Visión expansionista de mercado.

3.2.3 Debilidades

- Intensa competencia con mercado de laboratorios de otros rubros.
- Requerimiento de mano de obra muy especializada.
- Fuerte dependencia de las empresas que solicitan el análisis.

3.2.4 Amenazas

- Eventual alza en las tasas de interés locales.
- Impacto del ruido político en las inversiones en el sector construcción /minero.
- Agresiva campaña de laboratorios de otros rubros que quieren incursionar en este mercado.

3.3. Hipótesis

1. Problemática: Demanda de análisis de aceite de resultados confiables
2. Cuestionamiento: ¿Cuántos laboratorios de servicio de análisis de lubricantes existen?
3. Hipótesis: “La falta de laboratorios de servicio de análisis de aceite lubricante es una oportunidad para cubrir la demanda presente ahora que los principales proveedores de lubricantes han cerrado sus laboratorios de servicio de análisis, el presente estudio buscará ver la viabilidad técnica y financiera.”

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE LOS LUBRICANTES EN SERVICIO [3]

Los análisis de lubricantes proporcionan valiosa información sobre el estado y funcionamiento de la maquinaria, en especial de sus componentes lubricados (ejes, chumaceras, engranes, cojinetes, etc.) Los análisis de lubricantes pueden dividirse de forma sencilla en tres grandes grupos:

- Análisis inicial: Se realizan a productos de los equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del estudio de lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación.
- Análisis rutinarios: Aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros.
- Análisis de emergencia: Se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o lubricante, según:
 - Contaminación con agua.
 - Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
 - Uso de un producto inadecuado.

Una práctica frecuente de análisis a los lubricantes usados asegura que se alcanzará:

- Máxima reducción de los costos operativos.
- Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste.
- Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado.
- Mínima generación de efluentes.

4.1. Servicios a ofrecer

El laboratorio a implementar ofrecerá el servicio de análisis de aceites lubricantes, asegurando el cumplimiento de las buenas prácticas, desde el soporte de sus especialistas, hasta la logística en la recolección y envío de las muestras, dando resultados en forma rápida y eficiente, utilizando un moderno laboratorio con equipos especializados para el análisis de lubricantes.

Análisis de aceites nuevos

Por medio del análisis podemos determinar las características típicas del aceite nuevo, controlar la calidad de la línea de producción e identificar las alteraciones durante su uso.

Análisis de aceites en uso

Un programa de análisis de aceites usados debe ser asignado a un jefe de mantenimiento o a un ingeniero responsable de evaluar las muestras y realizar el seguimiento necesario, desde la toma de la muestra hasta la evaluación final del reporte y las acciones requeridas en caso de degradación del lubricante o fallas del equipo.

La interpretación y diagnóstico cuidadoso de los resultados de las pruebas de laboratorio es una de las partes más importantes de cualquier programa de análisis. A partir de éstos se deben establecer los pasos para corregir las fallas y tomar las acciones necesarias.

Las muestras de aceites serán recepcionadas a través del asesor comercial. Éste entregará un frasco para tal fin que deberá ser enviado en el menor tiempo posible al laboratorio (con la etiqueta correspondiente y el formato diligenciado).

El laboratorio procede a analizar las muestras en un periodo máximo de un día calendario y entregará un reporte con las observaciones que se tengan de la muestra.

El servicio de análisis de lubricantes puede cuantificar, evaluar y determinar:

- Desgaste normal y anormal en equipos por uso y variaciones en las condiciones de operación.
- Mezclas de distintos tipos y/o grados por confusión durante el manejo, de los lubricantes.
- Contaminación del lubricante por fuentes externas
- Estado físico y químico del lubricante, para poder definir su tiempo de vida útil y extender con determinados márgenes de seguridad, el tiempo de cambio.

Adicionalmente permiten determinar:

- Contaminación por sellos deteriorados.
- Manejo inadecuado del producto.
- Practicas inadecuadas de almacenamiento.
- Fugas de productos.
- Desgaste anormal del equipo.

Los requerimientos para las evaluaciones más exclusivas de lubricantes, consideran entre otros, los siguientes ensayos de control de calidad a los aceites a los lubricantes nuevos:

- Viscosidad Cinemática a 40° C y 100°C
- TBN (Número Total de Basicidad)
- Agua por Crepitación
- Apariencia y olor
- Metales por RDE(Electrodo de Disco Rotatorio)
- Punto de Inflamación
- Punto de fluidez
- Espuma

4.2. Descripción de los análisis más comunes para lubricantes en uso

Los análisis de aceite usado son un método muy eficaz, seguro y rápido de determinar futuras posibles fallas en sus componentes evitando así costosas reparaciones y pérdidas de tiempo de producción. Así mismo nos ayudan a proveer información muy valiosa del estado de los componentes, muchos de los cuales son de operación continua y que su paro por causa de desgaste o lubricación nos puede resultar muy costoso.

Estos análisis de aceite usado son de bajo costo comparado al beneficio que puede ofrecer a la mejora en el rendimiento de la operación de equipos en la producción en una planta, maquinaria en una constructora y equipos en fábricas.

Los análisis de aceite usado generalmente se hacen a los siguientes componentes: equipos hidráulicos, reductores, compresores, turbinas, bombas de cualquier tipo, motores, transmisiones tanto mecánicas como automáticas, mandos finales, diferenciales, cajas de engranajes, equipo de trituración en minas, plantas generadoras, etc.

Nuestro servicio de análisis de aceite es el que se emplea en el mantenimiento preventivo que incluiría los siguientes parámetros que a continuación se muestran en los siguientes cuadros:

TABLA N°1. Aceite para motores Diesel

	Análisis	Método
TIPO 1	Viscosidad a 100°C, cSt	ASTM D-445
	TBN	ASTM D-2896
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de nitración, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de sulfatación, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de hollín, ,A/cm ó %	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Combustible, %	ASTM E-2412
	Contenido de glicol %	ASTM E-2412
	Contenido de agua,%	ASTM E-2412
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

TABLA N°2. Aceite de motores a Gas Natural Vehicular

	Análisis	Método
TIPO 2	Apariencia	VISUAL
	Viscosidad a 100°C, cSt	ASTM D-445
	Contenido de nitración, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de Sulfatación, A/cm	ASTM E-2412
	TBN	ASTM D-2896
	Contenido de agua,%	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

TABLA N°3. Aceite para motores a Gasolina

	Análisis	Método
TIPO 3	Apariencia	VISUAL
	Viscosidad a 100°C, cSt	ASTM D-445
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de nitración ,A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de sulfatación ,A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Combustible, %	ASTM E-2412
	Contenido de glicol %	ASTM E-2412
	Contenido de agua,%	ASTM E-2412
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

TABLA N°4: Aceites de transmisión en servicio automotriz

	Análisis	Método
TIPO 4	Apariencia	VISUAL
	Viscosidad a 100°C, cSt	ASTM D -445
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Contenido de agua %	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

TABLA N°5. Fluidos hidráulicos en servicio

	Análisis	Método
TIPO 5	Apariencia	VISUAL
	Viscosidad a 40°C, cSt	ASTM D 445
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Demulsibilidad	ASTM D- 1401
	Contenido de agua,%	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

TABLA N°6. Transmisiones industriales en servicio

	Análisis	Método
TIPO 6	Apariencia	VISUAL
	Viscosidad a 40°C, cSt	ASTM D-445
	Contenido de oxidación, A/cm	ASTM E-2412
	Demulsibilidad	ASTM D-1401
	Contenido de agua,%	ASTM E-2412
	Contenido de silicio, ppm	ASTM D-6595
	Metales de desgaste, ppm	ASTM D-6595

Fuente: Elaboración propia en base a las normas ASTM

CAPÍTULO V

5. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica.

5.1. Objetivos del estudio de mercado

- El principal objetivo del estudio de mercado es obtener información que nos ayude para enfrentar las condiciones del mercado, tomar decisiones y anticipar la evolución del mismo.
- Determinar si existe un número suficiente de consumidores con las características necesarias para considerarlo como demanda de servicio de análisis que se piensa ofrecer.
- Conocer la oferta actual de servicios de análisis de lubricantes.

El logro de los objetivos mencionados solo se podrá llevar a cabo a través de una investigación que nos proporcionará información para ser utilizada como base para una toma de decisión.

5.2. Fuentes de información

Primarias:

Son las investigaciones realizadas mediante entrevistas telefónicas a los clientes existentes; ver **Tabla N°7**. Se cuenta con preguntas que se desea contestar. Para diseñar las preguntas se consideró:

- a) ¿Qué deseo saber?
- b) ¿Mediante que preguntas puedo llegar a lo que deseo saber?

Las principales preguntas que se emplearon en la encuesta:

- a) Preguntas SI o NO.
- b) Preguntas abiertas, en las que la persona contesta lo que desee.
- c) Preguntas de cierre, que se usan para corroborar información previamente solicitada.

Tabla N°7: Relación de empresas encuestadas

COMPañIA	CONTACTO
Compañía cervecera Ambev Perú s.a.c.	pegcnm@ambev.com.br
Compañía Good Year del Perú s.a.	Favio.rodriguez@goodyear.com
Constructora Andrade Gutierrez s.a.c	carlos.barrantes@agnet.com.br
Constructora Oas ltda - sucursal del Perú	cesar.camacho@oas.com
Corporación petrolera s.a.c.	mlizarraga@corpesa.com.pe
Empresa de transportes flores hermanos s.r.l.	flaviervc@hotmail.com
Grupo Transpesa sac	mantenimiento@transpesa.com.pe
Iza Motors Perú sac	antonio@izamotors.com
L.V.M inversiones s.a.	jmantenimiento@lvm.com.pe
Lima vías espress s.a.	hrugeles@lvesa.pe
Minera aurifera retamas s.a.	faucahuasi@marsa-pe.com
Minera bateas s.a.c. - planta concentradora	jquispef@mibsac.com
Perumasivo s.a	Elmergo@perumasivo.com
Siderperu (empresa siderúrgica del Perú saa)	evigo@sider.com.pe

Fuente: Elaboración propia

Para el presente estudio se emplearon fuentes de información primaria para lo cual se realizaron encuestas telefónicas a empresas del sector construcción, minero y transporte, el cuestionario empleado a las empresas se adjunta en el apéndice. (**Ver Apéndice N°3**)

Secundarias:

De fuentes secundarias para el presente estudio de mercado se obtuvo de instituciones abocadas a recopilar documentos, datos e información sobre cada uno de los sectores de interés.

Dentro de este tipo de recolección de información, y lo citado anteriormente, se puede deducir que existen dos tipos de fuentes de recolección:

- **Fuentes externas**

Publicaciones

Informes

- **Fuentes internas**

Registros contables.

Banco de datos.

5.3. Tamaño de la muestra para el estudio de mercado

Cálculo del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de una muestra se tomaron en cuenta varios aspectos, relacionados con el parámetro y estimador, el sesgo, el error muestra y el nivel de confianza.

- **Parámetro**, se refiere a la característica de la población que es objeto de estudio.
- **Estimador**, es la función de la muestra que se usa para medirlo.

- **Error muestral**, siempre se comete ya que existe una pérdida de la representatividad al momento de escoger los elementos de la muestra.
- **Nivel de confianza**, por su parte, es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad; es decir, que caiga dentro de un intervalo determinado basado en el estimador y que capte el valor verdadero del parámetro a medir.

Tamaño de Muestra para Proporciones

Para el presente estudio se va estimar una proporción, se considero:

- El nivel de confianza o seguridad ($1 - \alpha$).
- Precisión que deseamos para el estudio.
- Una idea del valor aproximado del parámetro que queremos medir (en este caso una proporción). Esta idea se puede obtener revisando la literatura y por estudio previos. En el presente estudio utilizaremos el valor $p = 0.5$ (50%).

Cálculo del Tamaño de la Muestra desconociendo el Tamaño de la Población [4]

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{Z_a^2 \times p \times q}{d^2} \dots\dots\dots(1)$$

n = numero de tamaño muestral.

p x q = Probabilidades con las que se presenta el fenómeno.

Z = Valor critico correspondiente al nivel de confianza que usualmente suele ser del 95% o 95.5%.

d= Margen de error permitido en la estimación del estadístico

Para nuestro estudio

Para determinar los valores de p y q , se asume el valor $p = 0.5$ (50%) que maximiza el tamaño muestral.

En el estudio se asumirá que la población se comporta de forma normal, dado que se trata de un grupo muy numeroso. La confianza que se elige es de un 95%, lo que corresponde a un valor Z de 1.96 [4]. El error permitido se eligió como un error de 3%.

Entonces:

$Z_{\alpha} = 1.962$ (ya que la seguridad es del 95%)

$p =$ proporción esperada (en este caso $50\% = 0.5$)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.5 = 0.50$)

$d =$ precisión (en este caso deseamos un 3%)

Reemplazando en la ecuación (1):

$n=1069$ maquinarias y/o equipos

Se requerirá que nuestro estudio de mercado tenga por lo menos 1069 maquinarias y/o equipos para poder tener una seguridad del 95%.

Dicha cantidad es ampliamente superada por las maquinarias y/o equipos que tienen las empresas encuestadas.

Fuentes secundarias empleadas [extracto diario Gestión 2012]

Se empleó un estudio a cargo del INEI, se realizó a 1,220 empresas, ubicadas en 11 regiones del país. No participaron las microempresas.

Participación. La encuesta obtuvo una alta tasa de respuesta del 92%, además de una alta participación de gerentes generales.

En esta se indica que más del 78% del gasto en innovación que realizan las empresas es para comprar bienes de capital. Para el 2021 la meta es que la industria invierta el 1% de sus ventas en este tema.

El nivel de innovación por parte de la industria en el Perú es relativamente alto (65.5%), según la encuesta realizada; es necesario resaltar que de este total más de 78% del gasto se destina a la compra de maquinarias y equipos.

En otro punto, la encuesta detalla que el 23.7% de las empresas innovadoras en el país lo hace con el objetivo de atender la demanda del mercado interno, mientras que el 8.8% en respuesta a las demandas de ellas mismas.

Esta encuesta realizada por el INEI refuerza nuestro estudio previo lo que nos lleva a afirmar que las empresas van a invertir en maquinarias que van a necesitar mantenimiento. Mantenimiento que va a estar basado en el análisis del lubricante empleado en estas máquinas.

Komatsu crecerá 60% en ventas y evalúa terrenos al sur de Lima [extracto diario Gestión 2012]

Sin duda el 2012 fue el mejor año en ventas en Perú para Komatsu-Mitsui, ya que su proyección es alcanzar una facturación superior a los US\$ 500 millones. “Tenemos un crecimiento de más de 60% en nuestras ventas”, precisó el presidente ejecutivo, Eduardo Razetto.

El directivo recordó que hace cuatro años Komatsu-Mitsui era una empresa que cerró en unos US\$ 100 millones. Y si bien las proyecciones de ventas para este año son altas, para el 2013 son mucho más. “En 2009 fijamos US\$ 600 millones como meta para el 2014. Este monto se logrará en el 2013”, destacó.

La firma calculó, para el próximo año, la importación de 80 equipos mineros grandes; es decir, volquetes de 300 toneladas, cuyo valor es de US\$ 5 millones.

5.4. Resultados del estudio de mercado

A partir del estudio de mercado se determinó que actualmente hay una demanda insatisfecha de análisis de aceites lubricantes, demanda total de análisis de lubricantes al año promedio 228,000 muestras para análisis.

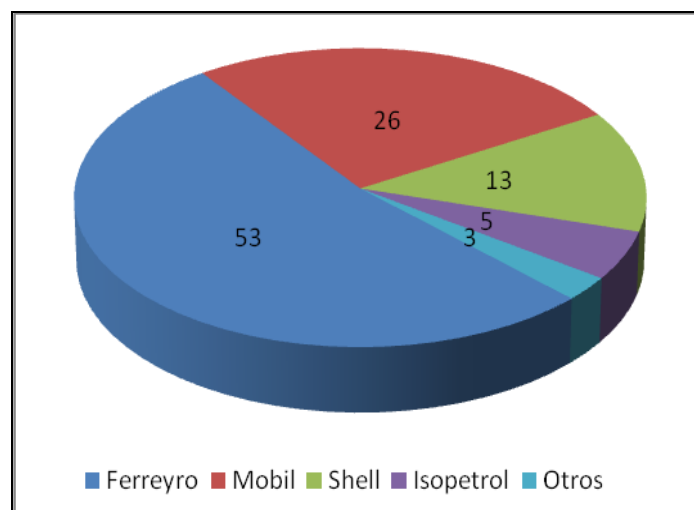
El estudio determinó adicionalmente que el análisis de lubricantes se va incrementar dada la situación favorable del país, las empresas van a aumentar sus inversiones en maquinaria pesada lo que representa la demanda de análisis lubricantes en uso.

Algunas de las empresas dedicadas a la venta de lubricantes ofrecen el servicio de análisis a sus clientes.

Se determinó que los análisis que actualmente se practican son realizados por las empresas proveedoras de lubricantes.

El estudio determinó que la mayoría de los análisis actualmente se realizan con la empresa Ferreyros la cual posee un 53% del mercado de análisis de lubricantes. (Ver Figura N°1)

**Figura 1. Análisis de aceites lubricantes
en el Perú**



Fuente: Elaboración Propia

La hipótesis asumidas se verifican debido a que hay una demanda importante de análisis de aceites lubricantes, así mismo no se cuentan con laboratorios confiables para los clientes.

5.5. Análisis de resultados

En cuanto a los análisis los clientes indicaron que los análisis realizados por lo general son ofrecidos como paquetes de análisis que constan de varios análisis diferentes practicados a la misma muestra.

Todos los paquetes contienen análisis de viscosidad y de partículas metálicas. Estos son los más ofrecidos debido a que las empresas proveedoras de lubricantes lo utilizan como una forma de demostrar que su producto es de calidad superior al de la competencia.

Los análisis con más frecuencia son los de oxidación y número total de base (TBN). Estos análisis reflejan el estado del lubricante y permiten planificar su cambio en el momento más oportuno.

Las empresas proveedoras de lubricante lo ofrecen como un servicio a sus clientes, el servicio es generalmente gratuito el precio está incluido en el lubricante.

Los análisis se enfocan a demostrar que el lubricante de la empresa proveedora es de buena calidad y no son utilizados como herramienta en un programa de mantenimiento predictivo.

Los equipos del sector minero de gran auge en la actualidad son sumamente costosos y para la mayoría de los empresarios tenerlos parados representa un costo significativo. Las empresas que poseen montacargas y maquinaria pesada o flotas de buses acuden a los laboratorios de las empresas que les venden los lubricantes para analizarlos debido a que no se cuentan con laboratorios especializados en análisis de lubricantes que le permitan poder usar el análisis de lubricante en uso en el mantenimiento preventivo.

Debido a que la empresa Ferreyros empresa proveedora de maquinaria pesada posee su propio laboratorio y que son los responsables del mantenimiento de muchas de estas maquinas, ellos también ofrecen este servicio. Este segmento representa una oportunidad a futuro, cuando el laboratorio pueda competir en calidad y precio con dicha empresa.

CAPÍTULO VI

6. LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO

El laboratorio estará ubicado en la Provincia Constitucional del Callao, esto debido a que busca proveer servicio de análisis a empresas que vienen llevando sus análisis con sus proveedores de lubricantes, para ello se va emplear las instalaciones de las empresas productoras de lubricantes; estas empresas tienen sus plantas de producción y laboratorios cerca del puerto del Callao ya que la materia prima que emplean para la elaboración de lubricantes vienen en barcos provenientes generalmente de Norteamérica y Europa esta materia prima se descarga a través de tuberías subterráneas a sus tanques de almacenamiento, por este motivo se busca aprovechar la infraestructura existente.

Además los clientes que enviaban sus muestras de provincias llegan por avión lo cual es más rápido el transporte hacia las instalaciones. En el caso del lubricante en uso el análisis determina el estado del lubricante en un momento determinado por lo mismo el estado de la maquinaria y/o equipo por eso es importante que entre la fecha de toma de muestra de la maquinaria y/o equipo y la fecha de recepción para el análisis debe transcurrir el menor tiempo posible para dar un diagnóstico más adecuado y oportuno.

CAPÍTULO VII

7. DISTRIBUCIÓN ORGANIZACIONAL

7.1. Diseño Organizacional

Una visión expresa las aspiraciones y propósitos fundamentales de una organización por lo general apelando a los corazones y las mentes de sus colaboradores.

La visión

“Ser el mejor laboratorio de análisis de lubricantes que pone a disposición de nuestros clientes los resultados más confiables y rápidos en el análisis de lubricantes, operando con la tecnología idónea y el personal capacitado que nos permite garantizar la calidad de nuestros resultados”.

Objetivos estratégicos

Proveer un servicio de análisis de lubricantes rápido, efectivos y de alta calidad que nos transforme en los líderes en este tipo de servicios en la región.

Metas

Las metas de la organización son los resultados que se han seleccionado y que todos en la organización están comprometidos a lograr para la supervivencia a largo plazo y el crecimiento de la organización.

Nuestras metas para los primeros tres años:

- Analizar 12 000 muestras de lubricante durante el primer año de operación y alcanzar las 72 000 muestras para el tercer año de operación con mínimo durante todo el proyecto.

- Recuperar la inversión inicial hecha en equipo e instalaciones en un máximo de cinco años.
- Tener una tasa de rendimiento de por lo menos un 20% de utilidades sobre la inversión realizada.

Diseño de puestos

El diseño del puesto, que surge del análisis del puesto, se ocupa de estructurar los puestos para mejorar la eficiencia de la organización y aumentar la satisfacción en el trabajo de los empleados.

El principal objetivo es facilitar la tarea de encontrar a la persona idónea para cada tarea y desglosar de forma clara cuáles son sus obligaciones y responsabilidades.

Análisis del puesto

El análisis de puesto es el proceso que consiste en obtener información acerca de los puestos determinando cuales son los deberes, tareas o actividades de los mismos. A través de este análisis también se pueden determinar las características que debe poseer la persona que ha de ocupar cada puesto.

El análisis de los puestos es el fundamento de muchas prácticas de recursos humanos, y sirven para justificar las descripciones del puesto y otros procedimientos de selección de personal.

Dos de los métodos más populares son:

- Análisis funcional del puesto
- Método del incidente crítico

En este caso se utilizara el método del incidente crítico, el objetivo del método del incidente crítico es identificar las tareas decisivas del puesto. Las tareas decisivas del puesto son los deberes y responsabilidades

importantes en el trabajo que realiza el empleado y que lo llevan al éxito.

Los puestos propuestos para el análisis son. (Ver Apéndice N°1)

Tabla N° 8. Puestos propuestos

Puesto	Cantidad	Salario mensual (\$)
Jefe de laboratorio	1	1 800
Gerente general	1	4 000
Jefe de Contabilidad	1	1 500
Gerencia de administración y finanzas	1	3 000
Analista de laboratorio	1	1 000
Practicante de laboratorio	1	400
Asesor de campo	1	1 200
Secretaria ejecutiva	1	800
Encargado de limpieza	1	300

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VIII

8. ESTUDIO TÉCNICO

8.1. Descripción de equipo propuestos

a. Viscosímetro automático Huillón

El viscosímetro automático huillón VH1 (**Ver Figura 2**) proporciona alto rendimiento para pruebas de viscosidad, dando resultados rápidos con menos de 1 ml de muestra. Inicialmente desarrollado para instalaciones de mezcla de lubricantes y laboratorios de investigación, utilizando programas de monitoreo de estado de aceite, este método ha sido aprobado por la norma ASTM D 7279. El viscosímetro automático dispone de un tiempo de ejecución promedio de 60 segundos y ofrece resultados con la precisión de la norma ASTM D 445. Tiene la ventaja que se puede conectar a una PC, los usuarios pueden controlar centralmente hasta 16 capilares de expansión hasta 4 baños. Los resultados se muestran y se guardan en la base de datos, impresos o enviados directamente a una base de datos.

Características y Beneficios

- La precisión de la norma ASTM D 445 con menos de 1 ml de muestra.
- Rango de viscosidad: de 2 a 2000 cSt a 40°C.
- La temperatura del baño de 20 a 110°C con una estabilidad 0.01°C.
- Alto rendimiento - 75 muestras por hora, por baño.
- Viscosidad media y / o índice de viscosidad en cuestión de minutos.
- Limpieza automática de tubos de secado.
- Menos de 10 ml de disolvente utilizado en el ciclo de limpieza.

Figura 2. Viscosímetro Automático**Huillón VH1**

**Fuente: Pagina web de la marca representante
en el Perú**

b. Equipo para determinar espuma en aceites lubricantes**• Alcance**

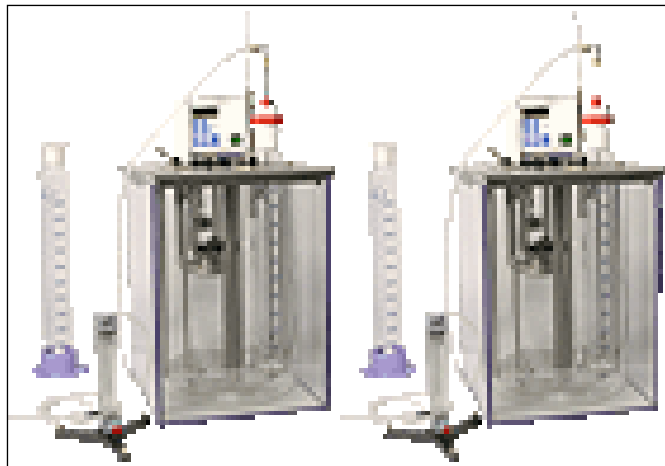
La tendencia de los aceites a la espuma puede ser un problema grave en sistemas como los de alta velocidad de engranaje, de alto volumen de bombeo y la lubricación por salpicadura. La pérdida de la lubricación inadecuada, la cavitación y el desbordamiento de lubricante puede conducir a un fallo mecánico.

Este método de prueba cubre la determinación de las características que hacen espuma de aceites lubricantes, a 24 y 93.5°C, a estas temperaturas se evalúa la tendencia y la estabilidad de la espuma.

Parámetros técnicos

Energía de entrada	2300W
Fuente de alimentación	El AC 220V±10% 50Hz
Gama del control de la temperatura	24 ~ 93.5°C
Exactitud del control de la temperatura	± 0.5°C
Motor	25W
Temperatura que ajusta alcance	0 ~ 99.9 °C
Dispositivo que mide el tiempo	0 ~ 99.99 horas
Flujómetro	16 ~ 160 ml/min

Figura 3. Equipo para determinar espuma en aceites lubricantes



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

c. Espectrómetro de emisión para el análisis de partículas de desgaste

• **Descripción**

El espectrómetro es compacto y resistente, transportable y fácil de usar, diseñado específicamente para el análisis de partículas de desgaste, contaminantes, aditivos en lubricantes, fluidos hidráulicos y líquidos refrigerantes. Utiliza un electrodo de disco rotatorio (RDE), técnica que sirve para medir las cantidades

disueltas de partículas finas en suspensión, de productos derivados del petróleo, naturales o sintéticas a base de refrigerantes.

El Spectroil M / CW se ha convertido en el instrumento estándar en la mayoría de los laboratorios comerciales de análisis de aceite y de los programas de monitoreo de condiciones que requieren el análisis de partículas de desgaste rápido, contaminantes y aditivos en lubricantes.

Cumple con los requisitos de la norma ASTM D6595 (método estándar para la determinación de metales de desgaste y contaminantes de los aceites lubricantes usados o fluidos hidráulicos).

- **Prueba analítica**

- Metales de desgaste
- Contaminantes
- Aditivos

- **Beneficios y características**

- Proporciona una advertencia temprana de un desgaste anormal.
- Cumple con método de ensayo ASTM D6595
- No necesita preparación de la muestra.
- El tiempo de análisis es de 30 segundos.
- Analiza todos los elementos al mismo tiempo.
- Siempre listo para analizar las muestras.
- Fácil de operar sin una formación especial o de fondo.
- No requiere servicios especiales o gases, sólo de energía de CA.
- Capacidad para análisis de partículas grandes.
- Capacidad de análisis de azufre.

Figura 4. Espectrómetro de emisión para el análisis de partículas de desgaste



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

d. Equipo para determinar el Punto de inflamación

- **Descripción**

Es un equipo automático de copa abierta, combina la operación automatizada y tecnología en la detección del punto de inflamación, aumentando considerablemente la productividad del laboratorio.

Ofrece una versatilidad inigualable lo que permite al usuario configurar el instrumento de la forma que mejor se adapte a la aplicación individual. Selección de la sonda de gas o eléctrico de encendido, almacenamiento amplio de registro local o exportar directamente a un sistema LIMS, con funcionamiento autónomo o multi-instrumento de la creación de redes gestionadas por software basado en Windows. Sofisticadas funciones de control de calidad, incluyendo la trazabilidad, calibraciones automáticas con control de bloqueo, la verificación de la calidad del producto mediante la comparación de los datos pre-programados.

- **Aplicaciones**

Punto de inflamación de Copa Abierta.

- **Características y Beneficios**

- Fácil de usar y determinar el punto de inflamación.
- Visualización en tiempo real durante el análisis.
- Amplia la memoria local para el control de las pruebas y el análisis estadístico.
- Capacidad de la corrección del sensor de presión barométrica.
- Calibración de la frecuencia de etiquetado.
- Encendido automático de pruebas, y volver a encender la llama de inmediato durante las pruebas, si es necesario, la supresión automática de gas después de la prueba
- Funciones de red, controlado por PC, operación de gestión de los datos disponibles.

Figura 5. Equipo para determinar el punto de inflamación



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

e. Equipo para determinar separabilidad del agua

- **Descripción**

La capacidad de un aceite lubricante para separarse del agua y resistir la emulsificación es una característica importante del rendimiento en aplicaciones que impliquen la contaminación del agua y la turbulencia. Separabilidad del agua se determina por agitación de volúmenes iguales de agua y muestra a analizar a una

temperatura controlada para formar una emulsión y observar el tiempo requerido para la separación de la emulsión que se produzca. Este método es adecuado para aceites de petróleo y fluidos sintéticos.

- **Características y Beneficios**

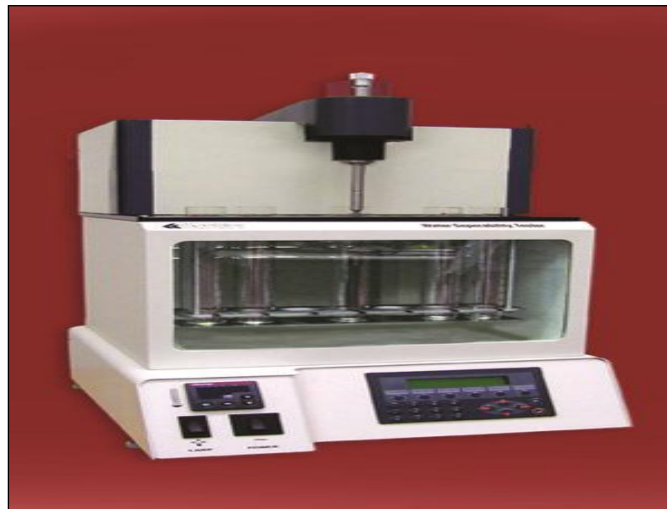
- Realiza pruebas de características de la emulsión de los aceites lubricantes.
- Es digital, agitador con control por microprocesador, incorpora funciones avanzadas para una mayor flexibilidad y facilidad de operación.
- Baño de limpieza, calefacción iluminada, proporciona una excelente visibilidad.
- Microprocesador de control de temperatura con pantalla digital y construida para la protección contra los riesgos a nivel de exceso de temperatura.
- Cumple con las normas ASTM, ISO y las normas relacionadas con el agua para las pruebas de separabilidad.

- **Especificaciones**

- Cumple con las especificaciones de ASTM D1401, D6074, D6158, ISO 6614, DIN 51599.
- Rango de agitación: 60 - 1800 rpm.
- Precisión: ± 1.0 rpm.
- Unidad: 1/10hp (75W), un par elevado.
- Rango de temperatura del baño: 25 a 150°C
- Control de Estabilidad: $\pm 0,05^\circ\text{C}$.
- Capacidad: siete de 100 ml probetas graduadas.

- **Construcción:**
 - Frasco de vidrio pírex de 12x12 pulgadas (30.5x30.5cm)
 - Medio: agua o aceite blanco técnico
 - Mediana Capacidad: 21.9L (5,8 gal)
- **Requisitos eléctricos**
115V 50-60Hz, 12A 220-240V 50-60H
- **Accesorios incluidos**
Siete probetas de 100 ml
- **Dimensiones**
 - LxWxH, mm (cm) 12x12x38 (30.5x30.5x96.5)
 - Peso Neto: 55 lbs. (24.9kg)

Figura 6. Equipo para determinar separabilidad del agua



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

f. Equipo para determinar el punto de fluidez

Este equipo utiliza métodos estandarizados para determinar el punto de fluidez. El equipo automático realiza las mediciones exactamente de acuerdo con los respectivos procedimientos ASTM, se controla todos los movimientos de la muestra y para completar el proceso, con una alta resolución y sistema de detección simultáneamente

examina toda la muestra para el movimiento (punto de fluidez) y la formación de cristales (punto de enturbiamiento). Para obtener un rendimiento óptimo, el equipo tiene capacidad para cuatro pruebas programadas por el usuario, que pueden desviarse de los procedimientos estándar, manteniendo la metodología general de la prueba.

El enfriamiento de la muestra es también definido por el usuario y se puede disminuir en las etapas (aquellos definidos por la norma ASTM D97 o ASTM D2500), a una velocidad constante o utilizando la temperatura definida por el usuario.

- **Características y Beneficios**

- Automatiza, verter y nublar el análisis de puntos con una precisión del microprocesador.
- Proporciona precisión.
- Funcionamiento autónomo o en red.
- Fácil de operar y mantener.
- Permite que las pruebas sean estandarizadas o personalizadas.
- Funciona en configuraciones de red independientes y multi-analizador.
- Proporciona una documentación completa de todos los parámetros y resultados de pruebas.
- Envía datos a cualquier dispositivo conectado en serie, incluyendo impresoras de red.

Figura 7. Equipo para determinar punto de fluidez



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

g. Espectrofotómetro Infra-Rojo (FT-IR)

Mide la composición química de un lubricante.

- **Principios de Funcionamiento**

Cada compuesto tiene una huella infrarroja única. Usando una Espectroscopia de Transformador Infrarrojo Fourier (FT-IR), se monitorean los puntos clave de en un lubricante específico en el espectro. Usualmente, estas huellas son contaminantes comunes y subproductos de degradación únicos para un lubricante en particular. Para mayor información. **(Ver Apéndice N°2)**

- **Importancia**

Un análisis molecular de lubricantes y líquidos hidráulicos por espectroscopia FT-IR produce información directa en especies moleculares de interés, incluyendo aditivos, interrupción de productos líquidos y contaminación externa. El espectro infrarrojo de aceites usados es comparado con la base del espectro (la base de espectro escogido de uno de los cinco grupos dependiendo del tipo de aceite). Las diferencias en espectro IR son cuantificadas. Los niveles de oxidación, nitración y

subproductos de sulfato son reportados junto con el hollín, agua, y glicol.

- **Aplicaciones**

Para todos los lubricantes industriales.

- **Características y beneficios**

- Absoluta fidelidad de la transmisión.
- Los componentes especializados para bloquear las reflexiones parásitas.
- Electrónica avanzada para el muestreo de alta fidelidad de la señal.
- Alto grado de control sobre la imagen de la fuente que permite la optimización de los parámetros de medición
- Abscisa precisión superior a $0,01 \text{ cm}^{-1}$

Figura 8. Espectrofotómetro Infra-Rojo (FT-IR)



Fuente: Pagina web de la marca representante en el Perú

8.2. Descripción de los métodos a emplear

- **Normas ASTM que se emplean en el análisis de aceite en uso**

ASTM International es una de las organizaciones más grandes del mundo para el desarrollo voluntario de normas, una fuente confiable de normas técnicas para materiales, productos, sistemas, y servicios.

Conocidas por su alta calidad técnica y relevancia en el mercado, las normas ASTM desempeñan un importante papel en la infraestructura de la información que orienta el diseño, la fabricación y el comercio en la economía mundial.

ASTM International, originalmente conocida como American Society for Testing and Materials (ASTM), se formó hace más de un siglo, cuando un grupo de ingenieros y científicos con miras al futuro se reunieron para tratar las frecuentes roturas de rieles en la pujante industria ferroviaria. Su trabajo condujo a la estandarización del acero utilizado en la construcción de rieles, mejorando la seguridad ferroviaria para el público. Con el avance del siglo y los nuevos desarrollos industriales, gubernamentales y ambientales se hacía necesario nuevos requisitos de estandarización, ASTM respondió a la demanda con normas en consenso que hicieron mejores, más seguros y rentables los productos y servicios. La orgullosa tradición y visión avanzada que comenzó en 1898 es aún el sello de ASTM International.

Actualmente, ASTM sigue teniendo un rol de liderazgo al tratar las necesidades de estandarización del mercado global. Conocida por las mejores prácticas en su clase para el desarrollo y entrega de normas, ASTM está a la vanguardia en el uso de tecnología innovadora para ayudar a sus miembros a desarrollar las normas, e incrementar su accesibilidad al mundo. Las normas ASTM que se van a emplear en el laboratorio de análisis de aceites lubricantes se describen a continuación:

a. ASTM D7279 - Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos de forma automatizada -Viscosímetro Houillon

Importancia y uso

Muchos productos derivados del petróleo y algunos otros productos que no se utilizan como lubricantes en el equipo, y el correcto funcionamiento del equipo depende de la viscosidad apropiada del lubricante que se utiliza. Además, la viscosidad de los combustibles es importante para la estimación de almacenamiento óptimo, la manipulación, y las condiciones operativas.

Así, la determinación precisa de la viscosidad es esencial para muchas especificaciones del producto. La viscosidad de los aceites usados es un parámetro determinado comúnmente en la industria del petróleo para evaluar el efecto de desgaste del motor en los aceites lubricantes usados, así como la degradación de las partes del motor durante el funcionamiento.

El viscosímetro Huillón; ofrece la determinación automática de la viscosidad cinemática. Típicamente un volumen de muestra de menos de 1 ml se requiere para el análisis.

Alcance

- Este método de ensayo cubre la medición de la viscosidad cinemática de líquidos transparentes, opacos, así como aceites lubricantes nuevos y son medidos mediante un viscosímetro Houillon en el modo automático.
- El rango de viscosidad cinemática capaz de ser medido por este método de ensayo es 2 a 1500 mm²/s. El intervalo es dependiente de la constante de tubo utilizado. El rango de temperatura que el aparato es capaz de alcanzar esta entre 20°C y 150°C, sin embargo, la precisión sólo se ha determinado para el intervalo de

viscosidad desde 25 hasta 150 mm²/s, a 40°C y de 5 a 16 mm²/s a 100°C.

b. ASTM D892 - Método de prueba estándar para la determinación de espuma de aceites lubricantes.

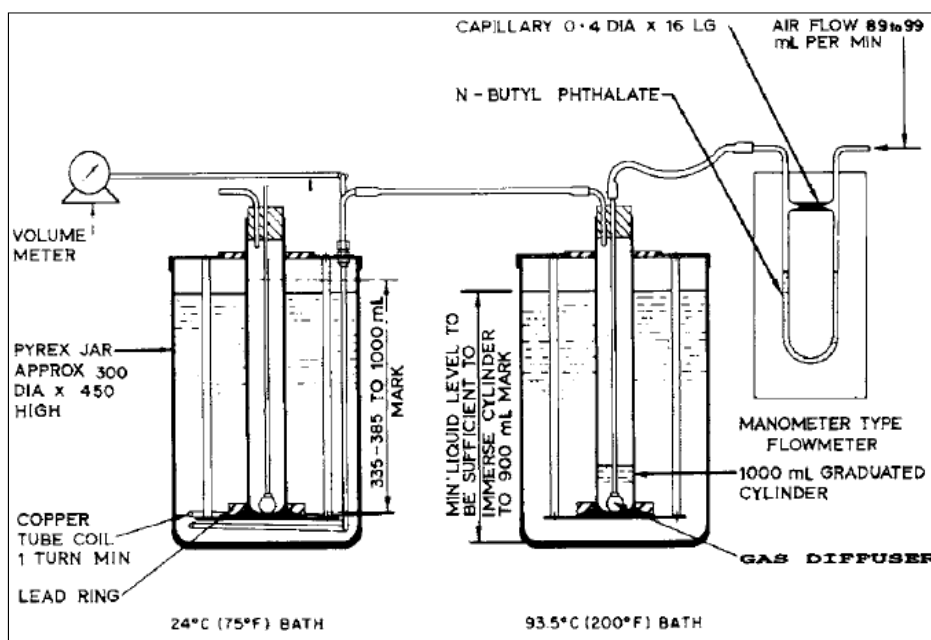
Importancia y uso

La tendencia de los aceites a la espuma puede ser un problema grave en sistemas como los de alta velocidad de engranaje, el bombeo de alto volumen, y lubricación por salpicadura. La pérdida de la lubricación inadecuada, la cavitación, y el desbordamiento de lubricante puede conducir a un fallo mecánico. Este método de ensayo se utiliza en la evaluación de aceites para condiciones de funcionamiento.

Alcance

- Este método de ensayo cubre la determinación de las características espumantes de aceites lubricantes a 24 y 93,5°C.

Figura 9. Esquema para determinar espuma de aceites lubricantes



Fuente: Norma ASTM D892

- c. **ASTM E2412 - Práctica estándar para la monitorización del estado de los lubricantes usados por los análisis de tendencias. Uso de infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR).**

Importancia y uso

El muestreo periódico y el análisis de lubricantes han sido utilizados como un medio para determinar el estado general de maquinarias. Los equipos de emisión (AE) y de absorción atómica (AA) se emplean a menudo para el análisis de desgaste de metal (por ejemplo, el método de prueba D5185). Una serie de ensayos de propiedades físicas complementa el análisis de desgaste del metal que se utilizan para proporcionar información sobre el estado del lubricante (por ejemplo, Método de prueba D445). El análisis molecular de los lubricantes y fluidos hidráulicos por espectrometría FT-IR da información directa sobre las especies moleculares de interés, incluidos los aditivos, los productos de descomposición de fluidos y contaminantes externos, y por lo tanto complementa el desgaste de metal y otros análisis utilizados en un programa de monitoreo.

Alcance

- Esta práctica cubre el uso de FT-IR en el agotamiento del control de aditivos, la acumulación de contaminantes y la degradación del material de base en los lubricantes de maquinaria, fluidos hidráulicos y otros fluidos utilizados en la operación de maquinaria normal. Los contaminantes monitoreados incluyen agua, hollín, etilenglicol, combustibles y aceite. La oxidación, nitración y sulfatación son monitoreados como evidencia de la degradación. El objetivo de esta actividad es el seguimiento para diagnosticar la condición operativa de la máquina, sobre la base de condiciones de fallo observada en el aceite.

Los parámetros de medición y los datos de interpretación se presentan para que los operadores de diferentes FT-IR; espectrómetros; sirven para comparar los resultados mediante el empleo de las mismas técnicas.

- Esta práctica se basa en tendencias y análisis de la respuesta de distribución a partir de mediciones de absorción en el infrarrojo medido. Mientras la calibración para generar unidades físicas de concentración puede ser posible, es innecesario o poco práctico en muchos casos. Los límites de advertencia o alarma (el punto donde se recomienda el mantenimiento de acción en una máquina son determinados o controlados) se puede determinar mediante un análisis estadístico, la historia de los equipos de igual o similar, de pruebas circulares u otros métodos, en relación con la correlación con el rendimiento del equipo.
- Estos límites de aviso o alarma pueden ser un máximo o valor mínimo para la comparación con una sola medición o también puede estar basada en una tasa de cambio de la respuesta medida. Esta práctica se describe la distribución, pero no impide la utilización de la velocidad de cambio de avisos y alarmas.
- Esta práctica se ha diseñado como una verificación rápida y simple de monitorización del estado de lubricantes en servicio y se puede utilizar para ayudar en la determinación del estado de la maquinaria en general, mediante la medición de propiedades observables en el espectro infrarrojo medio tal como agua y la oxidación del aceite. Los datos infrarrojos generados por esta práctica se suele utilizar en conjunción con otros métodos de prueba. Por ejemplo, la espectroscopia infrarroja no puede determinar el desgaste de los niveles de metal o cualquier otro tipo de análisis elemental. La práctica tal como se presenta no está destinada para la predicción de propiedades lubricantes

física (por ejemplo, viscosidad, número de la base total, el número total de ácido, etc.).

d. ASTM D4052 - Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa y gravedad API.

Importancia y Uso

La densidad es una propiedad física fundamental que puede ser utilizado en conjunción con otras propiedades para caracterizar tanto las fracciones ligeras y pesadas de petróleo y sus derivados. La determinación de la densidad o la densidad relativa de petróleo y sus productos es necesaria para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 15°C.

Alcance

- Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad, densidad relativa y gravedad API de destilados de petróleo y aceites viscosos que pueden ser manejados de una manera normal como líquidos, a la temperatura de la prueba, ya sea por equipos de inyección de muestra, manuales o automáticas. Algunos ejemplos de productos que pueden ser probados por este procedimiento incluyen: las mezclas de gasolina y oxigenar la gasolina, diesel, aceites base, ceras y aceites lubricantes.
- Este método de ensayo no debe ser aplicado a las muestras de color oscuro por lo que la ausencia de burbujas de aire en la celda de muestra no puede ser establecido con certeza.
- Las unidades de medida aceptados para la densidad son gramos por mililitro (g/ml) o kilogramos por metro cúbico (kg/m³).

- e. **ASTM D5293 - Método de prueba estándar para la viscosidad aparente de aceites de motor entre -5 y -35°C.**

Importancia y uso

La viscosidad aparente de los aceites de motores de automoción se correlaciona con el arranque del motor de baja temperatura, la viscosidad aparente no necesita predecir con exactitud el comportamiento de arranque del motor de un aceite en un motor específico. La correlación entre el simulador de arranque en frío (CCS) y la viscosidad aparente en el arranque del motor se confirma a temperaturas entre -1 y -40°C por el trabajo en 17 aceites de motor comerciales (5W, 15W 10W, y 20 W). Productos de petróleo y minerales sintéticos basados fueron evaluados.

Alcance

- Este método de ensayo cubre la determinación en laboratorio de viscosidad aparente de los aceites de motor por el simulador de arranque en frío (CCS) a temperaturas entre -5 y -35 ° C a esfuerzos de corte de aproximadamente 50 000 a 100 000 Pa y velocidades de corte de aproximadamente 105 a 104 s⁻¹ para viscosidades de aproximadamente 900 a 25 000 mPa.s. El rango de un instrumento depende del modelo de instrumento y la versión del software instalado.
- Un procedimiento especial se ofrece para la medición de aceites altamente visco-elásticas de los instrumentos manuales.
- Se proporcionan procedimientos para la determinación tanto manual y automático de la viscosidad aparente de los aceites de motor utilizando el simulador de arranque en frío.

f. **ASTM D97 - Método de prueba estándar para determinar el punto congelación de productos derivados del petróleo**

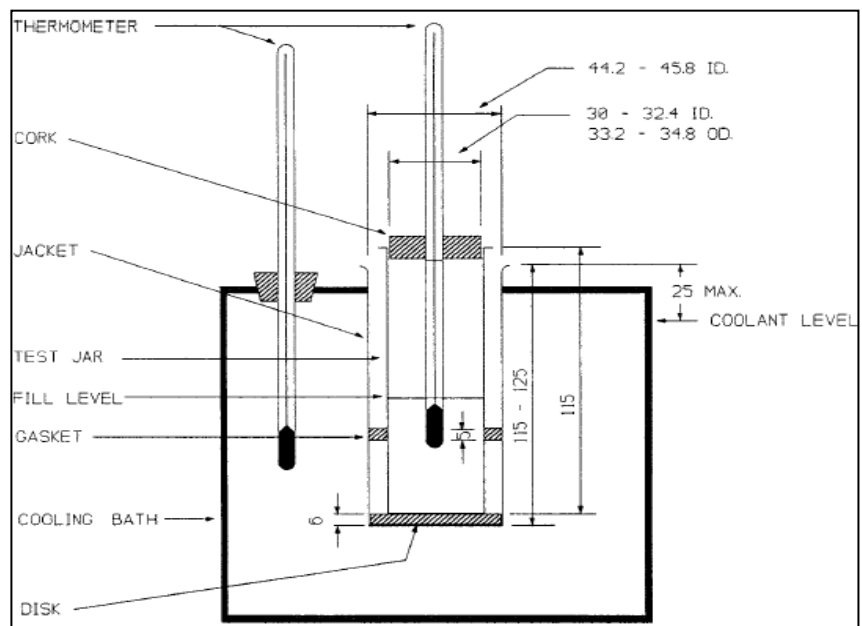
Importancia y Uso

El punto de fluidez de un producto de petróleo es un índice de la temperatura más baja de su utilidad para ciertas aplicaciones.

Alcance

- Este método de ensayo está diseñado para ser utilizado en cualquier producto derivado del petróleo.
- En la actualidad no existe ningún método de ensayo ASTM para el método de prueba automatizado D97 verter mediciones puntuales.
- Existen varios métodos de prueba de ASTM que ofrecen los procedimientos alternativos para la determinación de puntos de congelación utilizando aparatos automáticos.

Figura 10. Esquema para determinar el punto de congelación



Fuente: Norma ASTM D97

g. ASTM D92 - Método de prueba estándar para determinar los puntos de inflamación y fuego por copa abierta

Importancia y uso

El punto de inflamación es una medida de la tendencia de la muestra de ensayo para formar una mezcla inflamable con aire bajo a condiciones de laboratorio controladas. Es sólo una de una serie de propiedades que deben ser considerados en la evaluación del riesgo de inflamabilidad general de un material. El punto de inflamación se utiliza en los reglamentos de seguridad para definir los materiales inflamables y combustibles. Consultar el reglamento particular que participa de las definiciones precisas de estas clasificaciones.

El punto de inflamación puede indicar la posible presencia de materiales altamente volátiles e inflamables en un material relativamente no volátil o no inflamable. Por ejemplo, un punto de inflamación anormalmente baja en un ensayo de aceite del motor puede indicar contaminación de gasolina. Este método de prueba se utiliza para medir y describir las propiedades de los materiales, productos o ensamblados en respuesta al calor y la llama de una prueba bajo condiciones controladas de laboratorio y no se utiliza para describir ni evaluar los riesgos de incendio de los materiales, los productos, o ensamblados en condiciones reales de incendio. Sin embargo, los resultados de este método de ensayo se pueden utilizar como elementos de una evaluación del riesgo de incendios que tiene en cuenta todos los factores que son pertinentes para una evaluación de los riesgos de incendio de un uso final particular. El punto de fuego es una medida de la tendencia de la muestra de ensayo para mantener la combustión.

Alcance

- Este método de ensayo describe la determinación del punto de inflamación y punto de combustión de productos derivados del petróleo por un aparato manual de Cleveland de copa abierta, o un sistema automatizado de Cleveland aparato de copa abierta.
- Este método de ensayo es aplicable a todos los productos derivados del petróleo con puntos de inflamación por encima de 79°C (175°F) y por debajo de 400°C (752°F), excepto los aceites combustibles.

h. ASTM D1401 - Método de prueba estándar para la separación del agua de aceites de petróleo y fluidos sintéticos.

Importancia y uso

Este método de ensayo proporciona una guía para determinar las características de separación de agua de los aceites sometidos a la contaminación del agua y la turbulencia. Se utiliza para la especificación de los aceites nuevos y el seguimiento de los aceites de servicios.

Alcance

- Este método de ensayo de medición de la capacidad de los aceites de petróleo o fluidos sintéticos para separarse del agua. Aunque desarrollado específicamente para los aceites de turbinas de vapor que tienen viscosidades de 28.8 - 90 mm²/s, a 40°C, este método de ensayo puede ser utilizado para probar los aceites de otros tipos que tienen viscosidades diferentes y fluidos sintéticos a temperaturas de prueba. Se recomienda, sin embargo, que la temperatura de ensayo se eleve a 82 ± 1°C cuando se prueban los productos más viscosos que 90 mm²/s, a 40°C. Para los aceites de mayor viscosidad, donde no hay

suficiente mezcla de aceite y el agua, el método de prueba D2711 se recomienda.

- Al probar fluidos sintéticos cuyas densidades relativas son mayores que la del agua, el procedimiento es igual, pero hay que señalar que el agua probablemente flotará sobre la emulsión o líquido.

i. ASTM D6595 - Método de prueba estándar para la determinación de metales de desgaste y contaminantes en aceites lubricantes usados o fluidos hidráulicos por espectrometría por emisión

Importancia y uso

La determinación de residuos en el aceite lubricante usado es un método clave para el diagnóstico practicado en los programas de monitoreo de condición de la máquina. La presencia o aumento de la concentración de metales de desgaste específicas pueden ser indicativos de las primeras etapas de desgaste si hay datos de referencia de concentración para la comparación. Un marcado aumento de los elementos contaminantes puede ser indicativo de materiales extraños en los lubricantes, tales como anticongelante o en la arena, que puede conducir al desgaste o degradación del lubricante. El método de prueba identifica a los metales y su concentración por lo que las tendencias en relación con el tiempo o la distancia puede ser establecida y la acción correctiva puede ser tomada antes de la falla más grave o catastrófica.

Alcance

- Este método de ensayo cubre la determinación de metales de desgaste y contaminantes de los aceites lubricantes usados y fluidos hidráulicos.

- Este método de ensayo proporciona una indicación rápida de desgaste anormal y la presencia de contaminación en lubricantes nuevos o usados y fluidos hidráulicos.
- Este método de prueba utiliza metales solubles en aceite para la calibración y no pretende relacionar cuantitativamente los valores determinados en forma de partículas insolubles en los disolventes de metales.

Los resultados analíticos son los resultados de tamaño de partícula dependientes puede ser obtenido por los elementos presentes en las muestras de aceite usado como partículas grandes.

- El método de ensayo es capaz de detectar y cuantificar los elementos resultantes del desgaste y la contaminación que van desde los materiales disueltos a las partículas de aproximadamente 10 micrómetros de tamaño.

(Ver Apéndice N°4). Caso de aplicación de la norma y equipo a emplear.

8.3 Distribución de áreas de trabajo y equipo del laboratorio

La distribución tanto de las áreas así como de los equipos a emplear se muestran en el plano del laboratorio, que se adjunta en siguiente página.

8.4 Diseño del local [5]

Aunque el diseño final del laboratorio sea obra de arquitectos e ingenieros, el personal de análisis debe participar en algunas de las decisiones que afectarán en definitiva a su entorno de trabajo y a las condiciones en que éste se desarrolla. En este capítulo se exponen varios aspectos que deberán tener en cuenta los analistas, si se les pide que colaboren en el diseño de su laboratorio.

La disposición del laboratorio debe diseñarse con criterios de eficiencia. Por ejemplo, la distancia que deba recorrer el personal para llevar a cabo las distintas fases de los procesos analíticos ha de ser lo más corta posible, aun teniendo presente que tal vez haya que separar unos procedimientos de otros por motivos analíticos o de seguridad.

Figura 11. Plano del Laboratorio, distribución de áreas y equipos a emplear

Con frecuencia transcurren cinco años desde que se toma en principio la decisión de construir un nuevo laboratorio hasta el momento en que éste entra en funcionamiento. También se suele prever que no requerirá modificaciones importantes durante otros diez años. Dado que el volumen de trabajo puede cambiar en ese plazo, no es conveniente diseñar un laboratorio teniendo sólo en cuenta los pormenores de las actividades previstas actualmente. Aun en el caso de que el volumen de trabajo sea siempre el mismo, el curso de los acontecimientos puede exigir cambios en la importancia relativa otorgada a los diferentes tipos de análisis. Además, los avances en la instrumentación y en la metodología analítica pueden alterar las necesidades de espacio y las condiciones para un determinado análisis. Existen argumentos a favor del diseño del laboratorio en función de las actividades "genéricas" y "especializadas". Debe estudiarse la posibilidad de que haya una habitación independiente para el personal, por pequeña que sea, ya que ello no sólo proporciona un mayor grado de seguridad al personal del laboratorio, sino que además contribuye a asegurar la integridad de las muestras.

Para facilitar una rápida evacuación en caso de incendio o cualquier otra emergencia, deben preverse por lo menos dos entradas/salidas en cada habitación, siempre que sea posible.

a. Control del medio ambiente

Un control adecuado de la temperatura, la humedad y el polvo es importante para el bienestar del personal, el funcionamiento de los instrumentos y la seguridad en el trabajo (por ejemplo, con disolventes inflamables). Los instrumentos ópticos suelen requerir unas condiciones de temperatura y humedad estables para funcionar debidamente.

Es posible que el equipo electrónico precise unos niveles determinados de temperatura y humedad ambiental.

Condiciones ambientales:

- Temperatura: 18 – 22°C
- Humedad relativa: menor a 88%

Para mantener estas condiciones ambientales se empleara des-humificadores, estufas eléctricas y sistema de aire acondicionado.

Los ordenadores han de protegerse de campos magnéticos intensos provenientes de otros aparatos; los empleados o visitantes con marcapasos deberán evitar tales campos.

Puede que sea necesario un sistema de agua fría de la red de abastecimiento, agua destilada o de refrigeración localizada para que ciertos aparatos funcionen debidamente y se utilicen dentro de los procedimientos de análisis.

Los materiales de ensayo, reactivos y patrones habrán de almacenarse en condiciones reguladas (expuestos a campanas extractoras).

Algunas sustancias deben protegerse de la luz del sol o de las lámparas fluorescentes que las afectan (se utilizara frascos de color ámbar). Las balanzas e instrumentos ópticos delicados necesitan protección contra las vibraciones (por ejemplo de los mezcladores, tambores y centrífugas) para este caso estarán sobre mesas anti-vibratorias e incluso tendrán un UPC con su respectivo transformador.

Todas estas necesidades han de identificarse y documentarse de manera que en el sistema de garantía de la calidad puedan incluirse procedimientos adecuados para regularlas y tomar las medidas oportunas.

Serán necesarios registros en los que conste que:

- Las muestras se reciben, almacenan, manejan y son analizados en condiciones ambientales que no afectan negativamente a los análisis.
- Los controles de la temperatura, la humedad y la luz en las zonas sensibles son adecuados para proteger las muestras, sus extractos, el personal y el equipo.

b. Control de la limpieza

Como en lo que concierne a cualquier otro aspecto de las actividades del laboratorio, la responsabilidad de las operaciones de limpieza deberá definirse claramente.

Tanto el personal de la limpieza como el del laboratorio deberán tener instrucciones precisas sobre sus obligaciones respectivas en relación con:

- La limpieza de los suelos, superficies verticales (por ejemplo, armarios, paredes, ventanas y puertas), superficies horizontales (por ejemplo superficies de trabajo, estanterías), equipo, interior de refrigeradores, congeladores, campanas de humos, almacenes de temperatura regulada.
- Control del contenido de refrigeradores, congeladores, campanas de humos, almacenes de temperatura regulada.
- Comprobación del funcionamiento del equipo de acondicionamiento de aire y extracción de polvo y de las campanas de humos.
- Lucha contra las plagas.

El programa de garantía de la calidad incluirá tanto planes de trabajo como registros de observaciones y de medidas necesarias que incluyan las operaciones de limpieza de esta índole.

c. Techos y dobles techos

Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3m RD 486/2009 (Real Decreto N°/año – Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o inflamable (M1) (**ver más adelante la Tabla N° 10**), y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0).

Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable.

Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado (**Ver Figura 12**).

También deben valorarse sus propiedades en cuanto a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto los techos como los dobles techos, estén pintados en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación.

Figura 12. Tabiques y dobles techos

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

d. Suelos

Normalmente, los suelos suelen estar proyectados para una sobrecarga de uso mínimo de 300 kg /m^2 aunque en los recintos del departamento en que vayan a instalarse equipos o máquinas pesadas, estas cifras deben ser superiores. Es recomendable que tengan una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto, estando sus características, en algunos casos, específicamente establecidas (por ejemplo, el trabajo con radioisótopos o agentes biológicos). Los factores que suelen considerarse para la elección del material para el suelo son:

- Resistencia a agentes químicos
- Resistencia mecánica
- Posibilidad de caídas, especialmente cuando están mojados
- Facilidad de limpieza y descontaminación
- Impermeabilidad de las juntas
- Posibilidad de hacer drenajes
- Conductividad eléctrica
- Estética
- Comodidad (dureza, ruido, etc.)

- Precio
- Duración
- Facilidad de mantenimiento.

Tabla N° 9. Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos

Agente químico	Madera dura	Linóleoum	67% PVC	Cerámica vidriada	Terrazo	Cemento
Acetona, éter	R	R	M	B	B	B
Disolventes organoclorados	M	R	M	B	B	R
Agua	R	B	B	B	B	B
Alcoholes	R	B	B	B	B	B
Ácidos fuertes	R	M	B	B	M	M
Bases fuertes	M	M	B	R	M	M
Agua oxigenada 10%	M	B	B	B	B	M
Aceites	M	B	B	B	R	R
Facilidad de contaminación	M	M	R	B	M	M
R: regular; B: buena; M: mala						

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

En cuanto a la resistencia química, sirve de referencia lo expuesto en la **Tabla N°9**, aunque siempre existe la posibilidad de una protección adicional para operaciones específicas. Si se utilizan superficies con alicatado, éste deberá ser de calidad, aunque habrá que prever también la calidad del cemento de unión, ya que puede convertirse en material absorbente de los productos que se viertan en la superficie. La madera dura tratada, muy utilizada, aunque proporciona sensación de confort y calidad, debe descartarse en aquellos casos en que puede haber riesgo de contaminación por absorción de vertidos o salpicaduras; este aspecto es muy importante cuando se trata de productos de elevada toxicidad u olor penetrante. En el caso de la utilización de radioisótopos o en la manipulación de agentes biológicos deben emplearse los materiales específicamente recomendados, impermeables, exentos de poros y ranuras, que permitan una fácil limpieza y descontaminación.

Si en el laboratorio se utilizan habitualmente productos corrosivos, debe descartarse al máximo el empleo de partes metálicas, que requerirían un mantenimiento frecuente. En general es recomendable el uso de los nuevos tipos de materiales poliméricos por su baja porosidad y facilidad de lavado y descontaminación.

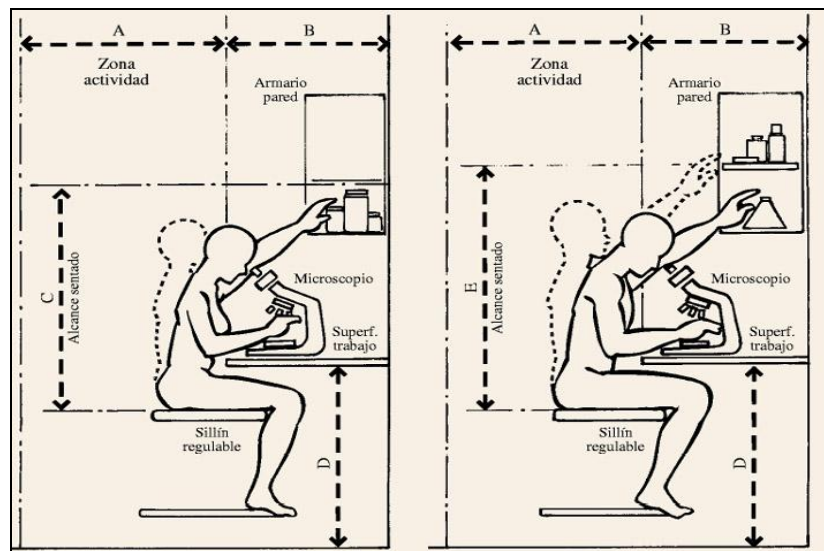
e. Puesto de trabajo

El diseño del puesto de trabajo debe tener en cuenta las recomendaciones básicas establecidas en relación con las medidas antropométricas y también que en el trabajo de laboratorio pueden alternarse las posiciones de pie o sentado. En el primer caso, implica que el plano de trabajo tenga una altura del orden de 95cm, considerando que dicho plano debe estar entre 5 y 10cm por debajo del codo. Por otro lado, para poder realizar el trabajo sentado con esta altura del plano de trabajo, se recomiendan sillas con respaldo y

reposapiés, siendo preferibles a los clásicos taburetes, así como disponer de espacio suficiente para colocar los pies debajo del plano. Si se trata de puestos de trabajo de postura sentada, como por ejemplo el trabajo con microscopio, tendrán que tener las medidas adecuadas teniendo en cuenta, además el acceso a las estanterías que contienen materiales o productos. Si el trabajo es de pie estas estanterías no deben estar situadas a más de 150cm de altura.

Las distancias óptimas para el trabajo encima de una mesa se resumen en la **Figura 13** de manera indirecta, indican también el espacio necesario para cada trabajador.

Figura 13. Trabajo sentado en el laboratorio.



Distancias y alcances adecuados para mujer (izquierda) y hombre (derecha)

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España

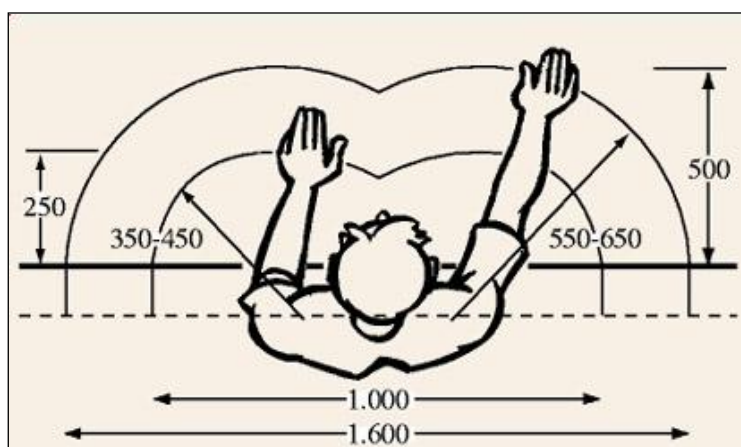
Las sillas deben proporcionar el equilibrio y confort suficientes y tener en cuenta las siguientes características de diseño:

- Anchura entre 40-45 cm
- Profundidad entre 38-42 cm
- Base estable provista de 5 patas con ruedas
- Disponibilidad de margen de regulación en altura, superior al habitualmente recomendado (38-50 cm)

- Asiento acolchado (2 cm sobre base rígida con tela flexible y transpirable)
- Impermeabilidad e incombustibilidad según las características del tipo de trabajo

Finalmente en cuanto a aspectos estrictamente estéticos, como el color, deberá atenderse a lo expuesto más adelante sobre combinaciones de colores generalmente aceptables y sus incompatibilidades.

Figura 14. Área de trabajo sobre una mesa



Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España

f. Ventanas

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten; presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco.

El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En aquellos casos en que sea necesario situar mesas de trabajo frente a las mismas, la altura del antepecho no debe ser inferior a 1 m. En el caso de que haya materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o no se abran hacia adentro.

En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión.

Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los cristales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior.

g. Puertas

Los principales factores a considerar en el diseño e instalación de las puertas se comentan brevemente a continuación:

• Número de puestas

Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación en caso de emergencia.

- **Dimensiones mínimas**

La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo.

Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación.

Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes.

- **Entrada y salida del laboratorio**

Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas antipánico) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso de incendio.

- **Sentido de apertura**

Según la NBE-CPI/2009 (Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI-2009: Condiciones de protección contra incendios de los

edificios"-Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España) las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas deben abrirse «siempre» en el sentido de la evacuación. Aunque ésta circunstancia no sea habitual, excepto para algunos laboratorios de prácticas, como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. En caso de estar situadas en un pasillo muy transitado, pueden retranquearse, aun a costa de perder una pequeña superficie de laboratorio, lo que impide que su apertura dificulte la evacuación; otra alternativa que soluciona parcialmente el problema es que puedan abrirse 180°. También es recomendable que las puertas que comunican entre sí distintos laboratorios se abran en el sentido de la evacuación y desde el laboratorio con mayor riesgo hacia el de menor riesgo.

- **Resistencia al fuego (RF)**

La mínima RF de una puerta depende de la RF exigible al sector de incendio en que vaya a ser instalada, debiendo ser de, al menos, la mitad de la RF del elemento compartimentado. Si el paso entre sectores se realiza a través de un vestíbulo previo, la RF de las puertas será de al menos la cuarta parte de la exigida para el elemento compartimentado. En un laboratorio con riesgo de incendio bajo es recomendable una RF-30, aunque la NBE-CPI/2009, fija una RF-60 mínima para las zonas de riesgo especial. A modo de ejemplo, debe considerarse que una puerta convencional de doble tablero de contrachapado.

- h. Materiales y acabados**

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica,

ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación.

Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su inflamación y se generaliza el incendio. Por ello, en los locales en los que se manejan productos inflamables, los revestimientos deben ser M0 ó M1 (**Ver la Tabla N° 10**).

Cuando un elemento de material incombustible, M0, está recubierto de una lámina fina de material combustible, por ejemplo, una pared de yeso con papel pintado, se suele considerar que el material sigue siendo M0 si el espesor de la película es inferior a 1 mm.

Tabla N°10. Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego (Norma UNE- 23727)

Clase	Comportamiento frente al fuego
M0	Incombustible
M1	Combustible pero ininflamable
M2	Inflamabilidad moderada
M3	Inflamabilidad media
M4	Inflamabilidad alta

Fuente: Norma UNE-23727

En los laboratorios en que no se manipulen productos inflamables, se recomienda que materiales como alfombras o moquetas no tratadas con productos ignífugantes, ocupen una superficie inferior al 10% del local o departamento de laboratorio. Deberá tenerse un cuidado especial con elementos como las cortinas, debido a su facilidad para inflamarse al estar abundantemente aireadas.

Si es necesario colocarlas en un local con riesgo de incendio, deberán ser de un material incombustible (M0) como por ejemplo, la fibra de vidrio.

Finalmente, por lo que se refiere al material a emplear en las mesas de trabajo, llamadas también poyatas, mesas de laboratorio, mesetas o bancos de prueba o de trabajo, debe procurarse combinar su resistencia mecánica y a los agentes químicos con la facilidad de lavado y descontaminación, así como con los aspectos estéticos y de comodidad.

Respecto a la resistencia mecánica, debe valorarse, por un lado, las operaciones que se vayan a realizar, que pueden incluir golpes, raspaduras, o aplicación de material cortante, y, por otro, los instrumentos a colocar encima, que por su peso pueden romper superficies duras consideradas adecuadas por su resistencia química y/o a raspaduras y material cortante.

Aunque ya se han citado al hablar del diseño del puesto de trabajo, desde el punto de vista estrictamente de seguridad debe valorarse la conveniencia o no de disponer de estantes sobre las mesas de laboratorio, debido al peligro de caídas y roturas de recipientes y envases de productos químicos peligrosos depositados en los mismos. No obstante, los estantes resultan de gran utilidad para depositar pequeños objetos o instrumentos utilizados normalmente en el trabajo de laboratorio, facilitando la disponibilidad de la mesa de laboratorio.

i. Color del techo, paredes, suelo y mobiliario

Los aspectos más importantes que deben considerarse al elegir los colores para el laboratorio son las interferencias que pueden ejercer al efectuar comprobaciones del color de un determinado proceso (por ejemplo virajes), el factor de reflexión de la pintura elegida y la armonía entre los colores. A modo de recomendación general, en un

laboratorio se debe elegir el blanco o el crema para las paredes y mobiliario. La elección de tonos claros tiene el efecto beneficioso de aumentar la sensación de amplitud de los recintos pequeños y de facilitar la visión de la señalización y carteles indicadores.

En los despachos, cuartos de balanzas, salas de reuniones, etc., se pueden utilizar diferentes combinaciones en paredes, techos, suelo y mobiliario, para obtener un ambiente agradable. Hay que tener en cuenta que algunas combinaciones son rechazadas y otras bien aceptadas. En la **Tabla N° 11** se indican ejemplos de compatibilidad de colores.

Tabla N° 11. Compatibilidad de colores Mezclas y combinaciones generalmente bien aceptadas

Techo	Pared	Suelo	Muebles	Incompatibles
Azul-verde	Blanco	Verde pálido	Verde pálido	Gris verdoso
Rojo-verde	Blanco	Rosa pálido	Tabaco claro	Castaño
Azul-marrón	Blanco	Azul pálido	Gris	Gris

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

j. Iluminación

El nivel de iluminación del laboratorio debe adaptarse a las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en él. Siempre que sea posible se recomienda disponer de iluminación natural complementada con iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas durante la jornada laboral.

En aquellas tareas en que se precisen niveles de iluminación específicos se colocaran puntos de iluminación localizada.

De acuerdo con el RD 486/2009 y normas UNE 72163:84; 72112:85 (UNE - Una Norma Española- Determinación de Niveles Mínimos de Iluminación) (**ver Tabla N° 12**), se considera que el nivel de

iluminación general adecuado para el laboratorio es de 500 lux. Cuando los niveles de exigencia visual de la tarea sean muy altos el nivel de iluminación mínimo es de 1000 lux.

En el proyecto de norma europea UNE - EN 12464. «Norma Española sobre Iluminación de los Lugares de Trabajo» también se considera que el nivel de iluminación adecuado para los laboratorios es de 500 lux.

Estos niveles deberán ser incrementados cuando un error en la apreciación visual de la tarea pueda suponer un peligro para el trabajador que la ejecuta o para terceros y cuando los trabajadores requieran un nivel de luz superior al normal como consecuencia de su edad o de una menor capacidad visual. La utilización de pantallas de visualización de datos (PVD) también debe ser considerada al fijar las necesidades de iluminación de un laboratorio. El RD 488/97 sobre el trabajo con PVD hace referencia a los requerimientos de iluminación en función de su ubicación, ausencia de reflejos y deslumbramiento.

Tabla N° 12 Niveles de iluminación

R. D. 486/97 Normas UNE 72163:84 y 72112:85			
Exigencias de la tarea	Nivel-mínimo requerido(Lux)	Categoría de la tarea	Nivel-mínimo recomendado
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1000
Muy altas	1 000	G (muy difícil) H(complicada)	2 000 5 000

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

8.5 Programa de mantenimiento

a. Programa de mantenimiento, calibración y verificación de equipos [6]

La Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración) contiene los requisitos que un laboratorio tiene que cumplir si desea demostrar que es técnicamente competente y que es capaz de producir resultados técnicamente válidos. En dicha Norma se han establecido los requisitos generales relativos a la competencia para realizar ensayos, incluyendo el muestreo. En ella se especifica que cada elemento del equipo y su soporte lógico utilizados para realizar ensayos que influyan en los resultados deben llevar, en la medida de lo posible, una identificación única, que el laboratorio debe disponer de procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento, el uso y mantenimiento de los equipos de medida con el fin de asegurar su correcto funcionamiento y evitar cualquier contaminación o deterioro y que deben establecerse programas de calibración para las magnitudes o valores clave de los instrumentos cuando estas propiedades tengan un efecto significativo en los resultados y que antes de ponerse en funcionamiento, los equipos (incluidos los equipos de muestreo), se deben calibrar y verificar para demostrar que cumplen los requisitos especificados del laboratorio y las especificaciones contenidas en las normas aplicables, y deben someterse a un control y/o calibración antes de ser utilizados.

Definiciones

Equipos de medición: son los utilizados para obtener los resultados de las mediciones que emite el laboratorio siguiendo los procedimientos de medida o ensayo.

- Medida directa: instrumentos cuya escala de resultados se representa en unidades de la magnitud que se desea medir. Por ejemplo; calibradores de caudal, medidores de caudal, pipetas electrónicas, material volumétrico, termómetros, manómetros, luxómetros, dosímetros de ruido, sonómetros, medidores de concentración (CO, CO₂, etc.), medidores de radiaciones, balanzas analíticas, etc.
- Medida indirecta: instrumentos cuya respuesta o señal está relacionada con la magnitud que se está midiendo, a través de una función numérica o gráfica, con una forma conocida por el fenómeno en que se basa el método de medida. Por ejemplo; espectrofotómetros, cromatografías, espectrómetros, paleógrafos, etc.

Equipos auxiliares

Equipos que no se utilizan de manera directa para obtener los resultados de las mediciones que emite el laboratorio. Por ejemplo; cargadores de baterías, estufas, baños, agitadores, centrífugas, placas calefactoras, hornos, frigoríficos, congeladores, vitrinas, etc.

Calibración

Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación existente entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por los patrones. El resultado de una calibración permite la estimación de los errores de indicación del instrumento de medida, sistema de medida, o la asignación de valores a las marcas de escalas arbitrarias. El resultado puede registrarse en un medio que en ocasiones se denomina "certificado de calibración" o "informe de calibración", y en ocasiones, el resultado de una calibración se

expresa como una corrección o como un "factor de calibración" o como "curva de calibración".

Mantenimiento

Conjunto de operaciones que permiten que un equipo o sistema de medida esté en perfectas condiciones de uso. El mantenimiento de los equipos puede ser correctivo (corregir fallos, averías) o preventivo (prevenir fallos, deterioros, averías o un mal funcionamiento).

La verificación proporciona un medio para comprobar si las desviaciones individuales obtenidas por un instrumento y los valores conocidos como patrones son iguales.

Gestión de los equipos de medición

El sistema de calidad del laboratorio debe incluir las políticas y objetivos, los procedimientos, las responsabilidades, los registros, etc. relacionados con los equipos de medición. El manual de calidad y los documentos relacionados con la calidad (procedimientos de los equipos) deben incluir las disposiciones o instrucciones oportunas para el control, calibración, verificación y mantenimiento de los equipos.

Dentro del apartado de gestión de los equipos de medición, los aspectos que pueden considerarse como más destacables, y que se tratan a continuación, son: la adquisición y recepción de los equipos, el inventario y la etiqueta identificativa de los mismos, las fichas/registro, los procedimientos de puesta en marcha y utilización y/o de mantenimiento y calibración o verificación, los diarios de uso; así como, la implantación y aplicación del plan de mantenimiento y calibración o verificación de los equipos que, dada su importancia y trascendencia, se contempla de forma específica en otro apartado.

Adquisición de equipos

El laboratorio debe disponer de política y procedimiento para la selección y adquisición de los equipos de medición, que incluya:

- Especificación de las características necesarias, de acuerdo con los requisitos de tolerancias e incertidumbres.
- Selección y evaluación de los proveedores. El laboratorio debe evaluar a los proveedores y mantener un registro de estas evaluaciones. Es recomendable, siempre que sea posible, seleccionar los suministradores que cumplen con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 o que tienen implantado un sistema de calidad acorde, por ejemplo, con las normas ISO 9000.
- Requisitos solicitados al proveedor, tales como: documentación, certificado de calibración o verificación, período de garantía, período de entrega, etc.
- En la adquisición de los equipos nuevos el laboratorio debería exigirse, a los fabricantes o distribuidores, la disponibilidad del manual de instrucciones del equipo en español.
- Análisis de las ofertas frente a las especificaciones y selección de los equipos. Todas las actividades, relacionadas con la compra de los equipos y materiales, conviene documentarlas y archivarlas.

Recepción de equipos

Cuando el laboratorio recibe el equipo o material debe constatar, en primer lugar, que:

- Se corresponde con las características y especificaciones del pedido o solicitud de adquisición.

- Va acompañado de la documentación adecuada y completa (por ejemplo los certificados de calibración o conformidad, si son necesarios).

El laboratorio debe tener establecido un procedimiento que asegure que los equipos recibidos no serán utilizados o puestos en servicio hasta que:

- Se haya comprobado que no han sufrido ningún daño y funcionan correctamente.
- hayan sido calibrados o verificados, cuando se considere necesario, de que cumplen las especificaciones requeridas, debiendo mantenerse un registro de las medidas adoptadas para comprobarlo.

Los equipos recibidos, cuando ya están disponibles o instalados para realizar la función para la cual han sido adquiridos, deben darse de alta, codificarse y etiquetarse, y ser incluidos en el inventario de los equipos disponibles del laboratorio.

b. Plan de mantenimiento y calibración o verificación

El laboratorio debe tener implantado un "Plan de mantenimiento y calibración o verificación" de sus equipos como parte fundamental del sistema de calidad. Las operaciones a realizar con los equipos pueden ser de mantenimiento preventivo y/o de calibración o verificación.

En este documento se ha considerado que una calibración, verificación o mantenimiento es interna cuando las operaciones pertinentes son llevadas a cabo por el propio laboratorio, y externa cuando son llevadas a cabo por un servicio externo contratado, tanto si tienen lugar en el propio laboratorio como en la sede de dicho servicio, previo transporte del equipo.

Para muchos equipos de laboratorio (generalmente, los de medida indirecta) resultará más apropiado hablar de una verificación y no de una calibración, ya que generalmente las magnitudes del equipo de medida no son objeto de medición. Estas operaciones de verificación deben proporcionar un medio para comprobar o acreditar que el equipo o el sistema de medida funcionan correctamente y que cumple con las especificaciones, del fabricante, o de una norma o reglamento.

El programa de calibración y verificación puede funcionar también como listado de equipos y programa de mantenimiento. Consiste en un documento donde se indican los equipos del laboratorio y otros datos en relación a su estado de calibración, verificación y mantenimiento.

Cada laboratorio debe elaborar el formato que más se acople a sus necesidades, habiendo muchísimas opciones distintas y todas completamente válidas. En cualquier caso, normalmente este tipo de documentos suelen tener forma de listado donde se indica la identificación y tipo de equipo, tipo de control (calibración, verificación, mantenimiento), fecha de último control y fecha del próximo.

Una recomendación muy útil es intentar no caer en la duplicidad de información, es decir, teniendo en cuenta que las normas exigen que los equipos dispongan de sus propias fichas con datos como modelo, fabricante, número de serie. No es necesario volver a poner toda esta información en ningún otro documento, ya que el número de identificación (propio e intransferible) asegura la trazabilidad de todos los datos relacionados con ese equipo. (**Ver Tabla N° 13**)

Tabla N° 13.- Programa de mantenimiento y/ calibración de equipos del laboratorio de lubricantes

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	MARCA	NORMA ASTM	FRECUENCIA	COSTO ESTIMADO \$
Viscosímetro Automático 40°C	ISL	ASTM D7279	C/12	300
Viscosímetro Automático 100°C	ISL	ASTM D7279	C/12	300
Baño para determinar espuma	Petrotest	ASTM D 892	C/12	200
FTIR Spectrum Oil Express	Perkin Elmer	ASTM E 2412	C/12	500
Densímetro digital	Mettler	ASTM D 4052	C/12	150
Viscosidad Aparente, CCS	Cannon Instrument	ASTM D 5293	C/12	500
Equipo para determinar Pour Point	Herzog	ASTM D 97	C/12	150
Equipo para determinar Flash Point copa Abierta	ISL	ASTM D 92	C/12	150
Equipo para determinar Demulsibilidad	Koehler Instrument	ASTM D 1401	C/12	200
Espectrómetro por emisión	Spectro Inc.	ASTM D 6595	C/12	1 050
SUBTOTAL EQUIPOS (\$) dólares				3 500

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IX

9. ESTUDIO FINANCIERO

9.1. Inversión inicial

Una de las decisiones más difíciles y trascendentales que se debe encarar es la decisión de invertir. Para realizar este análisis se desarrollarán diferentes cálculos de parámetros económicos, como los costos de inversión, costos de operación, punto de equilibrio, etc. Dichos parámetros constituyen las herramientas necesarias para la determinación de la factibilidad financiera y rentabilidad económica del proyecto de estudio.

La inversión inicial abarca los gastos que se tienen que realizar para poner en marcha el laboratorio de análisis de lubricantes sobre una infraestructura ya existente. Estos gastos se realizarán una vez en el periodo estimado como tiempo de vida de la inversión, al final de este periodo es posible que sea necesario invertir de nuevo en la renovación de equipos y mobiliario. (Ver las Tablas N° 14 y 15)

La inversión inicial a realizar se agrupará en tres grupos de acuerdo al tipo de recursos que se adquirirán:

Instalaciones

Son aquellos gastos que comprenden la adquisición, modificación, adaptación o remodelación del espacio físico para hacerlo apto para el funcionamiento del laboratorio. Incluye instalaciones de agua, gas propano, instalaciones eléctricas y sistemas de ventilación y aire acondicionado.

Mobiliario

Los gastos que comprendan adquisición de muebles para el laboratorio y oficinas.

Equipo

Los gastos que comprendan equipo e instrumentación de los mismos.

Instrumentos y materiales de vidrio

Comprende los instrumentos de laboratorio.

Para el trabajo se tiene las siguientes condiciones de operación:

Tabla N° 14 Condiciones de operación

Costo Anual Mant. % de la inversión	1.0%
Seguros % de la inversión	0.5%
Gastos Administrativos % de la inversión	0.5%
Gastos Ventas % de ventas	0.2%
Impuesto a la renta	30.0%
Años de Operación	10
Reserva legal	10.0%
Utilidad retenida	1.0%

Fuente: Elaboración propia en base al BCR

Tabla N° 15 Capital de Trabajo

Días de Inventario Insumos empleados:	30
Cuentas por cobrar en días de venta:	15

Tasa de inflación	3%
-------------------	----

Fuente: Elaboración propia en base al BCR

Tabla N° 16 Condiciones de financiamiento

Préstamo (M\$ del año 0)	250
Tasa de interés anual %	10%
Plazo para amortizar en años	4

Forma de pago: Amortización constante

M\$: miles de dólares

Fuente: Elaboración propia en base al BCR

Teniendo los parámetros establecidos en los cuadros anteriores procedemos a la elaboración del estado financiero del proyecto.

La amortización en moneda corriente, del préstamo (deuda) estará dividido en un periodo de pago de 4 años. **(Ver Tabla N°17)**

El valor de las ventas estará establecido en función del número de análisis de cada año y por el costo de este, obteniendo de este modo el valor de las ventas de cada año. **(Ver Tabla N°18)**. Los costos generados de los análisis para cada años estará en función al costo de los reactivos (precio de los insumos) que se utilizara en el análisis y al número de análisis establecido en cada año. **(Ver Tabla N°19)**

Tabla N° 17 Cuadro de servicio de la Deuda (M\$: Miles de dólares)

Año	0	1	2	3	4
Moneda Corriente					
Deuda	250.00	18.50	125.00	62.50	0.00
Amortización		62.50	62.50	62.50	62.50
Interés		25.00	18.75	12.50	6.25
Pago		87.50	81.25	75.00	68.75
Moneda Const. del año 0					
Amortización		60.63	58.81	57.04	55.33
Interés		25.00	18.75	12.50	6.25
Pago		85.63	77.56	69.54	61.58
A. Corr. - A. Const.		1.88	3.69	5.46	7.17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 18 Valor de venta (M\$: miles de dólares del año 0)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de análisis	12 000	24 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000
Precio por Análisis \$	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Valor M\$	180.00	360.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00	1 080.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 19 Costo de Análisis (M\$: miles de dólares del año 0)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de análisis	12 000	24 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000
Costo por Análisis \$	7.43	7.65	7.88	8.12	8.36	8.61	8.87	9.14	9.41	9.69
Valor \$	89.16	183.67	567.54	584.57	602.10	620.17	638.77	657.93	677.67	698.00

Fuente: Elaboración Propia

9.1.1. Instalaciones

Para la construcción del laboratorio será necesario hacer construcciones para cumplir con los requerimientos de un laboratorio siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones. Será necesario la instalación eléctrica y la instalación de agua para satisfacer los requerimientos de los equipos. Será necesario habilitar el sistema de extracción de los gases del espectro de emisión e instalación de luminarias.

Los gastos previstos para la modificación de las instalaciones se presentan en la **Tabla N°20**.

Tabla N° 20 Inversión inicial en instalaciones

Construcción y adecuación de las instalaciones	Total (\$)
Remodelación del local en general	20 000
Instalación del sistema eléctrico	1 500
Instalaciones de Luminaria	500
Construcción de baño y vestidores	500
Instalación de tubería de agua	500
lavajos ducha de seguridad para el laboratorio	800
Instalaciones del sistema de extractor de gases	1 500
campana de extracción	2 000
Sistema de aire de acondicionado	3 000
SUBTOTAL INSTALACIONES (\$) dólares	30 300

Fuente: Elaboración propia

9.1.2. Mobiliario

Tanto el área administrativa, el área de análisis, de los analistas requieren de muebles para colocar los CPU, suministros y hacer agradable y ordenado el trabajo del personal. Los gastos previstos para el mobiliario se presentan en la **Tabla N°21**.

Tabla N° 21 Inversión mobiliario

Mobiliario de oficina	Total (\$)
2 escritorios pequeños	100
1 escritorio grande	150
5 sillas ergonómicas	400
3 archivos de melanina medianos	400
1 anaqueles metálicos para insumos químicos	800
1 anaqueles metálicos para contra muestras	800
Mobiliario para la recepción (juego de dos sillones y una mesa)	500
Compra de 4 casilleros para los vestidores	400
SUBTOTAL MOBILIARIO (\$) dólares	3 550

Fuente: Elaboración propia

9.1.3. Equipo

Los costos de equipo constituyen una parte fundamental del desarrollo de la inversión, ya que son los gastos directos que se realizan en la implementación del laboratorio. Los gastos previstos a realizarse en el equipo se presentan en la **Tabla N°22**

Tabla N° 22 Inversión inicial de equipos

Descripción de equipos	Marca	\$
Viscosímetro Automático 40°C	ISL - VH1 Houillon	35 000
Viscosímetro Automático 100°C	ISL - VH1 Houillon	35 000
Baño para determinar espuma	Petrotest	25 000
FTIR Spectrum Oil Express	Perkin Elmer	70 000
Densímetro digital	Mettler DMA 300	4 000
Viscosidad Aparente, CCS	Cannon Instrument	20 000
Equipo para determinar Pour Point	Herzog	12 000
Equipo para determinar Flash Point copa abierta	ISL	15 000
Equipo para determinar Demulsibilidad	Koehler Instrument	35 000
Espectrómetro por emisión	Spectro Inc.	100 000
SUBTOTAL EQUIPOS (\$) dólares		351 000

Fuente: Elaboración propia

9.1.4. Materiales de vidrio

En el área de análisis serán necesarios además de equipos se requieren instrumentos y materiales de vidrio para realizar los análisis.

Será necesario comprar materiales de laboratorio de uso general.

(Ver Tabla N° 23)

Tabla N°23 - Inversión inicial instrumentos y materiales de vidrio

Descripción	Cantidad	Costo Unitario \$	Total \$
Tubos de ensayo con tapa rosca	30	10	300
Embudos de vidrio	2	20	40
Lunas de reloj de 60 mm	10	5	50
Lunas de reloj de 75 mm	10	7	70
Dispensador con frasco de vidrio	1	75	75
Balones de destilación de 1000 ml	2	50	100
Refrigerantes	2	80	160
Probetas de 100 ml	2	40	80
Probetas de 100 ml con tapa esmerilada	2	60	120
Probetas de 5ml	2	7	14
Vasos de pp. de 100 ml	5	30	150
Vasos de pp. de 150 ml	5	40	200
Matraces de 300 ml	5	50	250
Fiolas de 1000 ml con tapa	2	40	80
Fiolas de 500 ml con tapa	2	30	60
Vasos de pp. de 250 ml	10	60	600
Embudo filtrante	1	100	100
Desecador	1	150	150
Termómetros	5	230	1 150
SUBTOTAL INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VIDRIO (\$)			3 749

Fuente: Elaboración propia

9.2. Costo de operación

Se incluyen todos los costos necesarios para el correcto funcionamiento operativo del laboratorio. Los costos de operación son aquellos para mantener funcionando de manera correcta el laboratorio. Dentro de estos costos se encuentran los costos fijos y los costos variables:

Costos fijos

Son aquellos que se tienen que realizar aun cuando no se analice ninguna muestra.

Costos variables

Están en función al servicio de análisis a ofrecer. **(Ver más adelante la Tabla N° 25)**

9.2.1. Costos fijos

Incluye todos aquellos costos con los que el laboratorio siempre contará, exista o no clientes que requieran el análisis de muestras. Estos no cambian mucho con el tiempo. Los costos fijos no varían y permanecen constantes por largos periodos de tiempo, son constantes. Cada año será necesario incurrir en estos gastos para el funcionamiento de las instalaciones y el correcto desempeño de la organización. Ver los costos fijos anuales **en la Tabla N°24**

Tabla N° 24 - Costo fijos anuales

Costos Fijos	Total \$
Capacitación del personal :	
Capacitación y entrenamiento del personal	1 000
Mantenimiento de instalaciones :	
Servicio de mantenimiento del aire acondicionado	300
Servicio de mantenimiento del extractor de aire	200
Gastos Administrativos:	
Salario del jefe de Laboratorio	21 600
Secretaria servicio al cliente	9 600
Salario personal de limpieza	3 600
Salario de Gerente de Administración y Finanzas	36 000
Salario de Gerente General	48 000
Salario de Contador General	13 800
Gastos de operación:	
Salario del Analista de laboratorio	12 000
Salario del técnico de servicio	14 400
Practicante de laboratorio	4 800
Agua y Teléfono	3 600
Gastos de insumos para limpieza	500
Gastos no previstos	500
Total Costos Fijos Anuales \$(dólares)	169 900

Fuente: Elaboración propia

Impuestos

Este rubro puede variar mucho de acuerdo con las leyes vigentes. En el Perú representa el 30 % como impuesto a la renta.

Seguros

Dependen del tipo de proceso y de la posibilidad de contar con servicios de protección.

Normalmente se incluyen seguros sobre la propiedad (incendio, robo parcial o total), para el personal y para las mercaderías (pérdidas parciales, totales), jornales caídos, etc. En nuestro caso se considera el 0.5%

9.2.2. Costos variables

Realizar un análisis consume recursos solo cuando este se realiza. Los costos que dependen del número de análisis serán considerados entre los costos variables. Los costos variables estimados en base a las especificaciones del equipo y precios actuales de los insumos. **(Ver tabla N° 25)**

Tabla N° 25. Costo Variables por Análisis de aceite lubricante

Costos Variables	Total \$
Energía eléctrica consumida por los equipos	1.20
Anhídrido Acético	0.50
Acido Perclórico	0.30
Ac. Acético Glacial	0.50
Clorobenceno	1.00
Alcohol Iso-propílico	0.50
n-Heptano	0.50
Bencina	0.50
Varsol	0.80
Hidróxido de Potasio	0.01
Fenolftaleína	0.01
Silicagel	0.01
Propano	0.05
Consumibles equipo de emisión	0.50
Consumibles equipo FTIR	0.50
Consumibles equipo TBN	0.50
Consumibles Viscosímetro	0.50
Total Costos Variables por paquete de análisis (\$)	7.43

Fuente: Elaboración propia

9.2.3. Ingresos proyectados

Los ingresos se calcularán en base a los resultados del estudio de mercado se determinara el mínimo número de análisis para la rentabilidad del proyecto.

El principal rubro de ingresos del laboratorio serán los análisis que se realizarán. En base a la oferta actual del mercado se sugiere un precio de \$15 dólares por paquete de análisis. (Tabla N°27)

Lo que da una inversión inicial total de:

Tabla N° 26 Inversión Inicial

Gastos	Total \$
Instalaciones	30 300
Mobiliario	3 550
Equipo	35 000
Instrumentos y materiales de vidrio	3 749
TOTAL (\$) dólares	388 600

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°27 Ingresos Proyectados

Años	N°. Estimado de análisis al año	Ingresos por año (\$)
Primer año	12 000	180 000
Segundo año	24 000	360 000
Tercer año	72 000	1080 000
Cuarto año	72 000	1080 000
Quinto año	72 000	1080 000
Sexto año	72 000	1080 000
Séptimo año	72 000	1080 000
Octavo año	72 000	1080 000
Noveno año	72 000	1080 000
Decimo	72 000	1080 000
Undécimo	72 000	1080 000

Fuente: Elaboración propia

9.3. Análisis Económico Financiero [7]

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. Las técnicas de evaluación económica son herramientas de uso general. El valor presente neto y la tasa interna de rendimiento se mencionan juntos porque en realidad es el mismo método, sólo que sus resultados se expresan de manera distinta. Recuérdese que la tasa interna de rendimiento es el interés que hace el valor presente igual a cero, lo cual confirma la idea anterior.

9.3.1. Valor presente

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. La condición indispensable para comparar alternativas es que siempre se tome en la comparación igual número de años, pero si el tiempo de cada uno es diferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa. En el caso del laboratorio estamos evaluando una sola alternativa, implementar el laboratorio producirá ganancias. Por tanto si el valor presente es mayor que cero quiere decir que es rentable en el tiempo implementarlo. Por el contrario si el valor presente da un resultado negativo no es conveniente implementarlo. **(Ver la tabla N° 28)**

Tabla N° 28 Valor presente neto

Técnica	Aceptación	Rechazo
VPN	≥ 0	< 0
TIR	$\geq \text{TMAR}$	$< \text{TMAR}$

Fuente: Elaboración propia

9.3.2. TIR

El VPN y la TIR se aplican cuando hay ingresos, independientemente de que la entidad pague o no pague impuestos.

Valor presente neto (VPN)

Recuérdese que los criterios de aceptación al usar estas técnicas son:

Método del Valor Presente Neto (VPN); con una tasa de interés de 10% como tasa mínima de retorno (tasa que ha sido considerada tomando en cuenta la tasa que ofrece los bancos por guardar el dinero y la tasa que se podría tener si invierte el dinero en la bolsa de valores consideramos este porcentaje como promedio) calcularemos el VPN y el TIR tanto financiero como económico la cual se puede apreciar en la **Tabla N° 29**.

En donde el TIR es 25.80 la cual es mayor a la tasa mínima, además el VPN es positivo para el TIR calculado. Por lo tanto el proyecto es rentable para las condiciones dadas.

Tabla N° 29 Evaluación Financiera (VPN y TIR)

TD	10%
-----------	------------

Donde TD: Es la tasa mínima requerida para la evaluación del proyecto. **Fuente: Elaboración propia**

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF Económico	-388.60	-127.03	-46.06	128.72	307.29	289.70	271.58	252.91	233.69	213.89	553.41
FNF Financiero	-250.00	-141.82	-58.44	269.34	252.49	297.63	279.74	261.32	242.35	222.81	202.69
Beneficios	0.00	180.00	360.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00
Costos Económicos (M\$)	388.60	307.03	406.06	951.28	772.71	790.30	808.42	827.09	846.31	866.11	526.59
Costos Financieros (M\$)	250.00	321.82	418.44	810.66	827.51	782.37	800.26	818.68	837.65	857.19	877.31

Indicadores	
VPN Económico (M\$)	640.51
VPN Financiero (M\$)	710.10
TIR Económica	25.80%
TIR Financiera	34.22%
VPN Beneficios (M\$)	5222.91
VPN Costos Económicos (M\$)	4582.40
VPN Costos Financieros (M\$)	4512.81
B/C Económico	1.1398
B/C Financiero	1.1574

TD	VPN
0%	1689.52
5%	1057.83
10%	640.51
20%	159.39
30%	-83.83
40%	-216.68
50%	-293.84

Tabla N° 30. Flujo de Caja Proyectada - Evaluación Económica (M\$: miles de dólares del año 0)

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIONES											
Cap. Fijo Propio	250.00										
Amort. Deuda		62.50	62.50	62.50	62.50						
TOTAL INV.	250.00	62.50	62.50	62.50	62.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UTILIDAD NETA		-98.57	-15.18	312.60	295.74	278.38	260.50	242.08	223.11	203.57	183.44
DEPRECIACION		19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24
FLUJO NETO DE FONDOS	-250.00	-141.82	-58.44	269.34	252.49	297.63	279.74	261.32	242.35	222.81	202.69
Aportes	250.00	141.82	58.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dividendos	-87.72	-13.51	278.21	263.21	271.58	231.85	215.45	198.57	181.18	163.26	0.00
Saldo Caja	0.00	0.00	0.00	6.13	0.00	65.78	64.29	62.76	61.18	59.55	202.69
Caja Residual	0.00	0.00	0.00	6.13	6.13	276.78	341.07	403.83	465.00	524.55	727.24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31 Estado de Ganancias y Pérdidas - Evaluación Económica (M\$: miles de dólares del año)

Rubros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (M\$)	180.00	360.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00
EGRESOS										
Costos Variables	89.16	183.67	567.54	584.57	602.10	620.17	638.77	657.93	677.67	698.00
Costos Fijos	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90	169.90
G de servicio de análisis	259.06	353.57	737.44	754.47	772.00	790.07	808.67	827.83	847.57	867.90
UTILIDAD BRUTA	-79.06	6.43	342.56	325.53	308.00	289.93	271.33	252.17	232.43	212.10
G. Administrativos	0.90	1.80	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40
G. de Ventas	0.36	0.72	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
U. OPERACION	-80.32	3.91	335.00	317.97	300.44	282.37	263.77	244.61	224.87	204.54
Depreciación	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24
Renta Neta	-99.56	-15.33	315.76	298.73	281.20	263.13	244.53	225.36	205.63	185.30
IMP. RENTA	-1.00	-0.15	3.16	2.99	2.81	2.63	2.45	2.25	2.06	1.85
UTILIDAD NETA	-98.57	-15.18	312.60	295.74	278.38	260.50	242.08	223.11	203.57	183.44
Reserva legal	-9.86	-1.52	31.26	29.57	27.84	26.05	24.21	22.31	20.36	18.34
Util. Retenida	-0.99	-0.15	3.13	2.96	-21.03	2.61	2.42	2.23	2.04	1.83
Dividendos	-87.72	-13.51	278.21	263.21	271.58	231.85	215.45	198.57	181.18	163.26

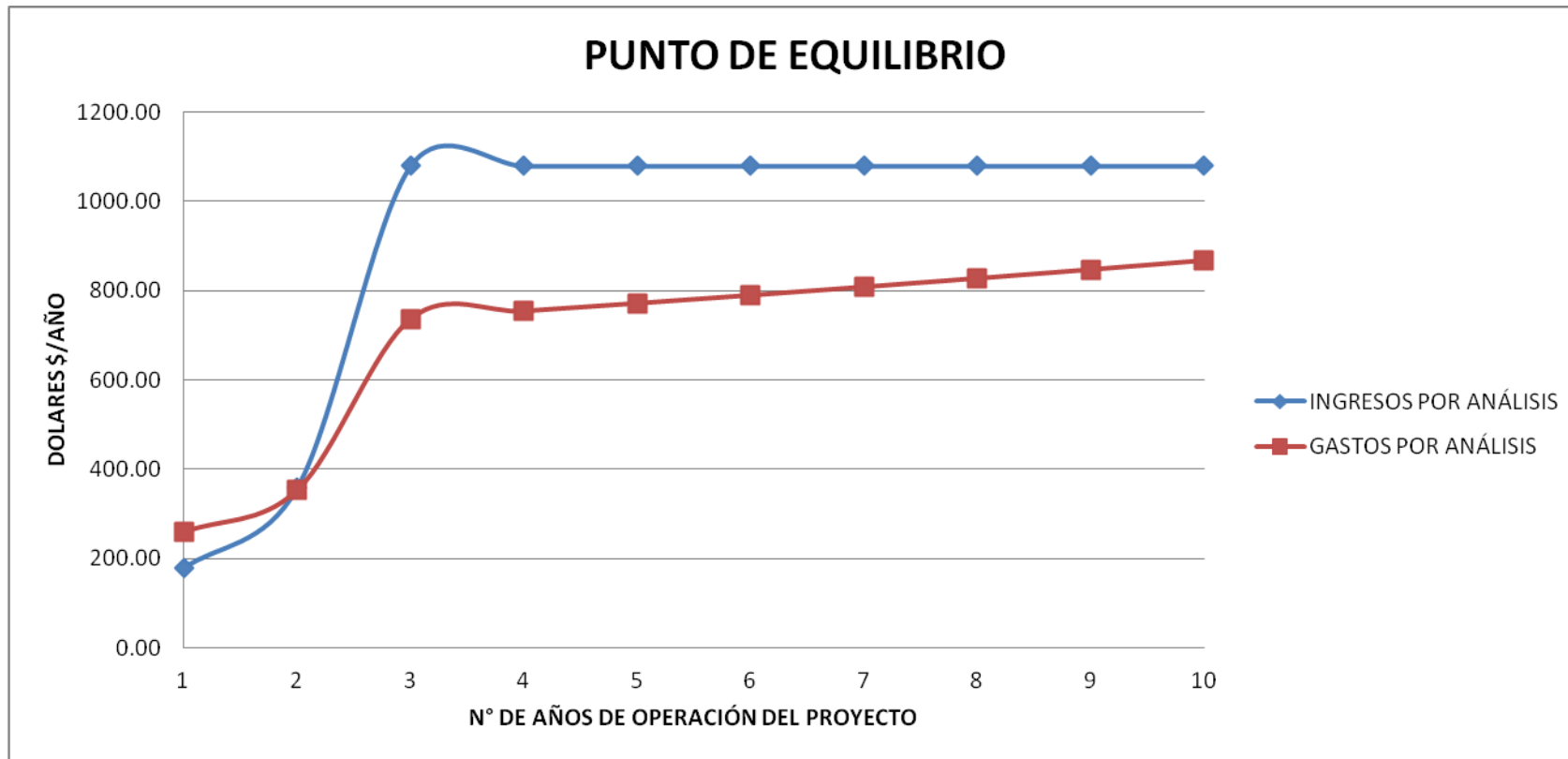
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 32 Capital de Trabajo (M\$: miles de dólares del año 0)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVO CIRCULANTE	12.00	24.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
Inv. de Insumos empleados en los análisis de 30 días										
M\$/año	89.16	183.67	567.54	584.57	602.10	620.17	638.77	657.93	677.67	698.00
Cuentas por cobrar										
15 días de ventas										
M\$/año	7.40	14.79	44.38	44.38	44.38	44.38	44.38	44.38	44.38	44.38
PASIVO CIRCULANTE										
Cuentas por pagar										
20 días de Insumos /Reactivos										
M\$/año	48.85	100.64	310.98	320.31	329.92	339.82	350.01	360.51	371.33	382.47
CAPITAL DE TRABAJO										
M\$/año	47.70	97.82	300.94	308.64	316.57	324.73	333.14	341.81	350.73	359.92
INCREMENTO										
M\$/año	47.70	50.12	203.12	7.70	7.93	8.17	8.41	8.66	8.92	-350.73

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15



Fuente: Elaboración propia

9.3.3. Análisis de Sensibilidad

Conocido como el análisis de riesgo, que para nuestro caso nos dará idea de los efectos de los cambios en las variables de los precios de materias primas, materiales, costos variables y costos fijos así como apreciamos en los cuadros anteriores. (Ver Tablas N°23 ,24 y 25).

9.3.4. Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es un método para organizar y presentar algunas de las relaciones estáticas de un proyecto en el corto plazo (ver Figura N°15). Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los costos fijos y variables de la empresa; entendiendo por costos variables aquellos que cambian en proporción directa con el número de paquetes de pruebas realizados y las ventas, por ejemplo: mano de obra directa, suministros, etc. Los costos variables se determinaron en el cálculo de costos de elaboración de las pruebas con el valor del número de ventas necesarias para que no existan ni pérdidas ni ganancias. El objetivo del punto de equilibrio es mostrar cuando el proyecto opera con ganancias y cuando opera con pérdidas.

Como la principal actividad del laboratorio son los análisis químicos practicados a las muestras, por tanto el punto de equilibrio representara el número de análisis que nos permite operar sin pérdidas, pero sin obtener ganancias. Un número mayor de análisis realizados permite obtener una ganancia y un número menor representa una pérdida.

Flujo de caja

En todo proyecto del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, debido a los resultados obtenidos en el flujo de caja se evaluará la realización del proyecto. Se tomaran los costos fijos anuales estimados anteriormente, los costos variables se calcularan para cada año en base a las demandas previstas, tal como se calcularon los ingresos anteriormente. **(Ver las tablas N° 30 y 31 y 32)**

CAPÍTULO X

10. ESTUDIO AMBIENTAL

10.1. Posibles riesgos y contingencias ambientales [8]

Como todo proyecto, en el presente es necesario evaluar el grado en que este puede perjudicar al ambiente durante su operación o en caso de que ocurran imprevistos o accidentes.

Debido a que el proyecto aun no se ha puesto en marcha es imposible medir el impacto real que tendrá en el ambiente, sin embargo es necesario tomar en cuenta cuales son los focos de riesgo para el ambiente e identificar las posibles contingencias ambientales.

Los focos de riesgo ambiental detectados son:

- Emisiones de gases de combustión a la atmosfera.
- Derrames de aceite usado.
- Derrames de reactivos químicos.
- Explosiones e incendios.

A continuación se evalúa cual es el riesgo potencial de cada uno de ellos en base a su toxicidad y a que peligros representan para el ambiente.

10.1.1. Contaminación por derrames de aceite usado proveniente de las muestras

Los aceites no se disuelven en el agua, no son biodegradables, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y matan la vida tanto en el agua como en tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta.

Los hidrocarburos saturados contenidos en el aceite no son biodegradables (en el mar el tiempo de eliminación de un hidrocarburo puede ser de 10 a 15 años). El aceite usado no puede verterse en el agua 0.001m³ de aceite contamina 1,000 m³ de agua. En forma más sencilla de entender, si derramamos 0.005 m³ de aceite usado, capacidad corriente del Carter de un automóvil, sobre un lago cubrirá una superficie de 5.000 m² con un film oleoso que perturbaría gravemente el desarrollo de la vida acuática

El aceite usado altera el sabor del agua potable, y por ello debe evitarse la presencia del mismo en las aguas de superficie y en las subterráneas, concentraciones de aceite usado en agua de 1 ppm convierten aquella en impropia para el consumo humano. Valores inferiores, de hasta 0.01 ppm produce que tres sujetos de cada cinco perciben todavía una diferencia de sabor para un contenido en aceite usado de 0.001 ppm.

Además, los aceites usados vertidos en el agua originan una fina película que produce separación entre las fases aire-agua. Con ello se impide que el oxígeno contenido en el aire se disuelva en el agua, perturbando seriamente el desarrollo de la vida acuática.

A estas dificultades debemos añadir los riesgos que implican las sustancias tóxicas contenidas en los aceites usados, vertidos en el agua que pueden ser ingeridas por el hombre o los animales. Dichas sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos al aceite y engloban diversos grupos de compuestos que pueden derivar en la formación de peróxidos altamente tóxicos.

Los aceites usados vertidos en suelos producen la destrucción del humus y contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En efecto, los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente,

recubren las tierras de una película impermeable que destruye el humus vegetal y, por tanto, la fertilidad del suelo.

Como vemos uno de los puntos ambientales donde puede producirse una polución muy importante es en el agua y es por esto que es este el mayor foco de riesgo ambiental en el laboratorio. El desecho de las muestras no analizadas y los residuos de aceite es uno de los riesgos potenciales mayores.

Para prevenir la contaminación de las aguas servidas con aceite usado proveniente de muestras no analizadas o de los residuos que quedan en los recipientes usados para la toma y almacenamiento de las muestras se tomarán las siguientes precauciones:

1. Todas las muestras no analizadas y excesos de aceite se depositarán en un tanque metálico sellado destinado a almacenar el aceite usado previo a su eliminación.
2. Los envases utilizados para contener aceite o soluciones del mismo serán lavados por separado. El agua y solventes utilizados para la limpieza de los mismos será depositada en el tanque destinado a almacenar aceite usado.
3. Por ningún motivo deberán desecharse las muestras, líquidas o solventes que contengan residuos de aceite en el lavadero o en el drenaje. Siempre deben ser depositados en el tanque destinado para tal efecto.
4. Una vez lleno el tanque destinado a almacenar el aceite usado, se dispondrá de una empresa particular.

5. Las muestras almacenadas en el laboratorio deberán permanecer tapadas, en envases resistentes a golpes y caídas, debidamente identificadas.

10.1.2. Contaminación por derrames de aceite usado proveniente de derrames de reactivos químicos

Debido a que en el laboratorio se trabajaran con algunos reactivos químicos en estado líquido que son utilizados para la preparación de las muestras y para el análisis de las mismas, es necesario considerar cual es el posible efecto nocivo de los mismos al estar en operación.

Los químicos que se utilizaran en el laboratorio son los siguientes:

- Anhídrido Acético
- Acido Perclórico
- Ac. Acético Glacial
- Clorobenceno
- Alcohol Isopropílico
- n-Heptano
- Bencina
- Varsol
- Hidróxido de Potasio
- Fenolftaleína
- Silicagel
- Propano

A continuación se analizan los principales riesgos que estos presentan a la salud y el ambiente y las precauciones que se tendrán para el manejo y desecho de cada uno de ellos.

a. Anhídrido Acético

El ácido acético concentrado es corrosivo y, por tanto, debe ser manejado con cuidado apropiado, dado que puede causar quemaduras en la piel, daño permanente en los ojos, e irritación a las membranas mucosas. Estas quemaduras pueden no aparecer hasta horas después de la exposición.

Los guantes de látex no ofrecen protección, así que debe usarse guantes especialmente resistentes, como los hechos de goma de nitrilo, cuando se maneja este compuesto. El ácido acético concentrado se enciende con dificultad en el laboratorio.

Hay riesgo de flamabilidad si la temperatura ambiente excede los 39°C, y puede formar mezclas explosivas con el aire sobre esta temperatura (límite de explosividad: 5,4%–16%).

Los peligros de las soluciones de ácido acético dependen de su concentración. La siguiente tabla lista la clasificación UE(Unión Europea) de soluciones de ácido acético

Tabla N°33 Peligro de las soluciones

Concentración por masa (%)	Molaridad (mol/L)	Clasificación
10–25	1,67–4,16	Irritante
25–90	4,16–14,99	Corrosivo
>90	>14,99	Corrosivo

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

Las soluciones de más de 25% ácido acético son manejadas en una campana de extracción de humos, debido al vapor corrosivo y pungente. El ácido acético diluido, en la forma de vinagre, es inocuo. Sin embargo, la ingestión de soluciones fuertes es peligrosa a la vida humana y animal en general.

Puede causar daño severo al sistema digestivo, y ocasionar un cambio potencialmente letal en la acidez de la sangre.

Debido a incompatibilidades, se recomienda almacenar el ácido acético lejos del ácido crómico, etilenglicol, ácido nítrico, ácido perclórico, permanganato, peróxidos e hidróxidos.

b. Acido Perclórico

No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes. Riesgo de incendio y explosión en contacto con metales, agentes reductores y materiales orgánicos.

Datos físicos:

- Líquido incoloro
- Miscible con agua
- Densidad a 20°C: 1,5298
- Punto de ebullición: 160°C

c. Ac. Acético Glacial

Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias. Sustancia muy corrosiva. Puede provocar bronconeumonía, edemas en el tracto respiratorio.

En contacto con la piel: quemaduras. Por contacto ocular: quemaduras, trastornos de visión, ceguera (lesión irreversible del nervio óptico). Quemaduras en mucosas.

Por ingestión: Quemaduras en esófago y estómago. Espasmos, vómitos, dificultades respiratorias. Riesgo de perforación intestinal y de esófago. Riesgo de aspiración al vomitar.

No se descarta: shock, paro cardiovascular, acidosis y problemas renales.

Propiedades físicas y químicas

Aspecto: Líquido transparente e incoloro

Olor: Picante

PH: 2,5(10g/l)

Punto de ebullición: 118°C

Punto de fusión: 17°C

Punto de inflamación: 40°C

Temperatura de auto ignición: 485°C

Limites de explosión (inferior/superior): 4 / 17 vol. %

Presión de vapor: 15,4 mbar a 20°C

Densidad (20/4): 1,05

Solubilidad: Miscible con agua

d. Clorobenceno

El Clorobenceno es un líquido incoloro, inflamable, de olor aromático parecido a almendras. Cierta porción se disolverá en agua, pero se evapora rápidamente al aire. No ocurre en forma natural en el ambiente.

La producción de Clorobenceno en EE.UU. Ha disminuido por más de un 60% del máximo registrado en 1960. En el pasado fue usado para fabricar otras sustancias químicas, tales como fenol y DDT.

En la actualidad, el Clorobenceno es usado como solvente para formulaciones de pesticidas, para desgrasar partes de automóviles y como intermediario en la manufactura de otras sustancias químicas.

El clorobenceno liberado al aire es degradado lentamente por reacciones con otras sustancias químicas y por la luz solar, o puede ser removido por la lluvia. En el agua, el Clorobenceno se evaporará al aire y/o será degradado por bacterias. Cuando se libera al suelo, es degradado rápidamente por bacterias, pero cierta cantidad se evaporará al aire y otra parte puede filtrarse al agua subterránea.

El clorobenceno no se acumula en la cadena alimentaria. Trabajadores expuestos a niveles altos de clorobenceno en el aire se quejaron de dolores de cabeza, náusea, insomnio, adormecimiento y vómitos. Sin embargo, no podemos estar seguros de que todos estos efectos fueron causados por exposición al clorobenceno ya que los trabajadores también pueden haber estado expuestos a otras sustancias químicas.

Los efectos de respirar clorobenceno sobre el sistema nervioso incluyen pérdida de la conciencia, temblores, agitación y la muerte. La exposición prolongada ha producido daño al hígado y los riñones. La poca información disponible indica que el clorobenceno no produce defectos de nacimiento o infertilidad.

e. Alcohol Iso-propílico

Las causas al contacto con este producto son:

- Somnolencia, inconsciencia, y hasta muerte. A veces dolor gastrointestinal, calambres, náuseas, vómitos, y diarrea. La dosis mortal para un adulto humano está cerca de 250 ml.
- En altas concentraciones puede causar problemas en el sistema nervioso central: dolor de cabeza, vértigo, inconsciencia y hasta coma.
- La inhalación del vapor puede causar la irritación de la zona respiratoria y efectos narcóticos.

- Sensibilidad, reacción alérgica, irritación con dolor y picazón.
- El contacto prolongado o repetido puede causar el desengrase de la piel y dermatitis. Irritación (ardor, rojez), rasgado, inflamación, y lesión córnea n-Heptano.

El heptano (y sus muchos isómeros), se utiliza en los laboratorios como un disolvente totalmente apolar. Ya que se presenta en estado líquido a presión y temperatura ambiente, es fácil de transportar y almacenar. El heptano se encuentra disponible comercialmente mezclado con sus isómeros, para el uso en pinturas y revestimientos y también puro para la investigación y desarrollo, la fabricación de productos farmacéuticos y como componente minoritario en la gasolina.

f. Bencina

El éter de petróleo, también conocido como bencina, nafta de petróleo, nafta ASTM o ligroína, es una mezcla líquida de diversos compuestos volátiles, muy inflamables, de la serie homóloga de los hidrocarburos saturados o alcanos, y no a la serie de los éteres como erróneamente indica su nombre. Se emplea principalmente como disolvente no polar. La bencina no debe confundirse con el benceno. La bencina es una mezcla de alcanos, como pentano, hexano y heptano, mientras que el benceno es un hidrocarburo aromático cíclico, de fórmula C_6H_6 .

Asimismo, el éter de petróleo no debe confundirse con la clase de compuestos orgánicos llamados éteres, que contienen el grupo funcional R-O-R'. Tampoco debe confundirse con la gasolina.

g. Hidróxido de Potasio

Las precauciones son las siguientes:

- Manipulación: Evitar la formación de polvo. No fumar, comer o beber durante su manipulación.
- Procurar higiene personal adecuada después de su manipulación.
- Almacenamiento: Mantener en recipientes cerrados lejos de la humedad y del calor.
- Protección individual.
- Valores límite de exposición 2 mg/m³.
- Protección respiratoria: Protección respiratoria.
- Protección de las manos: Guantes de protección (neopreno, nitrilo, PVC)
- Protección de los ojos: Gafas de seguridad contra salpicaduras de químicos.
- Protección cutánea: Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite el contacto del producto.

10.2. Medidas en caso de contingencias

10.2.1. Emisión de gases de combustión a la atmosfera

Aunque la única fuente de emisión de gases de combustión en el laboratorio es el espectrofotómetro, es necesario considerarlos como un foco de riesgo. Los compuestos de cloro, fosforo, azufre, presentes en el aceite usado dan gases de combustión tóxicos que deben ser depurados por vía húmeda, esto se consigue mediante un filtro colocado en la boca del extractor que evita que gran parte de los compuestos sean emitidos al ambiente.

Otro gran problema asociado al anterior lo crea el plomo que emitido al aire en partículas de tamaño microscópico perjudica la salud de los seres humanos, sobre todo de los niños.

El plomo es el más volátil de los componentes metálicos que forman las cenizas de los aceites usados. La cantidad de plomo presente en el aceite usado oscila del 1 al 1,5 por ciento en peso y proviene de las gasolinas y de los aditivos. Si quemáramos una lata de 0.005 m³ de aceite usado, emitiríamos una contaminación atmosférica que contaminarían un volumen de aire equivalente al que respira un adulto a lo largo de 3 años de su vida.

10.2.2. Derrame de aceite usado o reactivos químicos

Aceite usado: en caso de derrames accidentales se recogerá en un medio absorbente para impedir la contaminación del suelo y fuentes de agua. Al realizar la limpieza el personal deberá utilizar guante y máscara para su protección.

El medio absorbente será enviado a incinerar a la cementera junto con el aceite usado. Nunca verter en el drenaje, ni depositar el medio absorbente utilizado en la basura.

10.2.3. Incendios o explosiones

Los riesgos de este tipo se dividirán en dos, los debidos a los químicos gaseosos (acetileno y oxido nitroso) empleados en el espectrofotómetro y los debidos a químicos líquidos y aceite usado.

Incendios y explosiones debidas a químicos gaseosos

En caso de producirse un incendio en el interior del local, debe cortarse inmediatamente el suministro de acetileno y oxido nitroso, esto se hace mediante las llaves de accionamiento rápido que se colocaron en la instalación.

Para extinguir el incendio utilizar extintores de polvo seco o de dióxido de carbono.

Los cilindros deben ser enfriados con chorros de agua desde una distancia considerable. Una vez fríos deben retirarse. Si hay fugas en los cilindros, reducir los vapores con agua atomizada en forma de niebla.

La instalación cuenta con válvulas anti retorno que impide que los gases regresen hacia los cilindros impidiendo las explosiones. Si se producen explosiones serán debidas a sucesos en el exterior del local.

En caso de explosiones se deberá:

- Mantener la calma y abandonar el laboratorio en forma ordenada.
- Avisar inmediatamente a los bomberos.
- Por ningún motivo ingresar en la bodega de suministros o en la bodega de muestras.
- Evitar en la medida de lo posible que el fuego alcance la bodega de suministros o la bodega de muestras, que almacenan material altamente combustible.

Incendios debidos a químicos líquidos y aceite usado

En caso de producirse un incendio en la bodega de suministro o que el fuego alcance los reactivos almacenados en ella, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Utilizar equipo de protección personal, en especial mascarar para protegerse del humo, debido a que el benceno produce mucho humo cuando se quema.
- Cerrar las llaves de accionamiento rápido de las tuberías del gas propano.

- Rociar los recipientes que contienen los químicos con abundante agua atomizada en forma de niebla para enfriarlos y evitar que se propague el incendio.
- Utilizar extinguidores de polvo seco o de dióxido de carbono para apagar el incendio.

10.2.4. Emisión de gases a la atmósfera

Como se explico anteriormente la cantidad de aceite que se quemara y las condiciones bajas las que se llevara a cabo dicha combustión hacen que sea prácticamente imposible rebasar los límites de emisiones de gases para la atmosfera en condiciones de operación normal.

Dado el caso de que estas se rebasaran debido a condiciones climáticas o que la contaminación en el área fuera excesiva en algunos momentos del día se espaciaran los análisis para reducir la frecuencia de emisiones. Los análisis que queden pendientes se realizaran fuera del horario normal para cumplir el compromiso con el cliente.

En caso de que las emisiones de gases provenientes del espectrofotómetro sobrepasen los límites permitidos por la legislación vigente, se detendrá de inmediato el análisis de muestras. Se contactara al proveedor de PerkinElmer, para que le hagan el mantenimiento correctivo necesario al espectrofotómetro.

10.3. Clasificación de residuos sólidos

Existe una manera práctica, para el manejo de residuos, el manejo de las 3R.

- Reducir: se refiere a utilizar menos materiales que pueden ser desechados rápidamente: embalajes, papeles, bolsas plásticas, envases descartables, etc. Asimismo debemos sacar únicamente la cantidad de material que necesitamos del almacén, ya que muchos productos pueden volverse inservibles al estar al aire libre o a ciertas condiciones ambientales.
- Reutilizar: muchos materiales que son enviados a la basura pueden volver a utilizarse con otros fines (bolsas, latas, botellas, cajas de madera, bidones, baldes, etc.).
- Reciclar: es toda actividad que permite aprovechar un residuo mediante un proceso de transformación y darles un uso, esto se logra seleccionándolos para venderlos (vidrios, papel, aluminio, bolsas, madera, aceite residual, etc.)

11. CONCLUSIONES

1. El presente estudio determino que es factible desde el punto de vista técnico y económico la implementación de un laboratorio dedicado al análisis de lubricantes.
2. Se determino un TIR de 25.80 la cual es mayor a la tasa mínima (10%), además el VPN es positivo para el TIR calculado. Por lo tanto el proyecto es rentable para las condiciones dadas.
3. Mediante el análisis de mercado se determino que, en la actualidad, hay una demanda insatisfecha y el interés de los responsables de mantenimiento por el servicio de análisis de lubricantes.
4. La estructura administrativa propuesta es una estructura organizacional vertical, sencilla, objetivos claros y metas realistas, el cual buscara generar utilidades brindando un servicio de análisis fiables y que permitan ser de ayuda de los responsables de mantenimiento.
5. El estudio presenta el diseño de las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento del equipo y el adecuado desempeño del personal
6. Se prevé que el proyecto genere una utilidades a partir del primer año y recuperar la inversión a los diez años de operación se evaluó los impactos ambientales y determino que el laboratorio de análisis de lubricantes no representa mayores riesgos para el ambiente ni la salud del personal que labora en el mismo

12. RECOMENDACIONES

1. Implementar el laboratorio de lubricantes, porque representa una oportunidad de generar utilidades así como una importante y necesaria herramienta en el mantenimiento preventivo de las maquinarias y/o unidades.
2. Evaluar periódicamente las metas y objetivos propuestos para el proyecto durante su implantación y ejecución para que el proyecto siempre responda a las necesidades y expectativas del mercado.
3. Volver a evaluar las ampliaciones y modificaciones necesarias en las instalaciones eléctricas, al momento de plantear la compra de mas equipos o la sustitución de los considerados en el presente estudio.
4. Evaluar el comportamiento de los costos, tanto fijos como variables buscando la optimización que permita reducirlos y aumentar las utilidades previstas.

13. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **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 esterres 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 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.

- **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.

- **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..

- **Aceite Multigrado.**

Aceite de motor o engranaje que reúne los requisitos de más de uno de los grados de clasificación SAE de viscosidad, y que puede ser empleado por encima de un rango de temperatura más amplio que los aceites monogrado..

- **Acidez.**

Una medida de la cantidad de KOH necesaria para neutralizar todo o parte de la acidez del producto petrolífero.

- **Aditivo EP (Agente de Extrema Presión)**

Aditivo del lubricante que previene el deslizamiento entre superficies metálicas bajo condiciones de extrema presión.

- **Aceite Lubricante**

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

- **Aditivos lubricantes**

Como aditivos lubricantes se entienden aquellos compuestos químicos destinados a mejorar las propiedades naturales de un motor.

- **Agente Anti desgaste.**

Aditivos o sus productos de reacción, forman una película delgada en las partes altamente cargadas para prevenir el contacto metal-metal.

- **Agente Anti espuma.**

Un aditivo empleado para suprimir la tendencia a la formación de espuma de los productos petrolíferos en servicio. Puede un aceite de silicona dispersar una superficie de burbujas o un polímero disminuir el número de pequeñas burbujas de aire que se encuentran en el seno del fluido.

- **Antioxidantes**

Elementos que prolongan la vida útil de un aceite base en la presencia de condiciones oxidativas y metales catalizadores, a elevadas temperaturas.

- **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**

Masa por unidad de volumen a una temperatura específica. Es una propiedad física fundamental que puede ser usada en conjunto con otras propiedades para caracterizar las fracciones pesadas de petróleo y productos de petróleo.

- **Dispersión**

La dispersión forma un sistema de 2 fases e inmoviliza el lubricante líquido por una tensión superficial y otras fuerzas físicas.

- **Densidad Relativa:**

La relación de la densidad de un material con la densidad del agua a la misma temperatura.

- **Espécimen de prueba**

Una porción del volumen de muestra obtenido del laboratorio y llevado al analizador de densidad.

- **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.

- **Índice de la viscosidad**

Medida del cambio de la viscosidad de un líquido con temperatura. A mayor índice de la viscosidad, más pequeño es el cambio relativo de viscosidad con el cambio de temperatura.

- **Inhibidor**

Cualquier sustancia que retarde o prevenga las reacciones químicas tales como la corrosión o la oxidación.

- **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.

- **Muestreo**

Es definido como todos los pasos requeridos para obtener una alícuota del contenido de cualquier tubería, tanque u otro sistema, y llevar este contenido al contenedor de muestra del laboratorio. El contenedor de prueba del laboratorio y el volumen de muestra deben ser de la suficiente capacidad para mezclar la muestra y obtener una muestra homogénea para el análisis.

- **Repetibilidad**

La diferencia entre resultados sucesivos, obtenidos por el mismo operador, usando el mismo aparato, bajo las mismas condiciones y usando el mismo material de prueba.

- **Reproducibilidad**

La diferencia entre 2 resultados independientes y únicos, obtenidos por diferentes operadores, usando el mismo aparato, trabajando en diferentes laboratorios y usando el mismo material de prueba.

- **TAN**

Es el número total de acidez que posee un líquido.

- **TBN**

Es el número total de base que contiene un líquido.

- **Viscosidad**

Medida de la resistencia de un líquido al flujo. La unidad métrica común de la viscosidad absoluta es el equilibrio.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Altamirano Echevarría María (2006). "Gestión de la Calidad en Laboratorios Analíticos", TECSUP;p.124 – Lima.[6]
2. Guardino Sola Xavier (2000). “Diseño, ubicación y distribución de laboratorios importancia en prevención” Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España;p.196 – Madrid [5]
3. Skogg, D, West, D y Holler F. “Química Analítica” (1995) Sexta Edición Mc Graw-Hill; p.225 – México.[6]
4. ALBARRACIN, Pedro.” Lubricación industrial y automotriz”. Editorial Omega p .25 [1]
5. BERENSO Y LEVINE (1996) Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones .Segunda edición .Editorial Prentice Hall. P.82 México.[4]
6. Baca Urbina, "Evaluación de Proyectos" Cuarta Edición, Editorial: Mc Graw Hill, 1999; p.240-México. [7].
7. Criterios aplicables a los laboratorios del INSHT para establecer el Plan de Calibración, Verificación y Mantenimiento de los equipos. INSHT. PASCAL 06/98, Rev. 1, Abril 2001. [6].
8. TESIS DE GRADO “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN GUATEMALA “. [8]
Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de ingeniería mecánica industrial.

9. APLICACIONES DEL ANÁLISIS DE ACEITE USADO EN MOTORES A DIESEL DE USO MARINO.[9]

Escuela superior politécnica del litoral - Ecuador

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

10. **ASTM Standards**

- ASTM D92 - 12a Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester .
- ASTM D97 - 11 Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products .
- ASTM D6595 - 00(2011) Standard Test Method for Determination of Wear Metals and Contaminants in Used Lubricating Oils or Used Hydraulic Fluids by Rotating Disc Electrode Atomic Emission Spectrometry .
- ASTM D892 - 11a Standard Test Method for Foaming Characteristics of Lubricating Oils
- ASTM D4052 - 11 Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter .
- ASTM D5293 - 10e1 Standard Test Method for Apparent Viscosity of Engine Oils and Base Stocks Between 5 and 35 C Using Cold Cranking Simulator .
- ASTM D1401 - 12 Standard Test Method for Water Separability of Petroleum Oils and Synthetic Fluids .
- ASTM E2412 - 10 Standard Practice for Condition Monitoring of Used Lubricants by Trend Analysis Using Fourier Transform Infrared (FT IR) Spectrometry .
- ASTM D7279 - 08 Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids by Automated Houillon Viscometer

11. Norma Internacional ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración" (Segunda Edición: 2005-05-15).[6]

15. SITIOS WEB CONSULTADOS

1. <http://www.solomantenimiento.com/> [6]
2. <http://deptquimica.uab.cat/catala/documents/Assig%20RISC%20AL%20LABORATORI/7.DUD.pdf> [5]
3. Merck Ficha de seguridad. [8]
4. <http://www.merckmillipore.pe/fichas-de-datos-de-seguridad> [8]
5. <http://widman.biz/boletines/104.html> [3]
6. <http://www.essomobilborur.com/files/consejos/Consejo%20161-Interpretacion%20 analisis.pdf> [3]
7. http://www.machinerylubrication.com/sp/content_sacode_int_sist_aa.asp
8. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf. [6]
9. <http://www.astm.org/search/site-search.html?query=d+92#83665784> [6]
10. <http://gestion.pe/>
11. <http://www.mtudda.com.au/>
12. <http://www.aenor.es/>; AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). [5]
13. <http://www.empleo.gob.es/index.htm> [5]
14. www.idpaparatos.com – Equipos y aparatos para el control de calidad de lubricantes y derivados del petróleo. [2].
15. http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/lubricantesfundamentos/default4.asp [2]
16. <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7499> [3]

16. APÉNDICE

APÉNDICE N°1

ANÁLISIS DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

Gerente general

La gerencia es un cargo que ocupa el director de una empresa lo cual tiene dentro de sus múltiples funciones, representar a la sociedad frente a terceros y coordinar todos los recursos a través del proceso de planeamiento, organización dirección y control a fin de lograr objetivos establecidos

Entre sus funciones están:

1. Designar todas las posiciones gerenciales.
2. Realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos
3. Planear y desarrollar metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales
4. Coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los registros y sus análisis se están ejecutando correctamente.
5. Crear y mantener buenas relaciones con los clientes y proveedores para mantener el buen funcionamiento de la empresa.

Gerente de administración y finanzas

Dependiendo del Director General, es el máximo responsable de la política económica, financiera y administrativa de la empresa. Son sus funciones principales:

- El diseño de estrategias, puesta en marcha, dirección y control de todos los aspectos financieros de la empresa.

- Gestionar y disponer de los recursos financieros necesarios para alcanzar los objetivos generales, optimizando su rendimiento, a través de la negociación de las condiciones más beneficiosas que puedan obtenerse de bancos y entidades financieras.
- Aprobar los procedimientos, instrumentos o medios de gestión de las Secciones de su dependencia jerárquica o funcional.
- Estudiar e informar sobre las distintas alternativas de inversiones y su financiación, con claros criterios de rentabilidad.
- En estrecha colaboración con el Departamento de Recursos Humanos, estudiar la adjudicación de Fondos de la Reserva Social.
- Expresar su criterio en materia de Organización y Planificación de producción, y en los Servicios en general, impartiendo consecuentemente las normas administrativas y de control que son de su incumbencia.
- Mantener las relaciones con entidades bancarias y financieras, particulares y estatales.
- Participar en la gestión de la Dirección General de la empresa, como miembro de su Comité.

Jefe de laboratorio

Tareas decisivas:

- Coordinar el personal del laboratorio para que alcancen los objetivos propuestos por la organización.
- Verificar y avalar que la interpretación de los resultados obtenidos en los distintos análisis es la correcta.
- Elaborar un plan financiero anual para el laboratorio y velar porque se cumpla.

- Fijar anualmente las metas de la organización, transmitir las a sus subordinados y velar porque se alcancen.
- Ordenar la compra de insumos, realización de reparaciones, mantenimiento y modificaciones en el laboratorio
- Reclutar y administrar al personal a su cargo.
- Administrar los recursos físicos y económicos del laboratorio para su beneficio.

Analista de laboratorio

Tareas decisivas:

- Elegir los análisis y procedimientos a seguir con cada muestra a analizar.
- Realizar los análisis de laboratorio requeridos a cada muestra.
- Cuidar el equipo de laboratorio a su cargo.
- Presentar los resultados obtenidos de los análisis y su interpretación al director para que este los valide.
- Encargarse de la adquisición de reactivos, manejo y desecho de los mismos.

Asesor de campo

Tareas decisivas:

- Visitar al cliente en el lugar que se convenga para recolectar la muestra.
- Elegir el procedimiento y los equipos a utilizar para recolectar la muestra de lubricante.
- Recolectar las muestras de lubricante y transportarlas al laboratorio.
- Capacitar al cliente en la toma de muestras de lubricante.

- Realizar los diagnósticos de los equipos a las empresas clientes y elaborar un informe para presentar a las mismas.
- Presentar un informe de la forma en que se recolecto la muestra y de las condiciones del equipo del que se tomo al Supervisor.
- Apoyar al técnico de laboratorio en la interpretación de los resultados.
- Cuidar el equipo y material a su cargo.

Secretaria ejecutiva

Tareas decisivas:

- Redactar los informes, formas y documentos que le sean solicitados
- Recibir y administrar la correspondencia del laboratorio.
- Recibir a los clientes y comunicarlos con la persona más conveniente.
- Atender las llamadas telefónicas.
- Apoyar al director operativo en sus funciones administrativas.

Encargado de limpieza

Tareas decisivas:

- Velar porque el establecimiento se mantenga limpio en todo momento.
- Realizar actividades de mantenimiento menores, como pintura, podar las plantas, cambiar los bombillos, etc.
- Mantener el área de contramuestras en orden.

APENDICE N°2

ESPECTROFOTOMETRÍA INFRARROJA

En la química moderna es muy importante la espectrofotometría en particular (aunque no en forma exclusiva) en el área orgánica. Es una herramienta de rutina para detectar grupos funcionales, identificar compuestos y analizar mezclas. Los instrumentos que registran espectros de infrarrojo se encuentran en modelos comerciales y son fáciles de manejar en forma rutinaria.

Al describir la estructura de una molécula en término de longitudes y ángulos de enlace fijos, describimos una situación probabilística. Imaginemos el modelo de una molécula compleja, construido con esferas de madera conectadas entre sí por medio de resortes y suspendido de un alambre. Al darle un golpe a la molécula se convertirá en un objeto vibrante con todos sus átomos en movimiento, uno con respecto a otro, y probablemente con docenas de resortes alargándose, comprimiéndose y doblándose.

Éste movimiento, que al principio puede parecer muy complicado, se puede esperar en una serie de modos vibratorios individuales cuyas frecuencias naturales dependen de la masa de las esferas de las características de los resortes. En una molécula verdadera ocurren análogos: los de átomos vibran uno con respecto al otro al que los enlaces individuales se alargan y se cortan, grupos con respecto a otros átomos o grupos, las estructuras en forma de (o sean se expanden y se contraen), etc.

Ahora, si existe un oscilante que esté asociado con un modo de vibración en particular ocurrirá una interacción con el vector eléctrico o radiación esa misma frecuencia, lo que llevará a la absorción de energía que se como una amplitud de vibración en aumento.

La mayoría de los grupos, como C-H, O-H, C=O y C≡N, de absorción en el infrarrojo que varían en forma muy ligera de una otra, dependiendo de los demás sustituyentes. En la tabla 1 se de estos ejemplos. Además de estas frecuencias de grupo, que se pueden asignar en forma precisa, las moléculas complejas numerosas bandas de absorción cuyo origen exacto es difícil de pero que son muy útiles para la identificación cualitativa. Muchas de aparecen en la región del espectro llamada “de la huella digital”.

Espectroscopia de Infrarrojos con Transformada de Fourier

Hemos visto que una fila de fotodiodos o un detector de acoplamiento de carga pueden medir todo el espectro de una vez. Se descompone el espectro en las longitudes de onda que lo componen, y cada banda de longitudes de onda se dirige a un detector elemental. En la región de infrarrojos, el método más importante de observar todo el espectro a la vez es mediante la Espectroscopia con transformada de Fourier

Análisis de Fourier

El análisis de Fourier es un procedimiento mediante el cual una curva se descompone en una suma de términos con senos y cosenos, llamada serie de Fourier Para analizar la curva de la figura 21.25, que comprende el intervalo desde $x_1 = 0$ a $x_2 = 10$, la serie de Fourier tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 \text{Serie de Fourier: } y &= a_0 \text{ sen}(0\omega x) + b_0 \text{ cos}(0\omega x) + a_1 \text{ sen}(1\omega x) + b_1 \text{ cos}(1\omega x) \\
 &+ a_2 \text{ sen}(2\omega x) + b_2 \text{ cos}(2\omega x) + \dots \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} [a_n \text{ sen}(n\omega x) + b_n \text{ cos}(n\omega x)] \quad (21.21)
 \end{aligned}$$

$$\text{donde } \omega = \frac{2\pi}{x_2 - x_1} = \frac{2\pi}{10 - 0} = \frac{\pi}{5} \quad (21.22)$$

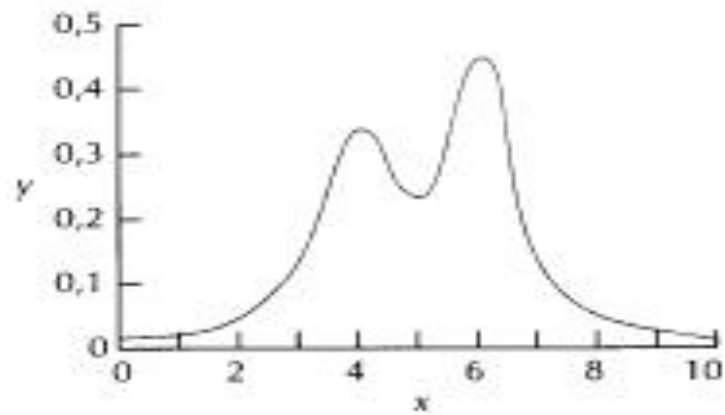


Figura 1. Curva a descomponer en una suma de términos con senos y cosenos mediante el análisis de Fourier

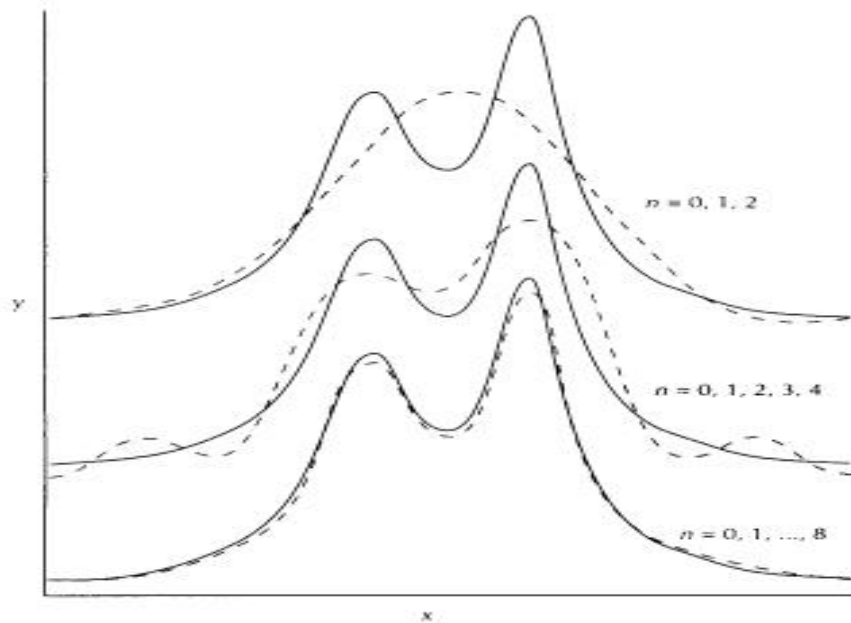


Figura 2. Reconstrucción de la serie de Fourier de la curva de la figura 1. La línea continua es la curva original, y las curvas a trazos se han obtenido utilizando la serie de la ecuación 21.21, para n igual a 0 hasta $n=2,4$ u 8. Los coeficientes a_n y b_n figuran en la tabla 2

Tabla 1 - Algunas frecuencias de grupo en el infrarrojo

GRUPO		FRECUENCIA, CM ⁻¹	LONGITUD DE ONDA, μm
OH	Alcohol	3580-3650	2.74-2.79
	Enlace-H	3210-3550	2.82-3.12
	Acido	2500-2700	3.70-4.00
NH	Amina	3300-3700	2.70-3.03
CH	Alcano	2850-2960	3.37-3.50
	Alqueno	3010-3095	3.23-3.32
	Alquino	3300	3.03
	Aromático	-3030	-3.30
C≡C	Alquino	2140-2260	4.42-4.76
C=C	Alqueno	1620-1680	5.95-6.16
	Aromático	-1600	-6.25
C=O	Aldehído	1720-1740	5.75-5.81
	Cetona	1675-1725	5.79-5.97
	Acido	1700-1725	5.79-5.87
	Ester	1720-1750	5.71-5.86
C≡N	Nitrilo	2000-2300	4.35-5.00
NO ₂	Nitro	1500-1650	6.06-6.67

Tabla 2
Coefficientes de Fourier para la figura 21.26

n	a_n	b_n
0	0	0,136 912
1	-0,006 906	-0,160 664
2	0,015 185	0,037 705
3	-0,014 397	0,024 718
4	0,007 860	-0,043718
5	0,000 089	0,034 864
6	-0,004 813	-0,018 858
7	0,006 059	0,00 458
8	-0,004 399	0,003 019

Cuestión a resolver Introducir los datos de la tabla 21-4 en una hoja de cálculo, y confirmar que la suma de ondas seno y coseno origina la figura 2.

La ecuación 21.21 dice que el valor de y , para cualquier valor de x , se puede expresar como una suma infinita de ondas seno y coseno. Los términos sucesivos corresponden a ondas seno y coseno de frecuencia cada vez mayor.

La figura 2 muestra que al aumentar el número de ondas seno y coseno, de tres, a cinco o a nueve, se va consiguiendo una mejor aproximación a la curva de la figura 1. Los coeficientes a_n y b_n necesarios para construir las curvas de la figura 1 aparecen en la tabla 21.4. Cuanto mayor es el coeficiente, más términos contribuyen a la suma. La tabla nos dice que las funciones $\sin(2x)$ y $\sin(3x)$ contribuyen mucho más que $\sin(5x)$.

Ventajas de la espectroscopia con transformada de Fourier

Comparado con los instrumentos dispersivos, un espectrómetro con transformada de Fourier ofrece una mejor relación señal/ruido para una resolución dada, mucha mayor exactitud de frecuencia, velocidad, y posibilidades para incorporar procesamiento de datos. La razón de la mejora de la

relación señal/ruido se debe principalmente a que el espectrómetro con transformada de Fourier usa la energía de todo el espectro, en lugar de analizar sucesivamente pequeñas bandas de onda procedentes del monocromador. La reproducción precisa de la posición del número de ondas de un espectro al siguiente, propia de los espectrómetros con transformada de Fourier, permite promediar las señales de múltiples barridos, para mejorar aún más la relación señal/ruido. La precisión del número de ondas y los bajos niveles de ruido permite restar espectros poco diferentes, y utilizar estas pequeñas diferencias.

Las ventajas de los espectrómetros con transformada de Fourier son tan grandes que casi resulta imposible ya adquirir un espectrómetro dispersivo de infrarrojos. No existen en el comercio espectrómetros visible y ultravioleta con transformada de Fourier, por la exigencia que tienen los interferómetros de muestrear a intervalos de $\delta = 1/(2\Delta)$. En espectroscopia visible, Δ podría ser 25 000 cm⁻¹ (que corresponde a 400 nm), lo que daría un $\delta = 0,2 \mu\text{m}$ y un movimiento de espejo de $0,1 \mu\text{m}$ entre dos puntos. Es imposible un control tan fino en intervalos significativos de movimiento de espejo.

APENDICE N°3

**Entrevista a Empresas que Aplican Análisis de
Lubricantes en el Perú**

Nombre de la empresa _____

Categoría _____

Proveedor de Servicios de
lubricantes _____

No. de análisis que
Realizan en el mes _____

Confía en los resultados de los análisis emitidos si no

Análisis que realizan	Costo

Observaciones:

APENDICE N°4**APLICACIONES DEL ANÁLISIS DE ACEITE USADO EN MOTORES A
DIESEL DE USO MARINO [9]****CASO 1: Dilución de aceite por combustible en el motor propulsor de un velero**

En este ejemplo se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del aceite usado de la máquina principal de un velero tipo bergantín BRIC – BARCA, de marca DETROIT DIESEL (GM), modelo 149. Las dimensiones principales de la embarcación son: Eslora 78.40 m, Manga 10.16 m, Puntal 6.60m y un Desplazamiento de 1.153 Ton.

Datos de operación del sistema propulsor:

MOTOR: Estacionario

MARCA: Detroit Diesel

MODELO: 18V149

SERIE: 127DE234

MAQUINA No.: Principal

RPM: 1400 (Max.)

VELOCIDAD: 7.5 Nudos (1400 rpm)

POTENCIA: 750 Hp

ACEITE USADO: Válvula diesel DD SAE 40

INTERVALO DE CAMBIO: 500 horas

CEBADO: 2.00 gal /día

CAPACIDAD DE CARTER: 35 galones

PRESION DE ACEITE: 50 – 52 PSI

CONSUMO DE COMBUSTIBLE: 19 gal /h.

ESTADO DE MAQ.: Reparada (907 Horas)

COLOR DE HUMO: No

FUGAS DE ACEITE: No

MANTENIMIENTO: Bueno

AMBIENTE DE TRABAJO: Limpio (poco polvo)

Resultado del análisis.-Al realizar las pruebas de laboratorio a la muestra de aceite, se aplico:

- Norma: ASTM E2412
- Equipo: Infra-rojo

Esta presentó un alto contenido de combustible diesel (~ 32 %).

El máximo permitido es de 2.5 %, de acuerdo a los limites condenatorios para los motores diesel. (Ver Tabla N° 3 del apéndice).

Causas.- La presencia de combustible en el aceite puede deberse a una fuga por la bomba de combustible, fugas en cañerías, mal funcionamiento de inyectores, error de manejo o almacenamiento de aceite y combustible, etc.

Consecuencias.- El combustible causa que la película de aceite se adelgace, disminuyendo su habilidad de lubricación, produciendo principalmente un desgaste excesivo en cojinetes de bancada y de biela, además del agarrotamiento de rines en los pistones.

Conclusión.- En este caso en particular, se determinó, que la causa del alto nivel de combustible en el aceite era producto de una fuga en una cañería de un inyector; además el mal funcionamiento de uno de los inyectores (inyector número 5 de la bancada de estribor), que no pulverizaba sino que goteaba.

Recomendación.- Realizar un mantenimiento periódico en la línea de combustible, calibración de la cremallera, evitar fugas; en este caso se cambió el inyector No. 5 de la bancada de estribor, tipo N 120 y poner especial atención a las lecturas de presión de aceite, consumo de combustible y el olor del lubricante.

CASO 2: Contaminación del aceite por agua en la maquina auxiliar de un barco pesquero

En este ejemplo se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del aceite usado de la máquina auxiliar (generador), de un barco pesquero tipo atunero (red de cerco), con capacidad de carga de 800 Ton. La marca del motor es DETROIT DIESEL y el modelo 12V71N.

Datos de operación de la maquina auxiliar:

MOTOR: Estacionario

MARCA: Detroit Diesel

MODELO: 12V71N

SERIE: 12A35-41

MAQUINA No.: Auxiliar 3 RPM: 1800

VELOCIDAD: 11-12 Nudos

POTENCIA: 326 HP

ACEITE USADO: Texaco Ursa SAE 40

INTERVALO DE CAMBIO: 250 horas

CEBADO: 1.00 L/ día

CAPACIDAD DE CARTER: 14 Galones

PRESION DE ACEITE: 50 PSI

ESTADO DE MAQ.: Reparada (3 años)

COLOR DE HUMO: No

FUGAS DE ACEITE: No

MANTENIMIENTO: Bueno

AMBIENTE DE TRABAJO: Limpio (poco polvo)

Resultado del análisis.- Al realizar las pruebas de laboratorio a la muestra de aceite, se aplico:

- Norma: ASTM E2412
- Equipo: Infra-rojo

Esta presentó 0.5 % agua.

El máximo permitido es de 0.3 % (ver tabla 3 del apéndice). De acuerdo a los límites condenatorios para los motores diesel. (Ver Tabla N° 3 del apéndice).

Causas.- La contaminación del aceite por agua, es producto generalmente de fugas del sistema de enfriamiento, existentes en sellos o empaquetaduras, en especial el empaque del cabezote; además puede presentarse también como un residuo de la combustión o por condensación en el cárter.

Consecuencias.- El agua al emulsionarse con el aceite, ocasiona que este sufra una degradación al que se conoce con el término de oxidación, dando lugar a la formación de ácidos, produciendo un espesamiento del aceite, incrementando su viscosidad, barniz y lodo, que taponan los filtros; aumenta los problemas con espuma y aire atrapado, además reduce las propiedades aislantes del aceite, y, ocasiona herrumbre y corrosión.

Conclusión.- En este caso, se procedió a desmontar los cabezotes, se determinó que la fuga de agua se producía por el mal estado del empaque y por picaduras existentes en el cabezote de estribor. Este problema se solucionó con el cambio de empaques, y, el relleno y rectificadora del cabezote picado.

Recomendación.- Observar periódicamente el aceite en la bayoneta, para controlar la cantidad y el aspecto del mismo, puesto que el aceite al emulsionar con el agua pierde brillo y presenta una turbiedad de aspecto lechosa; además

poner atención en las lecturas de los instrumentos, en especial la presión del aceite.

CASO 3: Condenación del aceite por excesivo hollín

En este ejemplo se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del aceite usado en un motor de marca CATERPILLAR, modelo 3306; el mismo que tiene el trabajo de mover el impelente de una bomba semi-axial que succiona agua de un río y es depositada en un reservorio.

Datos de operación:

MOTOR: Estacionario

MARCA: Caterpillar

MODELO: 3306

SERIE: 66D11635

MAQUINA No.: 47 RPM: 3600

ACEITE USADO: Válvula diesel SAE 40

INTERVALO DE CAMBIO: 250 horas

CEBADO: No

CAPACIDAD DE CARTER: 5 Galones

ESTADO DE MAQ.: Reparada

COLOR DE HUMO: Negro

FUGAS DE ACEITE: No

MANTENIMIENTO: Bueno

AMBIENTE DE TRABAJO: Limpio (poco polvo)

Resultado del análisis.- Al extender los periodos de cambio de lubricante en el motor, el aceite se condensó por llegar a niveles altos de hollín (5%). Se aplicó la norma ASTM E2412 y el equipo empleado fue el infra-rojo,

El máximo permitido es de 2 %. De acuerdo a los límites condensorios para los motores Caterpillar. (Ver Tabla N° 4 del apéndice).

Causas.- El hollín es usualmente producto de una mala combustión, producida por diferentes situaciones como: baja calidad del combustible; problemas en el sistema de inyección (bomba, circuitos, inyectores, filtros, etc.); motor muy frío o con poca exigencia de trabajo.

Consecuencias.- El lubricante debido a su poder de detergencia y dispersancia, recoge el hollín producto de la combustión y lo mantiene en suspensión, hasta llegar a un límite de saturación (100 %), luego del cual el hollín empieza a formar depósitos de carbón en distintas partes del motor y llegar incluso a convertirse en un agente abrasivo en el lubricante.

Conclusión.- En este caso en particular, se llegó a determinar que la causa del alto nivel de hollín en el aceite era producto de la poca exigencia de fuerza en el motor, ya que la bomba no presentaba un torque significativo al motor. De la curva de rendimiento de la bomba se determina que la potencia requerida del motor es de aproximadamente 125 HP, cuando el motor CATERPILLAR MOD. 3306 entrega aproximadamente 266 HP.

Recomendación.- Para disminuir los niveles de hollín se podría tratar el combustible con aditivos para mejorar su calidad, incrementar el torque impuesto al motor o cambiarlo, ya que dicho motor estaría sobredimensionado.

Se recomendó incrementar el intervalo de cambio de aceite en el motor, pasando de 250 horas a 320 horas, manteniendo un nivel aceptable de hollín (80 % del nivel de saturación del aceite).

El propietario decidió mantener igual su sistema de bombeo, sin modificar la calidad del combustible.

CASO 4: Condenación del aceite por un agente externo (silicio)

En este ejemplo se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del aceite usado en el motor, de un tractor marca KOMATSU, utilizada para el movimiento de tierra en una cantera.

Datos de operación:

MOTOR: Tractor de oruga

MARCA: Komatsu

MODELO: D155 A

SERIE: 52844

MAQUINA No.: 01 HOROMETRO: 11049 Horas

POTENCIA: 326 Hp

ACEITE USADO: Valvodiesel SAE 40

INTERVALO DE CAMBIO: 250 Horas

CEBADO: 2 gal/semana

CAPACIDAD DE CARTER: 5 gal

ESTADO DE MAQ.: Buena

COLOR DE HUMO: Negro (poco)

FUGAS DE ACEITE: No

MANTENIMIENTO: Bueno

AMBIENTE DE TRABAJO: Polvo

Resultado del análisis.- Al realizar las pruebas de laboratorio a la muestra de aceite, se aplico:

- Norma: ASTM D6595
- Equipo: Espectro de Emisión

Esta presentó niveles altos de silicio 30 ppm.

El promedio permitido es de 5 a 10 ppm. De acuerdo a los límites condenatorios. (Ver Tabla N° 4 del apéndice).

Causas.- La presencia de silicio en el aceite, es producto generalmente de la entrada de partículas de polvo o tierra al sistema; estas ingresan principalmente por la admisión de aire (filtros de aire en mal estado), por fugas de aceite en retenedores, empaques o por la falta de accesorios, como tapón de aceite en tapa válvula, bayoneta.

Consecuencias.- El silicio al sobrepasar los niveles de aceptación en un lubricante, se convierte en un agente abrasivo que aumenta en forma apreciable los parámetros de desgaste de las superficies metálicas, incrementa la viscosidad, ayuda a la formación de lacas o barniz y disminuye las propiedades de los aditivos.

Conclusión.- En este caso, se determinó que el tiempo de operación apropiado del lubricante sea de 250 horas, en la muestra que indica un nivel de silicio de 50 ppm, se observó el mal estado del filtro de aire, al presentar una deformación en su aspecto y ruptura del papel filtrante.

Recomendación.- Poner la debida atención en las horas de trabajo del lubricante en el motor, realizar un buen plan de mantenimiento y en especial el uso de filtros de aire de buena calidad y una constante revisión y limpieza de los mismos.

Tabla N°3: Límites máximos condenatorios para Motores Diesel

Nota: Estos son valores generales para los motores de los fabricantes que se listan y sirven sólo como referencia.

Prueba de análisis de aceite	Fabricante del Equipo		
	Caterpillar	Cummins	Detroit Diesel
Espectroscopía, Hierro	100 ppm	84 ppm	150 ppm
Espectroscopía, Cobre	45 ppm	20 ppm	90 ppm
Espectroscopía, Plomo	100 ppm	100 ppm	No especificado
Espectroscopía, Aluminio	15 ppm	15 ppm	No especificado
Espectroscopía, Cromo	15 ppm	15 ppm	No especificado
Espectroscopía, Estaño	20 ppm	20 ppm	No especificado
Espectroscopía, Sodio	40 ppm	20 ppm	50 ppm
Espectroscopía, Boro	20 ppm	25 ppm	20 ppm
Espectroscopía, Silicio	10 ppm	15 ppm	No especificado
Viscosidad	+20 % a -10 % del grado SAE nominal	+/- 1 grado SAE ó 4 cSt del aceite nuevo @ 100°C	+40 % a -15% del grado SAE nominal @ 40°C
Aqua	0.25% máx.	0.2% máx.	0.3% máx.
TBN	1,0 mg KOH/g valor min.	2,0 mg KOH/g min. , ó 50% del inicial o igual al TAN	1,0 mg KOH/g valor mín.
Dilución por combustible	5% máx.	5% máx.	2.5% máx.
Dilución por Glicol	0,1% máx.	0,1% máx.	0,1% máx.
Ferografía	por excepción	por excepción	por excepción

Fuente: Pagina web motores Diesel

Tabla N°4: Promedio de límites permitidos para las distintas marcas de motores.

Tabla 3	Normal	Comentarios
Fe Hierro (Iron)	5 a 50 ppm	Niveles encima de 15 ppm indican mayor desgaste que lo posible
Pb Plomo (Lead)	2 a 10 ppm	Más de 10 ppm indica un motor parado mucho tiempo, contaminación, aceite muy delgado o aceite muy viscoso.
Cu Cobre (Copper)	2 a 5 ppm	Motores con enfriadores de aceite pueden tener más sin preocuparse.
CR Cromo (Chromium)	1 a 8 ppm	Alto desgaste de Cromo frecuentemente viene de alto hollín o tierra lijando los anillos y el árbol de levas.
Al Aluminio (Aluminum)	2 a 15 ppm	Normalmente será 30% del valor de silicio. El valor sobre eso es preocupante.
Ni Níquel (Nickel)	1 a 2 ppm	Alto desgaste de níquel normalmente indica alta contaminación por hollín y tierra.
Ag Plata (Silver)	0	Son pocos los motores con cojinetes de plata
Sn Estaño (Tin)	1 a 2 ppm	Operación del motor a bajas revoluciones con alta carga causa la degradación de los cojinetes.
Na Sodio (Sodium)	0 a 10 ppm	Alto sodio indica una entrada de agua del radiador, a no ser que se opere cerca del mar o un salar. Sodio es muy corrosivo.
Si Silicio (Silicon)	5 a 10 ppm	Motores nuevos o rectificados pueden tener un cambio o dos con niveles mayores. Después de ello, todo es tierra entrando para lijar las piezas. El Silicio es el enemigo N° 1 para el motor.
Dilución por combustible	0 a 2%	Cuando se toma la muestra caliente como debería ser, todo el combustible debería evaporarse. El Combustible diluye el aceite y "come" los cojinetes.
Hollín (Soot)	0 a 2%	Niveles sobre esto son anti-económicos por el alto consumo de combustible y poco aprovechamiento para la conversión del mismo a potencia. El Hollín es el enemigo N° 2 para el motor.

Fuente: Pagina web motores Diesel

Para el reporte del análisis, se utilizara el siguiente formato:

Para tener una idea más clara de las parte de un motor, a continuación se mostrara las siguientes figuras.

Figura 3: Motor marino



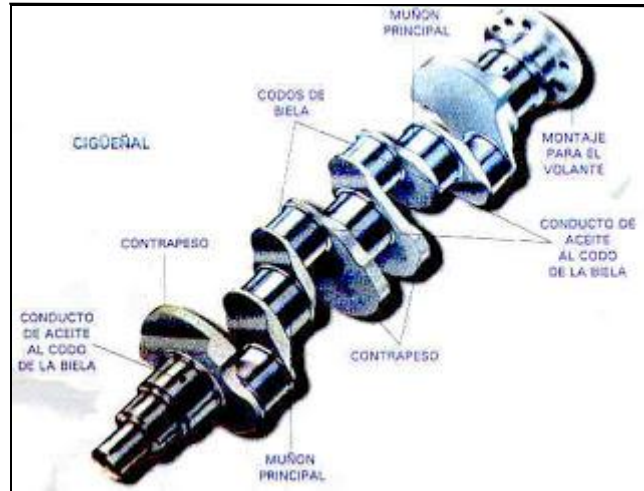
Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 4: Bloque



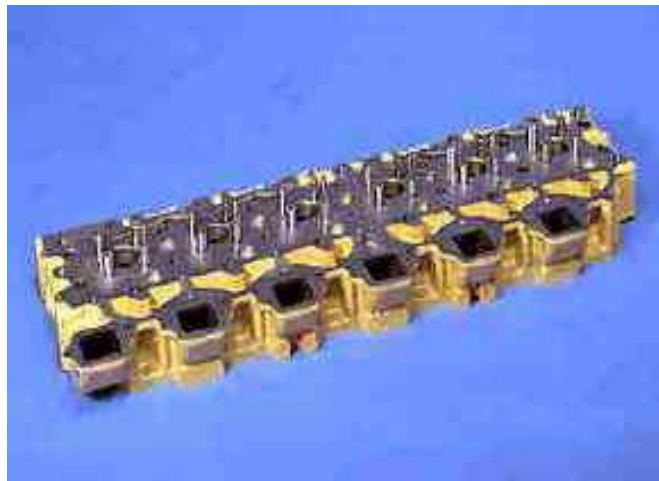
Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 5: Cigüeñal



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 6: Culata



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 7: Pistones



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 8: Camisas



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura9: Bielas



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 10: Cojinetes



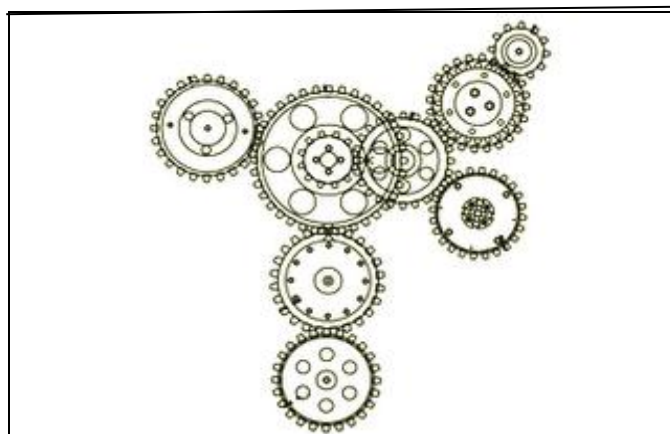
Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 11: Válvulas



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 12: Distribución de Engranajes



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 13: Bomba de aceite



Fuente: Pagina web motores Diesel

Figura 14: Bomba de agua



Fuente: Pagina web motores Diesel

17. ANEXOS

MANTENIMIENTO

1. Termografía y Termovisión en Mantenimiento

Fundamentos de la Termografía por Infrarrojos

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

La Física permite convertir las mediciones de la radiación infrarroja en medición de temperatura, esto se logra midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero la cámara termográfica, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una imagen de un espectro de colores, en el que cada uno de los colores, según una escala determinada, significa una temperatura distinta, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco.

La Termografía en el Mantenimiento Industrial Preventivo

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. La implementación de programas de inspecciones

termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de un falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos radiográficos, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

Aplicaciones de la Termografía en Mantenimiento Preventivo Industrial

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de Frío industrial y climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo por Termovisión

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.

- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la Falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.
- Ayuda al seguimiento de las reparaciones previas.

MONITOREO DE CONDICIÓN – UNA ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Introducción

El mantenimiento predictivo y el monitoreo de condición son dos herramientas ampliamente utilizadas por los departamentos de mantenimiento en todo el mundo, como una herramienta poderosa para una mayor productividad y competitividad. La selección de la maquinaria para ser incluida en estos programas depende de un análisis de su criticidad, su costo, sus requerimientos de seguridad y ambientales, la confiabilidad esperada y el impacto de su falla. En industrias como la generación de energía y petroquímica, el análisis de vibración ha sido históricamente la técnica seleccionada para monitorear la condición de los grandes componentes críticos de equipo rotatorio. Inversamente, las compañías de transporte y maquinaria pesada, han confiado en el análisis de aceite para tomar efectivas decisiones de mantenimiento predictivo. En otras industrias como las de metales primarios, papeleras, manufactura, etc., podríamos encontrar la aplicación o combinación de diferentes técnicas predictivas incluyendo la termografía, análisis de corriente en motores, el ultrasonido y eventualmente pruebas no destructivas.

El diseño adecuado de una estrategia de mantenimiento basado en condición (MBC) permitirá acceder a los beneficios y aprovechar al máximo las inversiones en tecnología y educación que se deben hacer.

Objetivos del MBC

El objetivo de un programa de monitoreo de condición, es conocer la condición de la maquinaria, de tal manera que se pueda determinar su operación de manera segura, eficiente y con economía. Las técnicas de monitoreo están dirigidas a la medición de variables físicas que son indicadores de la condición de la máquina y mediante un análisis, efectuar la comparación con valores normales, para determinar si está en buen

estado o en condiciones de deterioro. Esta estrategia asume que hay características medibles y observables que son indicadores de la condición de la maquinaria. Podemos clasificar los beneficios del MBC en:

- Detectar condiciones que pueden ser causa de falla – (proactiva)
- Detectar problemas en la maquinaria – (predictiva)
- Evitar fallos catastróficos – (predictiva)
- Diagnóstico de la causa de la falla – (proactiva)
- Pronóstico de utilidad – (predictiva)

El monitoreo de condición estudia la evolución de los parámetros seleccionados en función del tiempo y establece una tendencia que indica la existencia de un fallo, su gravedad y el tiempo en que el equipo puede fallar. La toma de decisiones a tiempo permite evitar que el fallo se presente (proactivo) o eliminar la posibilidad de un fallo catastrófico (predictivo).

La ventaja de esta estrategia, es que puede ser efectuado mientras el equipo está funcionando. De esta manera, las acciones de mantenimiento o corrección de los parámetros de funcionamiento cuando las mediciones así lo indiquen, evitando acciones intrusivas a la maquinaria que son generadoras de defectos.

Selección de la maquinaria a monitorear

El MBC no es una estrategia económica y deberán ser identificados aquellos equipos en el proceso de producción que afectan a cualquiera de las siguientes:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Costo
- Seguridad

En cualquier entorno, debemos considerar una condición de optimización de las estrategias de mantenimiento y conservación, de tal manera que los costos de la aplicación de las tecnologías y estrategias no sean superiores a los que se tratan de evitar. Vea la Fig. 1.



Figura N° 1.- Optimización del Mantenimiento0

Selección de la tecnología adecuada

La selección de la tecnología adecuada para cada maquinaria depende de varios factores como son: el tipo de maquinaria, el modo de fallo a diagnosticar y la capacidad de inversión.

Una de las mejores maneras de aplicar esta tecnología es mediante el Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad. (AMEF). Otras opciones incluyen el desarrollo de metodologías como Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), Análisis de causa raíz, Análisis de Pareto, Análisis de frecuencia de falla (TPEF), etc.

Lo que realmente importa, es que el programa de monitoreo de condición esté dirigido a la causa de falla y que puedan identificarse los indicadores de su deterioro.

Una vez que se ha efectuado el análisis de las causas de falla críticas de la maquinaria, es importante identificar una acción de mantenimiento que permita eliminarla, detectarla y controlarla. De esta manera construimos nuestro plan de mantenimiento. De la misma manera, estamos ahora en condiciones de establecer nuestro programa de monitoreo de condición, seleccionando la tecnología o estrategia que pueda ayudarnos a responder las siguientes preguntas:

1. ¿De dónde proviene?
2. ¿Qué la causa?
3. ¿Qué tan severa es?
4. ¿Se puede controlar?
5. ¿En cuánto tiempo ocurrirá?

Técnicas y tecnologías de monitoreo de condición

El monitoreo de condición es un concepto que ha sido utilizado desde hace mucho tiempo. Por lo general los operadores y mecánicos perciben señales de la maquinaria con sus propios sentidos. Ahora lo que se pretende es amplificar estas señales y aislarlas para incrementar su percepción mediante tecnología y medición.

Las técnicas de monitoreo las podemos clasificar en:

- Inspecciones de la maquinaria
- Mediciones de desempeño de la maquinaria
- Monitoreo de las condiciones dinámicas de la maquinaria
- Monitoreo de los fluidos
- Monitoreo de las partículas de desgaste

Fortalezas y debilidades

Cada una de las técnicas descritas anteriormente tiene fortalezas y debilidades. En función de ellas debemos seleccionar la que pueda responder a las preguntas del profesional de la confiabilidad.

Hagamos la analogía de nuestra situación con la de un médico ante la presencia de una enfermedad. En una primera consulta, por lo general se basa en la descripción de la condición externa del paciente y lo interroga para conocer su estado. Efectúa una inspección visual de los principales indicadores externos, utilizando la vista, los oídos, el tacto y el olfato. Posteriormente puede utilizar instrumentos que le ayuden a precisar la situación, como estetoscopio, lámparas y magnificadores, termómetros, etc. Sus observaciones le irán proporcionando información que debe analizar y procesar para determinar si los síntomas que aprecia son suficientes para diagnosticar una enfermedad.

En caso de que la información recibida no sea concluyente, le pedirá al paciente que acuda a efectuar algunos análisis más detallados. Dependiendo de la causa probable, determinará si requiere de un estudio por rayos X, una tomografía, análisis de orina o sangre, electrocardiograma, o incluso un muestra de tejido o inspección interna por cámara de fibra óptica.

Esos resultados, en conjunto con los de su inspección inicial, seguramente le permitirán identificar el síndrome a partir de los síntomas. Sin embargo la selección de las pruebas es definitiva en el resultado a obtener. En el caso extremo de un daño en el hígado; si el médico selecciona hacer una prueba de rayos X, es seguro que no recibirá información de la causa de falla o de los efectos. Sin embargo, la muestra de sangre, orina y probablemente un ultrasonido pueden ayudar a diagnosticar adecuadamente antes de que la condición se vuelva crítica.

Hagamos pues, un análisis de nuestras causas de falla y veamos cuál técnica o tecnología tiene la capacidad de responder a la mayor cantidad

de las 5 preguntas planteadas arriba. Bien; ahora veamos cuáles de ellas tienen la capacidad de avisarnos antes que las otras y como estas tecnologías y técnicas se interrelacionan entre sí. Vea Fig. 2.

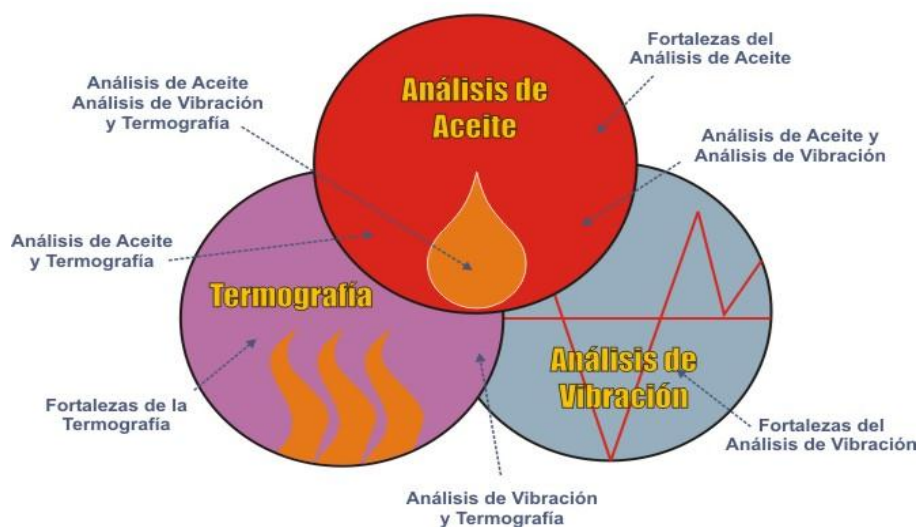


Figura 2. – Seleccione la tecnología que esté dirigida a las causas de falla

Frecuencia de monitoreo

Una vez que hemos seleccionado las técnicas y tecnologías para monitorear la causa de falla y sus efectos, es necesario determinar la frecuencia con la que aplicaremos este monitoreo, que garanticen su eficiencia.

De gran valía en esta decisión es considerar una de las herramientas de RCM: el análisis del periodo P-F. Toda la maquinaria debe entregar un rango de desempeño. Mientras el desempeño esperado se mantenga dentro de esos límites, se considera que el activo está efectuando su trabajo. Supongamos que tenemos una bomba debe entregar entre 45 y 50 gpm en el proceso para mantener su funcionalidad. Cuando la bomba está nueva, entrega 50 gpm y conforme se gasta, su desempeño disminuye a 45 gpm.

Al llegar a este valor, se determina que el equipo está fuera de especificación de desempeño y debe ser reparado a la condición original o reemplazado. Esta pérdida de desempeño puede deberse a un deterioro gradual del equipo por su funcionamiento y entonces estaremos esperando que el tiempo que transcurra sea equivalente a la vida útil esperada del equipo (TEV).

Otro escenario es que se presente una causa de falla en el equipo que pueda acortar su desempeño. Cuando esta causa de falla se presenta, el periodo de vida esperada de la bomba se acorta y tendremos una falla del equipo antes del TEV. Dependiendo del modo de falla, será la severidad del daño y por consecuencia el tiempo en que la bomba fallará.

El punto P en este análisis, es el momento en que la causa de falla se puede detectar en el equipo (P siempre será posterior al momento en que la causa de falla se presenta) y F es el momento en el que el activo llega a su límite inferior de desempeño. Vea Fig. 3. En nuestro ejemplo F es cuando la bomba entrega menos de 45 gpm.



Figura N° 3.- Inicio de Falla – Final de la Falla P-F

Es muy importante señalar que en un mismo modo de falla, podemos tener varios P-F, dependiendo de la tecnología que se seleccione. El analista debe seleccionar la tecnología que proporcione el periodo P-F más largo que permitirá que la toma de decisiones permita mantener el equipo dentro de su rango de desempeño útil. Vea Fig.4.

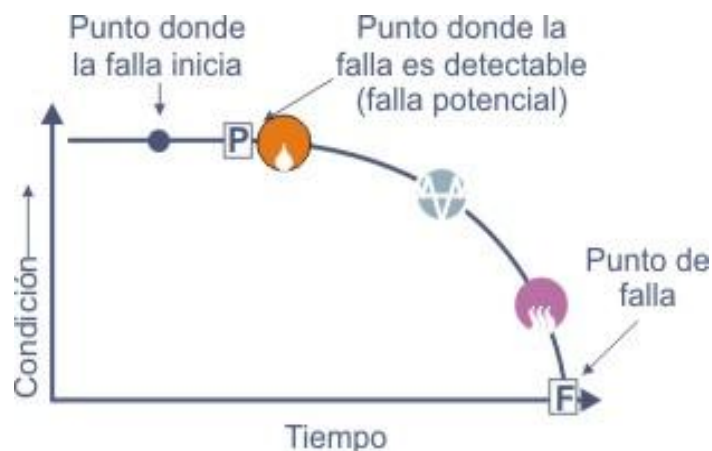


Fig. 4 Seleccione la Tecnología con el P-F más largo

Una vez que hemos seleccionado la tecnología que proporciona el P-F más largo, debemos establecer el periodo de monitoreo que nos permita capturar el modo de falla que significa el P-F crítico más corto en el equipo. Si nuestra frecuencia de monitoreo (FM) es establecida con una frecuencia igual al P-F, entonces nuestra posibilidad de detectar el problema es muy remota.

Si por el contrario, nuestra FM es mayor que P-F, entonces nuestro programa no será capaz de detectar este problema y nuestro programa carece de sentido.

A partir de lo anterior, es obvio que nuestra FM debe ser menor que P-F. Idealmente deberá ser establecida como $FM = P-F/3$. De esta manera estamos en la condición de detectar el inicio del problema, su avance y todavía estar en condiciones de monitorear el final de la vida del equipo. Vea Fig. 5.



Figura 5.- Frecuencia ideal de muestreo

En muchas ocasiones la maquinaria puede tener un P-F demasiado corto para algunos modos de falla, ocasionando que las tecnologías de monitoreo deban ser efectuadas en línea para garantizar su efectividad.

EL ANÁLISIS DE LUBRICANTES COMO HERRAMIENTA DEL DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Resumen

El trabajo expone la importancia del análisis de lubricantes como herramienta del diagnóstico técnico en el mantenimiento de máquinas y equipos. Se hace una breve descripción de los análisis de lubricantes más utilizados en el diagnóstico de máquinas y los parámetros a medir en algunos sistemas en específico.

Introducción

Para disponer de un efectivo sistema de mantenimiento, es necesario poder evaluar el estado técnico de cada uno de los elementos que componen la máquina, para tomar medidas dirigidas no a un conjunto de elementos, sino a cada uno en particular. Para lograr lo anterior se ha desarrollado una rama de la Ciencia que se dedica al estudio y determinación del estado técnico de cada artículo en explotación con un enfoque individual para restablecer sus requisitos de funcionamiento, que se ha denominado Diagnóstico Técnico.

La base del Diagnóstico Técnico consiste en saber medir (de forma continua o discreta) los parámetros (directos o indirectos) que caracterizan el estado técnico del artículo; parámetros que permiten establecer el estado real de un artículo en particular y determinar su posible tiempo de explotación, hasta el momento en que alcance su estado límite.

El Mantenimiento Predictivo se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, análisis de vibraciones, y ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria.

El mayor beneficio de la utilización de éstas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar una parada para corregir el problema, alcanzando de ésta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.

El hecho de analizar simplemente la máquina para analizar su estado no siempre es posible. El análisis del aceite puede ser realizado con facilidad y ofrecer muchas condiciones de la máquina y del estado del aceite. Por tal razón, a partir de los resultados del análisis del aceite se puede determinar si el lubricante y la máquina se encuentran en buen estado y utilizar esta información para el planteamiento de los programas de mantenimiento predictivo.

Muchos fabricantes de equipos, así como organizaciones internacionales especifican sus propios límites condenatorios, lo cual permitirá con mayor facilidad y confianza, determinar el momento oportuno para que el aceite sea drenado, así como también, si se debe sustituir alguna pieza del equipo.

Beneficios de utilizar el Análisis de Aceite

El análisis de aceite es una técnica simple, que realizando medidas de algunas propiedades físicas y químicas proporciona información con respecto a:

- La salud del lubricante
- Contaminación del lubricante
- Desgaste de la maquinaria

El análisis de aceite no sólo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los equipos, detectar fallas incipientes, sino también establecer un programa de Lubricación basado en Condición.