



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar  
indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTORES:**

Barbaran Cuzco, Willy Jose (ORCID:0000-0002-3341-3552)

Canova Vargas, Jorge Moises (ORCID:0000-0002-1550-5613)

**ASESORES:**

Mg. Castro Atincona, Walter Miguel (ORCID:0000-0002-8127-4040)

Dr. Lujan Lopez, Jorge Eduardo (ORCID: 0000-0003-1208-1242)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**TRUJILLO-PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por a vernos guiado y dado salud y las fuerzas para salir adelante, a nuestros padres, esposas e hijos por el apoyo moral e incondicional durante nuestra formación profesional.

## Agradecimiento

A todos los docentes, compañeros y a la Universidad César Vallejo por permitir que profesionales técnicos puedan estudiar una carrera universitaria y ver sus metas hechas realidad y por las enseñanzas brindadas en las aulas que forman parte de nuestra formación profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	8
3.2 Variables y Operacionalización .....	9
3.3 Población, Muestra.....	9
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	9
3.5 Procedimientos .....	11
3.6 Método de Análisis de Datos.....	12
3.7 Aspectos Éticos.....	12
IV. RESULTADOS.....	12
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES .....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS .....	34

## Índice de tablas

Tabla 01 <i>Datos de informe del laboratorio.</i> .....	10
Tabla 02 <i>Registro de funcionamiento anual en horas de las unidades.</i> .....	10
Tabla 03 <i>Registros de precios.</i> .....	11
Tabla 04 <i>Unidades de estudio.</i> .....	12
Tabla 05 <i>Información técnica del motor HOWO T7H 440</i> .....	13
Tabla 06 <i>Límites condenatorios máximos permisibles del lubricante.</i> .....	14
Tabla 07 <i>Límites condenatorios mínimos permisibles del lubricante.</i> .....	14
Tabla 08 <i>Datos para obtener la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se utilizó la fórmula 2.4 Y 2.5.</i> .....	18
Tabla 09 <i>Datos para obtener la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se utilizó la fórmula 2.4 Y 2.5.</i> .....	20
Tabla 10 <i>Datos para el cálculo económico del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.</i> .....	24
Tabla 11 <i>Gastos anuales de las unidades por mantenimiento preventivo.</i> .....	24
Tabla 12 <i>El beneficio ahorro anual por mantenimiento preventivo con aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w-40.</i> .....	25
Tabla 12 <i>Matriz de operacionalización de las variables</i> .....	34

## Índice de figuras

Figura 01. Límites condenatorios del aceite mineral. ....	15
Figura 02. Partículas desgastes encontradas en los análisis. ....	15
Figura 03. Partículas de contaminación encontradas en los análisis. ....	16
Figura 04. Límites condenatorios del aceite sintético. ....	16
Figura 05. Partículas desgastes encontradas en los análisis. ....	17
Figura 06. Partículas de contaminación encontradas en los análisis. ....	17
Figura 07. La disponibilidad encontrada usando el aceite mineral. ....	18
Figura 08. La confiabilidad encontrada usando el aceite mineral. ....	19
Figura 09. La mantenibilidad encontrada usando el aceite mineral. ....	19
Figura 10. La disponibilidad encontrada usando el aceite sintético. ....	20
Figura 11. La confiabilidad encontrada usando el aceite sintético. ....	21
Figura 12. La mantenibilidad encontrada usando el aceite sintético. ....	21
Figura 13. Disponibilidades encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas. ....	22
Figura 14. Encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas. ....	22
Figura 15. Mantenibilidades encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas. ....	23

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo general, elaborar un estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar los indicadores de mantenimiento del equipo Howo de la marca Sinotruk, por ende, la metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo con un diseño experimental.

Así mismo los resultados favorables obtenidos en el desarrollo, están en relación al cambio de aceite mineral por el aceite sintético, de tal forma se logró obtener el estado del aceite lubricante en las condiciones de trabajo del equipo, por consiguiente, el tiempo permitido para realizar un mantenimiento preventivo, para no afectar a la unidad.

Finalmente se determinó que al realizar un mantenimiento preventivo con aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, los indicadores de mantenimiento son mayores, el cual se vio reflejado en un ahorro total anual de S/. 381,226.67.

**Palabras claves:** Mantenimiento, aceite, mineral, sintético.

## **Abstract**

The general objective of this work was to prepare a comparative study of the use of mineral oil and synthetic oil to evaluate the maintenance indicators of the Howo equipment of the Sinotruk brand, therefore, the methodology used was a quantitative approach with an experimental design.

Likewise, the favorable results obtained in the development are in relation to the change of mineral oil for synthetic oil, in such a way that it was possible to obtain the state of the lubricating oil in the working conditions of the equipment, therefore, the time allowed to carry out a preventive maintenance, so as not to affect the unit.

Finally, it was determined that when performing preventive maintenance with Mobil Delvac XHP 10W-40 synthetic oil, the maintenance indicators are higher, which was reflected in a total annual saving of S/. 381,226.67.

**Keywords:** Maintenance, oil, mineral, synthetic.

## I. INTRODUCCIÓN

Un plan de mantenimiento predictivo tiene como principal característica prevenir fallas y reducir el número de paradas del equipo. La importancia de que esto ocurra radica en un detallado análisis de aceite y en los índices de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, al mismo tiempo tener un control más eficiente del equipo, llegando a mejorar el rendimiento y evitar las paradas de operación del equipo, logrando así aumentar su ejecución y productividad en las labores diarias que realiza el equipo (Dominguez Soto, 2018).

Hoy en día, en el mundo se produce millones de toneladas de lubricantes de aceite al año, donde los principales consumidores de lubricantes de aceite son las industrias automotrices y la de construcción, en efecto el lubricante más consumible y por su bajo costo es el lubricante mineral, por otro lado, se viene mejorando la calidad del aceite lubricante, reemplazándolo por un lubricante semisintético o sintético, a fin de aumentar la vida útil en los componentes de los motores de combustión interna y por consiguiente contribuir con el medio ambiente (Chervinsky et al., 2021).

En la actualidad, todos los países de Latinoamérica enfrentan un desafío claro, que es optimizar los costos en la ejecución de sus procesos y mejorar la productividad y la eficiencia de sus equipos en sus jornadas diarias, sin embargo aplican el concepto del mantenimiento preventivo repetitivo sin tener realmente en cuenta estudios estadísticos, buena optimización de los recursos y disminución de costos, a fin de que todo vehículo de transporte tiene que garantizar un buen funcionamiento de sus partes y lograr mayor disponibilidad del equipo (Díaz, 2020).

Por otro lado, en el Perú ya se viene evaluando los parámetros de degeneración del aceite lubricante 15W-40 empleados en motores Diésel de combustión interna, debido a que las empresas están en la obligación de ofrecer un plan de mantenimiento predictivo, llegando a tener un modelo de estudio de análisis de aceite lubricante 15W-40 y poder brindar un buen servicio al equipo, de tal manera gracias a los estudios de análisis de aceite en laboratorio se evitará irregularidades en el desempeño del equipo (Cotrino, 2021).

La empresa estudiada es 100% peruana, opera en la industria automotriz y se dedica al servicio técnico y postventa de unidades de la marca Sinotruk, quien

tuvo como proyecto medir los indicadores de mantenimiento de los volquetes Howo, utilizando un aceite mineral y sintético en su plan de mantenimiento predictivo y así poder alargar el intervalo de mantenimiento preventivo, dado que los equipos son los principales activos del concesionario. Este tipo de problema se basó en que los clientes no apostaban por la marca Sinotruk puesto que el intervalo de mantenimiento preventivo del equipo era muy reducido y generaba pérdidas al tener paradas del equipo en el taller.

Las causas posibles del problema, es que algunos empresarios prefieren hacer uso de su intuición al momento de seleccionar su personal y desconocen de una poderosa herramienta, que es el monitoreo de análisis de lubricantes de aceites, entre otras causas es que no apuestan por realizar un proceso exhaustivo de su unidades, dado que, al adquirir datos sin tener un proceso de seguimiento de la información, puede generar más confusión y frustración para el cliente y el equipo. (Rensselar , 2018). En la empresa estudiada, la causa más resaltante fue no tener un control y monitoreo detallado de las unidades.

Por otro lado, las posibles consecuencias radican en la cantidad de número de paradas del equipo, debido a un mal control de monitoreo estadístico, obteniendo una baja disponibilidad del equipo, por ende, sólo retrasaría la operación. (Dominguez Soto, 2018). Por consiguiente, acortaría la vida útil del motor dando como signos más comunes, cilindros y pistones rayados, rodamientos dañados, anillos de pistón pegados y presencia de lodo y ppm de metales en el lubricante (Azevedo et al., 2018).

Por lo descrito anteriormente, la investigación se enfocó en un plan de mantenimiento predictivo basado en análisis de aceites, el cual se llegó a alargar el intervalo de mantenimiento preventivo, como alargar la vida útil de los componentes y principalmente mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad productiva del equipo (Galarza, 2017). Por otro lado, el muestreo de análisis de aceite llegó a proporcionar un respaldo para la garantía del equipo y poder mejorar el valor de reventa del vehículo, de modo que el análisis de aceite es como una prueba de sangre del motor (Crissey, 2018).

En la formulación del problema de investigación se planteó mediante la siguiente pregunta: ¿En qué medida el tipo de aceite influye en la evaluación de los indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440? Y de forma específica se planteó las siguientes preguntas: ¿Cómo determinar los resultados

de muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40?, ¿Cómo determinar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos? Y ¿Cómo determinar el costo beneficio del uso del aceite sintético en el equipo?

La investigación se justificó teóricamente en que los clientes reduzcan sus costos de mantenimiento y reparación, por ende, gracias a los muestreos de aceite usados, se pudo determinar, el estado en que se encuentra el aceite lubricante y en qué tiempo de intervalo se procedió a cambiar. De tal forma gracias a las nuevas tecnologías que muestra la marca Sinotruk, con el sistema emisiones de gases euro V y al utilizar un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W40, ayudó a reducir la concentración de los gases de escape y así poder contribuir con el medio ambiente.

Conforme a lo establecido, el objetivo general de la investigación fue: Elaborar un estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar los indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440. Los objetivos específicos fueron: Determinar los resultados de muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40. Determinar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos HOWO T7H-440. Determinar el costo beneficio del uso del aceite sintético en el equipo.

La hipótesis general en la presente investigación expresó que el tipo de aceite si influye de manera significativa en la evaluación de los indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440.

## **II.MARCO TEÓRICO**

En investigaciones realizadas a nivel nacional, donde el autor fue Domínguez (2018), quien realizó una investigación en Tacna-Collpa, si bien tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento basándose en análisis de aceite para incrementar la disponibilidad del equipo, utilizando muestreos de aceite Mobil Delvac MX 15W-40 e indicadores de mantenimiento, teniendo como resultado un importante aumento de disponibilidad del 7% llegando al 93%, logrando reducir el número de interrupciones del equipo.

Con el fin de profundizar el proyecto se encontró la investigación del autor Carranza (2020), realizada en Ica-Marcona, quien buscó determinar la influencia del aceite sintético en los índices de mantenimiento, con el protocolo del aceite

mineral y sintético en el funcionamiento del motor, de tal modo que la muestra fue realizada en 04 camiones de combustión interna, llegando a tener un diseño experimental por el uso de una variable, teniendo como resultado incrementar la vida útil de los componentes del motor y poder extender el intervalo de mantenimiento preventivo del equipo. Llegando a la conclusión que, al utilizar un aceite mineral, el intervalo de mantenimiento es a las 250 horas, mientras que al utilizar un aceite sintético el intervalo de mantenimiento se realizó las 750 horas.

Según el autor Ipanaque (2020), quien desarrolló su investigación en Chiclayo, tuvo como objetivo realizar un análisis de partículas metálicas del aceite lubricante, en donde utilizaron instrumentos y herramientas sofisticados de laboratorio, como viscosímetro y espectrómetro, para determinar los parámetros del aceite lubricante del motor y los niveles máximos permisibles de las partículas por millón ppm. Llegando a la conclusión que el aceite lubricante del motor al pasar por el tiempo se degradan sus aditivos.

En una investigación realizada a una empresa que se encuentra localizada en Huachipa provincia de Lima, donde se planteó elaborar un plan de mantenimiento predictivo basados en muestreos de aceites lubricantes API CI-4 15W-40 y un aceite API CK-4 15W40 para aumentar la disponibilidad del motor cummins ISX, tomando en cuenta los parámetros aceptables de los ppm. y el comportamiento de la degradación del aceite lubricante, tuvo como resultado mantener los parámetros permisibles dentro del mantenimiento preventivo, llegando a la conclusión que al utilizar un aceite lubricante 15w40 con especificaciones API CK – 4 hay mayor aumento de disponibilidad del equipo (Portocarrero y Rabanal 2019).

Por otra parte, el autor Apaza (2017), quien realizó su investigación en Arequipa, mencionó que al realizar el mantenimiento preventivo PM 1 cada 250 horas de intervalo de mantenimiento preventivo, les conllevó a tener frecuentemente el equipo en tiempos muertos por internamiento a taller, el cual propuso utilizar un aceite a base mineral mejorado Mobil Delvac MX ESP 15W-40 con especificaciones API CK – 4, tomando en cuenta algunas variables como; lubricantes, desgastes, contaminantes y aditivos, logrando extender el intervalo de tiempo del mantenimiento preventivo a 500 horas de trabajo.

En cuanto a la investigación realizada por el autor Trujillo (2016), desarrollada en Quito, quien buscó determinar la diferencia del aceite mineral vs aceite

sintético en un vehículo liviano en un tiempo de 800 horas, considerando el comportamiento de los límites condenatorios de los resultados de la muestra de aceite mineral y sintético, llegando a la conclusión que el aceite mineral sufre un deterioro de degradación a las 300 horas, mientras que el aceite sintético empieza un deterioro significativo durante las 800 horas de trabajo del equipo, por ende, el costo de mantenimiento al utilizar un aceite sintético se justifica en el transcurso del tiempo.

Por otro lado, el autor Malaga (2018), quien realizó su investigación en Cajamarca, planteó elaborar un diseño óptimo de migración de aceite mineral a sintético para incrementar la disponibilidad del equipo Jhon Deere. Así mismo menciona que el desempeño del aceite lubricante como el intervalo de mantenimiento preventivo, consistió en diferentes pruebas de laboratorio para medir los parámetros de viscosidad, TBN y desgaste de metales. Llegando a la conclusión que el mantenimiento preventivo de 250 horas, pasará a realizarse a las 500 horas al migrar a un aceite sintético, por ende el costo beneficio entre ellos el costo de operación y mano de obra del cambio de aceite se determinó por los costos del uso de aceite sintético frente a uso de aceite mineral.

Los aceites lubricantes son unas sustancias que crean una película entre dos superficies metálicas, para disminuir la fricción y el desgaste en las partes móviles del motor cuando estas estén en movimiento, por ende, existen diferentes tipos de aceites, entre ellos el aceite mineral y el aceite sintético, en el cual se evalúa el tiempo de intervalo de mantenimiento y el costo de repuesto o insumos, el lubricante cumple la función de refrigerar y limpiar los componentes del motor (Vargas, 2017).

El muestreo o análisis de aceite es importante porque garantiza que el equipo se lubrique de manera óptima y al mismo tiempo brinda al personal del área de mantenimiento la oportunidad de detectar las fallas que pueda presentar el equipo como el desgaste y los contaminantes del lubricante, por ende, al conocer la viscosidad y el número total de base "TBN", el muestreo de aceite ofrece una imagen clara de la condición y el estado del aceite lubricante y por consiguiente al eliminar un cambio de aceite al año se podrá ahorrar dinero en material y mano de obra (Rensselar, 2018).

Por otro lado, la viscosidad indica un valor de resistencia del aceite, el cual se pierde con la temperatura. Los lubricantes que aguantan la tendencia a

espesarse en el momento que se encuentran fríos y a adelgazar cuando se encuentran calientes, poseen un alto índice de viscosidad. De tal modo los motores que funcionan en climas muy distintos requieren aceites que se adecuen con las temperaturas ambientales, así mismo para que se mantenga la viscosidad a los aceites multigrados, se les añaden polímeros químicos, siendo estos sensibles a la temperatura, por consiguiente, cambian su fórmula molecular a elevadas y bajas temperaturas. (Carranza, 2020).

El TBN “número de base total”, se determina mediante la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio por gramo de muestra de aceite. El TBN en los motores Diésel tienden a ser más alto, debido a la temperatura y cargas en la que opera el equipo, por lo mismo, si la medida de TBN disminuye, la concentración de los ácidos conduce a la oxidación al transcurrir el tiempo, el cual da como resultado desgaste y contaminantes en los componentes internos del motor (Azevedo, 2018)

El aceite mineral es una mezcla compleja de hidrocarburos, puesto que se obtiene por un proceso de las destilaciones fraccionadas del petróleo crudo, por consiguiente, su costo es de bajo presupuesto dado que la elaboración es mucho más rápida y fácil de procesar. (Carranza, 2020).

El aceite sintético es utilizado mayormente en el sector de transporte en los motores Diésel de combustión interna de alto rendimiento, por ende, permite reducir gradualmente las emisiones de carbono debido a la menor huella de carbono y por ende una menor inclinación hacia la degradación del medio ambiente. (Ibrahim , 2022).

El mantenimiento predictivo se realiza posterior de una selección estratégica de los equipos, tomando como base la criticidad del activo dentro de la producción, estos son medidos por intervalos de tiempo definidos para pronosticar la falla del equipo y ejecutar un mantenimiento programado antes que este llegue a un estado crítico. Las variables más comunes para analizar son la viscosidad del aceite, la cantidad de partículas presentes en el aceite usado y el TBN (Rensselar, 2018).

El mantenimiento preventivo es aplicado en intervenciones periódicas, programadas en un intervalo de tiempo, logrando disminuir el riesgo de daño o parada del activo, dado que tiene como objetivo evitar un mal funcionamiento del equipo, reduciendo los costos de reparación y aumentando la vida útil del equipo,

el cual ayuda para una mayor duración y una mejor condición segura para el equipo y la operación de producción, mejorando la disponibilidad y confiabilidad del equipo. (Díaz Martínez, 2020)

Los indicadores de mantenimiento son parámetros numéricos que ayudan a la información de los procesos de operación, por lo tanto es posible medir y controlar el rendimiento de las operaciones para alcanzar los objetivos de la empresa y del equipo, reduciendo tiempo de parada y costos de operación, la medición de un indicador es significativamente importante para lograr comparar datos de una magnitud con un patrón preestablecido el cual permitirá evaluar los resultados al transcurrir en el tiempo (Muñoz, 2020)

Según Carranza (2020), define como indicadores de mantenimiento a la disponibilidad, confiabilidad y la mantenibilidad. Sostiene que la disponibilidad es la posibilidad de que el activo funcione correctamente en el momento de ser requerido por un tiempo dado. Con respecto a la confiabilidad sostiene que es la probabilidad y una medida de seguridad en la confianza que se le tiene al activo a desempeñar su función durante un periodo de tiempo preestablecido. Y respecto a la mantenibilidad sostiene que es la expectativa que se tiene del activo o sistema que pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido. Así mismo, refiere que el tiempo promedio entre fallas es el tiempo en que se toma en dar mantenimiento y restablecer al activo, también conocido como el tiempo promedio de reparación. Y a la misma vez nos menciona que el tiempo promedio entre falla es aquel tiempo en que transcurre para que el activo regrese a estar en parada. El cual considera las siguientes ecuaciones:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF+TPDR} \quad (2.1)$$

Dónde:

- D: Disponibilidad.
- TPEF: Tiempo promedio entre fallas.
- TPDR: Tiempo promedio de reparación.

$$C_{(t)}: e^{-\frac{1}{TFOR*100}*TFP} * 100\% \quad (2.2)$$

Dónde:

- $C_{(t)}$ : Confiabilidad de un equipo en un tiempo dado.
- e: constante Neperiana (e=2.7183).
- TFOR: tiempo de funcionamiento de operación real.
- TFP: tiempo de funcionamiento programado.

$$M_{(t)}: (1 - e^{-\frac{1}{TPDR*Nf*100}*TFP}) * 100\% \quad (2.3)$$

Dónde:

- $M_{(t)}$ : Mantenibilidad del equipo en un tiempo dado
- TFP: Tiempo de funcionamiento programado (h).
- NF: Número de fallas.
- TPDR: Tiempo promedio de reparación.

$$TPDR = \frac{\text{Horas por paro de fallas}}{\text{Cantidad de fallas}} \quad (2.4)$$

- Dónde:
- TPDR: Tiempo promedio de reparación (h reparación/h mes).

$$TPEF = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Cantidad de fallas}} \quad (2.5)$$

Dónde:

- TPEF: Tiempo promedio entre falla (h reparación/h mes).

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El modelo de la investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo ya que se buscó ampliar el periodo de intervalo del plan de mantenimiento preventivo por medio de análisis comparativo en un plan de mantenimiento predictivo y así poder llegar a planificarlo de acuerdo con un intervalo de horas de trabajo.

El diseño de este estudio fue experimental, dado que la investigación se obtuvo de muestras de aceites de las unidades que se encuentren por servicio y

poder comparar el tiempo de intervalo de mantenimiento del fabricante con el tiempo de intervalo de mantenimiento de las muestras realizadas, donde el propósito de la investigación fue prolongar al máximo la vida útil de los componentes del motor, utilizando un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W40.

### **3.2 Variables y Operacionalización**

3.2.1 Variable independiente: Tipo de aceite.

3.2.2 Variable dependiente: Indicadores de mantenimiento.

### **3.3 Población, Muestra**

- Población: La población es definida como el total de unidades de estudio que contiene las características requeridas para ser estudiadas.

Por lo expuesto se consideran 20 unidades de la marca Sinotruk, lo que se concluyó a tener 20 motores Howo T7H-440.

❖ Criterio de exclusión:

- Unidades que no hayan realizado el primer mantenimiento preventivo.
- Unidades con más de 5000 horas de trabajo.
- Unidades que realizan diferentes trabajos de operación.

- Muestra: La muestra es una proporción representativa de la población por lo tanto tiene las características necesarias para la investigación, por facilidad del estudio se consideró por convivencia tomar 2 unidades Howo T7H-440 de la marca Sinotruk.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.4.1 Técnicas**

En el presente estudio la técnica utilizada para la recolección de datos fue el análisis documental. Se utilizó para recolectar los datos de los análisis de los aceites a partir de los informes del laboratorio.

#### **3.4.2 Instrumentos**

Se utilizó ficha de registro de observación y ficha de registro de datos como informes de laboratorio, registro de datos de las unidades y precio de insumos.

**Tabla 01***Datos de informe del laboratorio.*

<b>Desgastes</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidad</b>
Ag (Plata)		
Al (Aluminio)		
Cr (Cromo)		
Cu (Cobre)		
Fe (Hierro)		
Ni (Níquel)		
Pb (Plomo)		
Sn (Estaño)		
<b>Contaminantes</b>		
K (Potasio)		
Na (Sodio)		
Si (silicio)		
Mn (Manganeso)		
<b>Propiedades del aceite</b>		
TBN (mgKOH/g)		
Viscosidad a 100°C (cSt)		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 02***Registro de funcionamiento anual en horas de las unidades.*

<b>UNI</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>TBN-839</b>												
<b>TBG-825</b>												

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 03***Registros de precios*

Registro de precios	Unidades	Mineral	Sintético
		Precio S/.	Precio S/.
Aceite De Motor Mobil Mx 15w-40 19 L.	Balde		
Aceite De Motor Mobil XHP 10w-40 19 L.	Balde		
Filtro De Aceite De Motor 200V05504-0122	Und.		
Filtro De Combustible 201V12503-0062	Und.		
Filtro Separador De Combustible Fs53040	Und.		
Filtro Separador De Combustible Fleetguard Wg9925550966/1	Und.		
Filtro De Aire Primario Y Secundario Wg9725190102/3	Kit		
Servicio Por Mantenimiento	Und.		
Producción Del Volquete	Hora		

Fuente: Elaboración propia.

**3.5 Procedimientos**

Para el estudio de la investigación se inició con el permiso de la empresa Cominka Motors SAC, luego de su consentimiento para el desarrollo de la investigación se efectuó y recolectó una exhaustiva revisión de toda información bibliográfica, mediante fichas técnicas sobre el plan de mantenimiento utilizando un aceite sintético. Además, un detallado análisis de las mejoras en los indicadores y principios del mantenimiento predictivo, relacionados con la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad del equipo. Por consiguiente, se efectuó un análisis de las mejoras en los indicadores de costos de mantenimiento, relacionados con los costos del material, costos del personal y costo promedio, con relación al cambio de aceite sintético o mineral. Así como también una exhaustiva evaluación económica detallada sobre los costos de mantenimiento, considerando un plan de mejora utilizando aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.

### 3.6 Método de Análisis de Datos

Se realizó un análisis explicativo sobre el funcionamiento del equipo Howo T7H-440, de tal forma se utilizó cuadros estadísticos y tablas dinámicas, sobre el uso del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, en su plan de mantenimiento predictivo de un motor Diesel, para evaluar los indicadores de mantenimiento del motor Howo, donde se llegó a conocer las ventajas y el tiempo de intervalo del mantenimiento preventivo, y finalmente conocer el costo beneficio del mantenimiento preventivo.

### 3.7 Aspectos Éticos

El proyecto de investigación se realizó en un concesionario automotriz la cual ha brindado la autorización para poder desarrollar con autenticidad nuestro proyecto y así poder contribuir con el desarrollo de la empresa. La investigación fue elaborada con informaciones fiables, donde los trabajos realizados llegaron a ser precisos y auténticos, por lo tanto, se conoce las fuentes bibliográficas como guía de los autores del tema que dan autenticidad de sus contenidos.

## IV.RESULTADOS

La investigación tuvo como muestra dos unidades de estudio, modelo HOWO T7H 440, los cuales son volquetes que trabajan en cantera que tienen como jornada, diez horas diarias, seis días a la semana. Donde la unidad de placa TBN-839 utilizó un aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, mientras que la unidad de placa TBG-825 utilizó un aceite sintético Mobil XHP 10W-40, por ende, en la tabla 04 y 05 se llegó a describir las características de las unidades:

**Tabla 04**

*Unidades de estudio.*

<b>Unidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Aceite</b>
TBN-839	Sinotruk	MC11-440 / HOWO T7H-440	Mobil Delvac MX 15W-40 (mineral)
TBG-825	Sinotruk	MC11-440 / HOWO T7H-440	Mobil Delvac XHP 10W-40 (sintético)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 05***Información técnica del motor HOWO T7H 440*

---

Marca	SINOTRUK
Modelo	MAN Technology MC11.44-40 / T7H-440
Cilindros	06 cilindros, 24 válvulas
Potencia	440 hp.
Velocidad	1900 rpm.
Torque	2100 Nm. / 1000-1400 rpm.
Capacidad De Aceite	42 L.
Capacidad De Refrigerante	38 L.
Freno Auxiliar	EEB (Freno actuado sobre la línea de escape. EVB (Freno de motor a las válvulas)
Retardador	5 tiempos – marca VOITH
Emisiones	Euro IV

---

Fuente: Manual del motor HOWO T7H 440

**Objetivo específico 01. Determinar los resultados del muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, así como también del aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.**

La tabla 06 y 07 muestra los límites condinatorios máximos y mínimos permisibles que puede llegar el lubricante, tanto en partículas de desgaste, agentes contaminantes y lubricante.

**Tabla 06***Límites condenatorios máximos permisibles del lubricante.*

	Límite máximo	Unidad
Ag(Plata)	5	Ppm
Al(Aluminio)	11	Ppm
Cr(Cromo)	11	Ppm
Cu(Cobre)	16	Ppm
Fe(Hierro)	40	Ppm
Ni(Níquel)	5	Ppm
Pb(Plomo)	11	Ppm
Sn(Estaño)	10	Ppm
K(Potasio)	40	Ppm
Na(Sodio)	40	Ppm
Si(silicio)	26	Ppm

Fuente: Laboratorio Smart Lab.

**Tabla 07***Límites condenatorios mínimos permisibles del lubricante.*

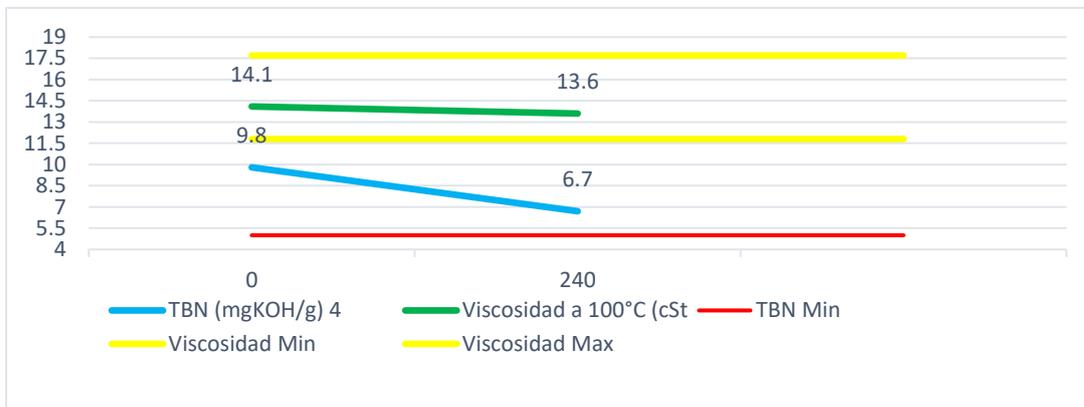
	Aceite mineral	Aceite sintético	Unidad
Viscosidad a 100°C	11.8 / 17.70	11.8 / 17.70	Cst
TBN (mgKOH/g) 4	5	8	mgKOH/g

Fuente: Laboratorio Smart Lab.

**Resultados de los análisis de la unidad TBN-839 usando aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40.**

**Figura 01**

*Límites condenatorios mínimos permisibles del aceite mineral.*

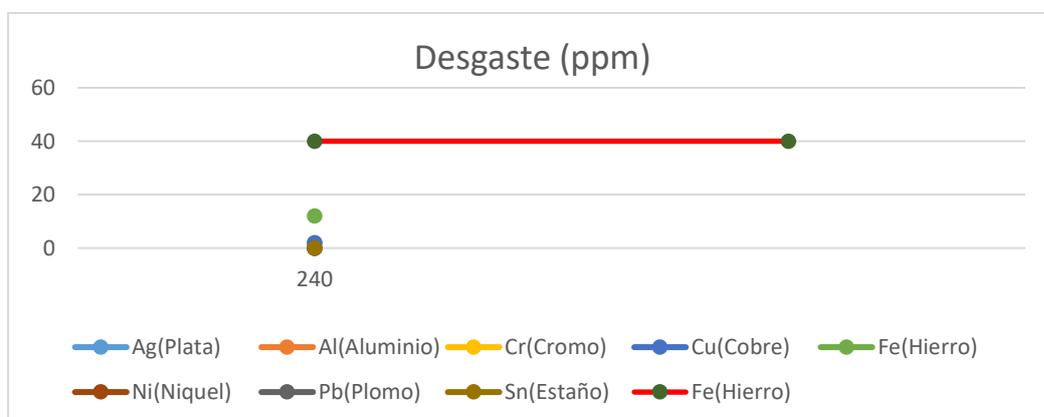


Fuente: Laboratorio Smart Lab.

Dado los resultados de muestreo en la figura 01 se observa los cambios que ha sufrido el aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 en los parámetros de viscosidad y el número total de base “TBN” a través del tiempo, donde indica un mínimo 8 de TBN de color rojo y una viscosidad con un máximo 17.7 y mínimo 11.8 de color amarillo, por ende, también se observa una línea decreciente de color celeste en el cual indica que a 250 horas de trabajo el equipo pierde sus propiedades del TBN llegando a 6.7 mgKOH/g. mientras que su viscosidad reduce de 14.1 cst. a 13.6 cst. manteniéndose dentro del parámetro permisible.

**Figura 02**

*Partículas de desgastes encontradas en el análisis de aceite mineral usado.*

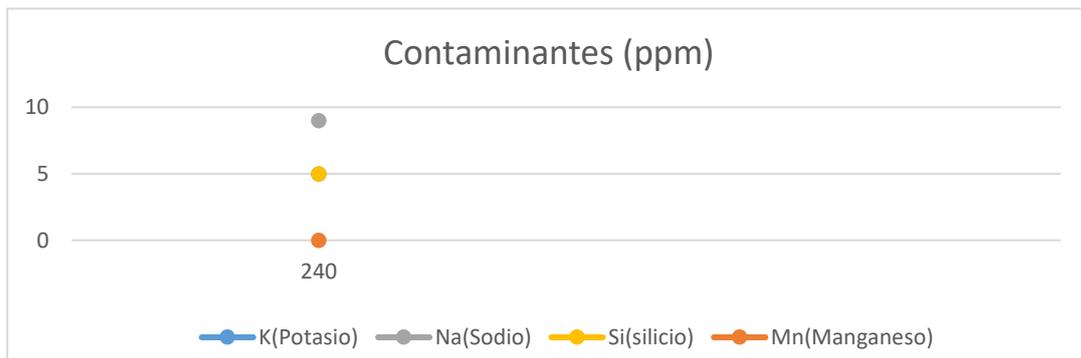


Fuente: Laboratorio Smart Lab.

En la figura 02 se observa los parámetros de desgaste de ppm (partículas por millón) utilizando un aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, donde el punto de color verde es el desgaste de hierro (Fe) y de color azul el de cobre (Cu) llegando a mantenerse el parámetro de la ppm dentro de su límite permisible con tan solo 250 horas de funcionamiento.

**Figura 03**

*Partículas de contaminación encontradas en el análisis de aceite mineral usado.*



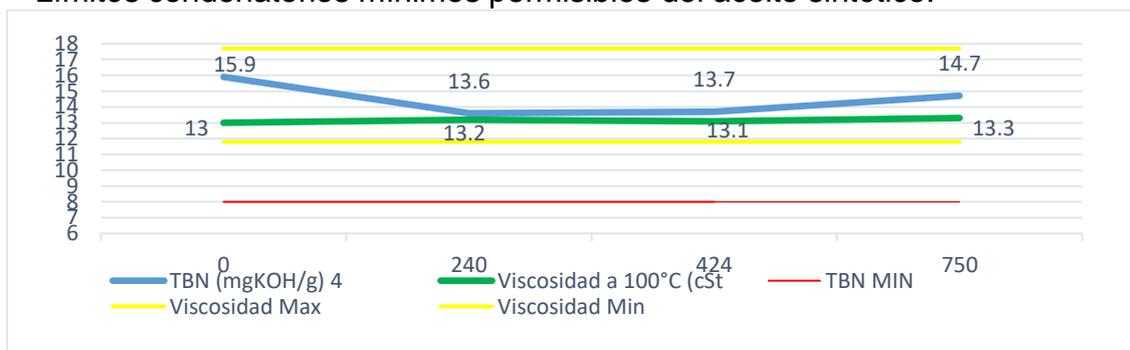
Fuente: Laboratorio Smart Lab.

En la siguiente figura 03 se observa los parámetros de contaminantes de ppm (partículas por millón) utilizando un aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, donde el punto de color plomo es el desgaste de sodio (Na) y de color naranja el silicio (Si) llegando a mantenerse el parámetro de contaminantes de ppm dentro de su límite permisible con tan solo 250 horas de funcionamiento.

**Resultados de los análisis de la unidad TBG-825 usando aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.**

**Figura 04**

*Límites condensorios mínimos permisibles del aceite sintético.*

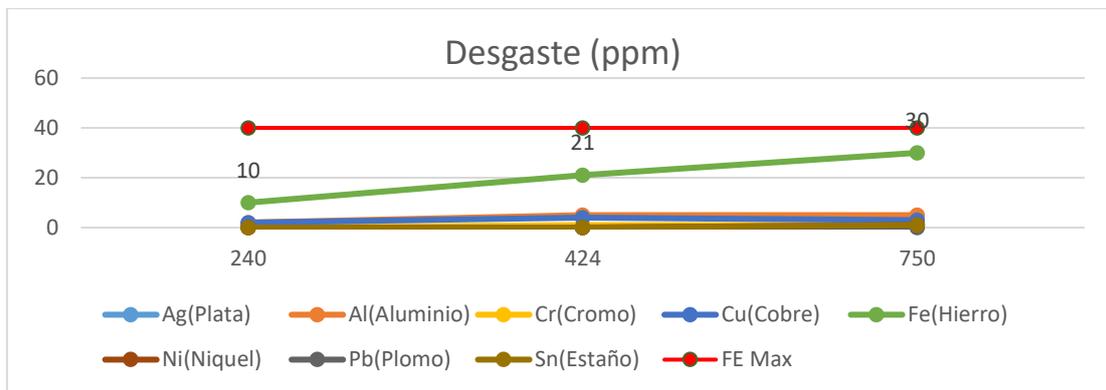


Fuente: Laboratorio Smart Lab.

En la siguiente figura 04 se aprecia los cambios que ha sufrido el aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40. a través del tiempo sin variar en exceso, lo que significa que las propiedades del aceite lubricante tanto en viscosidad y TBN permanecen estables durante las 750 horas de funcionamiento, comparado con el aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, donde indica un mínimo 5 de TBN de color rojo y una viscosidad con un máximo 17.7 y mínimo 11.8 de color amarillo, manteniéndose dentro del límite permisible.

**Figura 05**

*Partículas de desgastes encontradas en los análisis de aceite sintético usado*

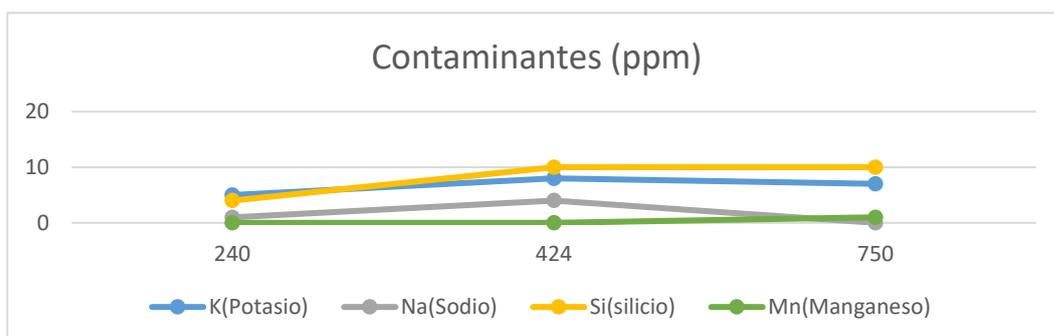


Fuente: Laboratorio Smart Lab.

A continuación, en la figura 05 se aprecia las Partículas de desgaste encontradas en el mantenimiento predictivo después de haber estado 750 horas en funcionamiento con un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, en el cual se observa la línea de color verde el desgaste de hierro (Fe) 30ppm, y la línea de color rojo el límite máximo permisible del desgaste de hierro (Fe) 40ppm, llegando casi al límite máximo permisible.

**Figura 06**

*Partículas de contaminación encontradas en los análisis de aceite sintético usado.*



Fuente: Laboratorio Smart Lab.

En la figura 06 se muestran los parámetros de contaminantes de ppm utilizando un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40 en su mantenimiento predictivo después de haber estado 750 horas en funcionamiento. Ilevándose a mantener los parámetros contaminantes de potasio, sodio, silicio y manganeso dentro de sus límites máximos permisibles.

**Objetivo específico 02. Determinar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.**

Evaluar los indicadores de mantenimiento en la unidad TBN-839 usando aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40.

En la tabla 08 se obtuvieron los tiempos de funcionamiento programado (TFP), tiempo de funcionamiento de operación real (TFOR), tiempo promedio entre fallas (TPEF) y el tiempo promedio de reparación (TPDR), los cuales se obtuvieron de la programación de las unidades.

**Tabla 08**

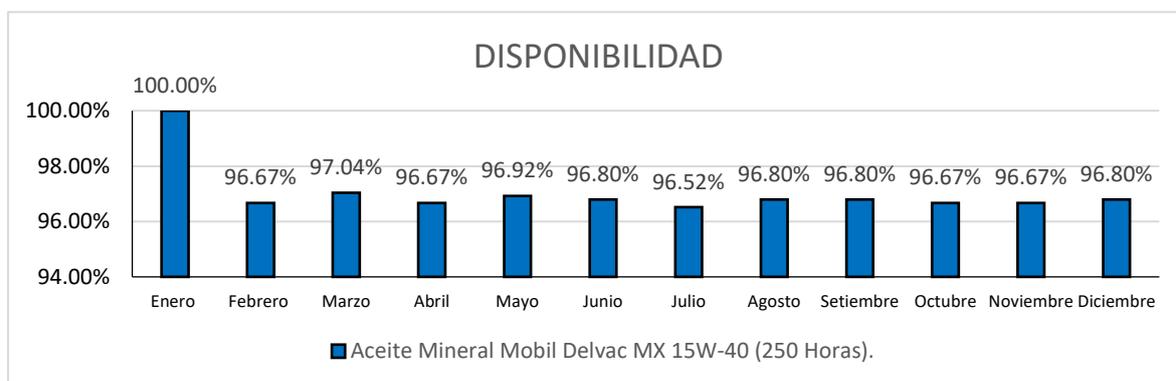
*Datos para obtener la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se utilizó la fórmula 2.4 Y 2.5.*

UNI. TBN-839	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
TFP	250	240	270	240	260	250	230	250	250	240	240	250
TFOR	250	232	262	232	252	242	222	242	242	232	232	242
TPEF	250	232	262	232	252	242	222	242	242	232	232	242
TPDR	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
NF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 07**

*La disponibilidad encontrada usando el aceite mineral.*

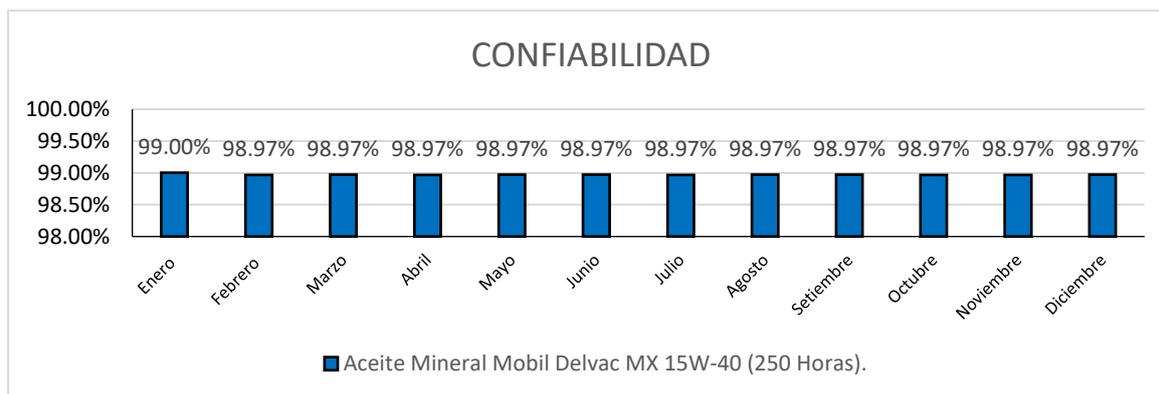


Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la figura 07 se observa que la unidad de placa TBN-839 empieza con una disponibilidad del 100.00% el primer mes, y en base al primer mantenimiento de 250 horas en los siguientes meses alcanza una disponibilidad máxima de 97.04% y una disponibilidad mínima de 96.52%, considerándose el uso del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, se utilizó la fórmula 2.1

### Figura 08

*La confiabilidad encontrada usando el aceite mineral.*

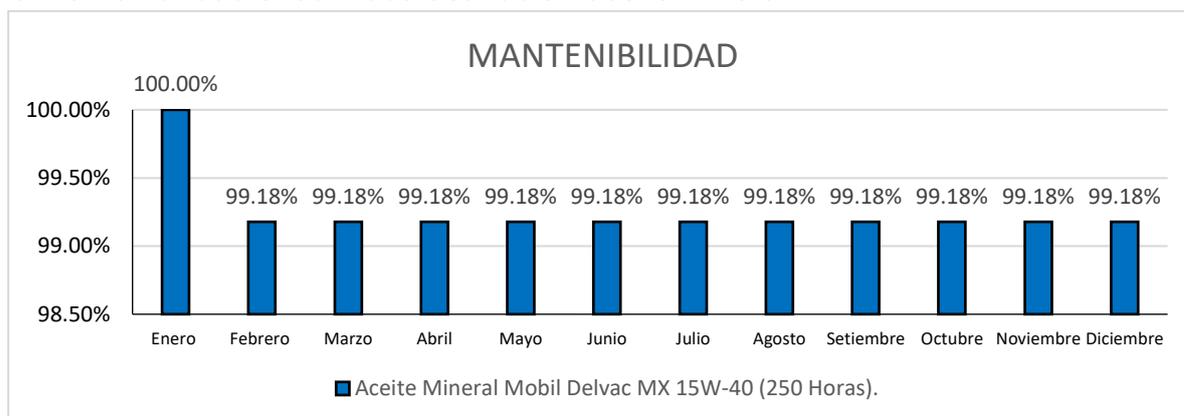


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 08 se puede observar que la unidad de placa TBN-839 usando un aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 es cual cuenta con mantenimiento preventivo de cada 250 horas, alcanza una confiabilidad máxima de 99.00% y una confiabilidad mínima de 98.97%, se utilizó la fórmula 2.2

### Figura 09

*La mantenibilidad encontrada usando un aceite mineral.*



Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la figura 09 se observa que la unidad de placa TBN-839 empieza con una mantenibilidad del 100.00% el primer mes, y en base al primer

mantenimiento de 250 horas en los siguientes meses alcanza una mantenibilidad estable del 99.18%, considerándose el uso del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40, se utilizó la fórmula 2.3

Evaluar los indicadores de mantenimiento en la unidad TBG-825 usando aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.

En la tabla 09 se obtuvieron los tiempos de funcionamiento programado (TFP), tiempo de funcionamiento de operación real (TFOR), tiempo promedio entre fallas (TPEF) y el tiempo promedio de reparación (TPDR), los cuales se obtuvieron de la programación de las unidades.

**Tabla 09**

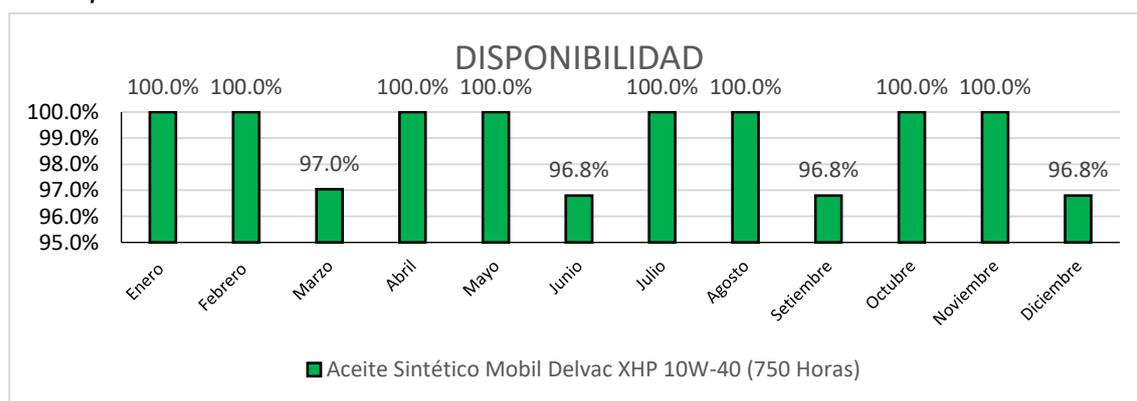
Datos para obtener la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se utilizó la fórmula 2.4 Y 2.5.

UNI. TBG-825	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
TFP	250	240	270	240	260	250	230	250	250	240	240	250
TFOR	250	240	262	240	260	242	230	250	242	240	240	242
TPEF	250	240	262	240	260	242	230	250	242	240	240	242
TPDR	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8
NF	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**

*La disponibilidad encontrada usando un aceite sintético.*

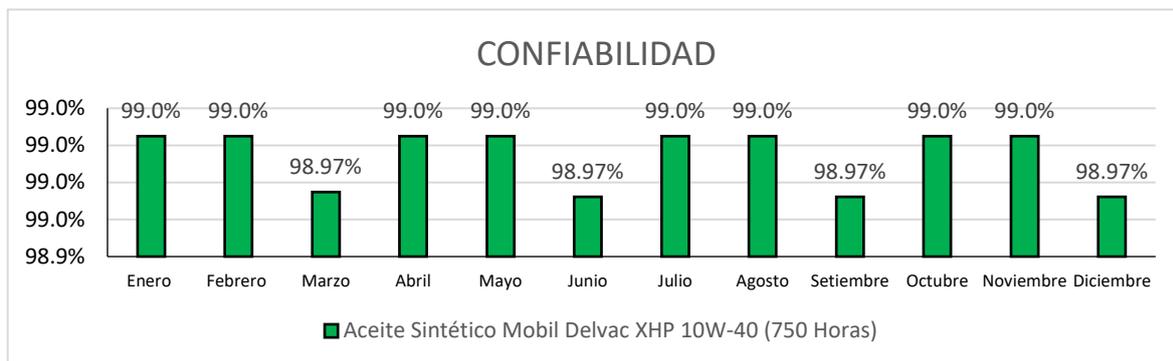


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se observa que la unidad de placa TBG-825 alcanza una disponibilidad máxima del 100.00% y una disponibilidad mínima de 96.8%, considerándose el uso del aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40 en un intervalo de tiempo de 750 horas, se utilizó la fórmula 2.1

**Figura 11**

*La confiabilidad encontrada usando el aceite sintético.*

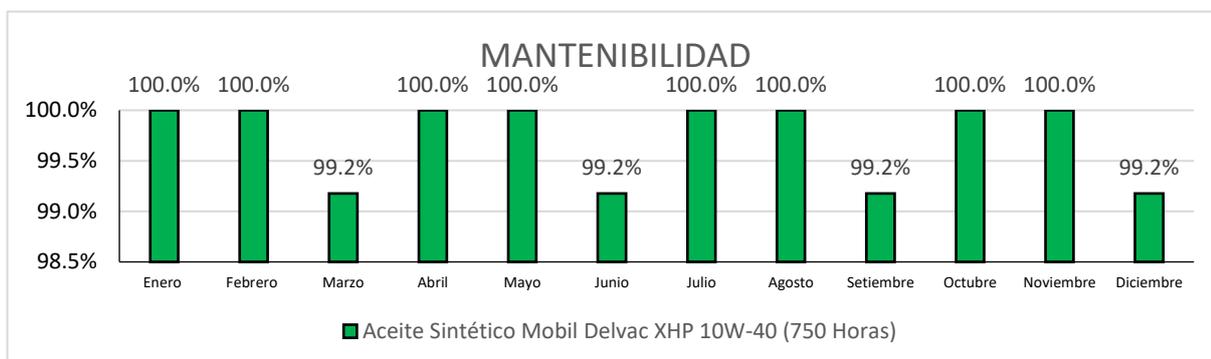


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11 se observa que la unidad de placa TBG-825 alcanza una confiabilidad máxima del 99.00% y una disponibilidad mínima de 98.97%, considerándose el uso del aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40 en un intervalo de tiempo de 750 horas, se utilizó la fórmula 2.2

**Figura 12**

*La mantenibilidad encontrada usando el aceite sintético*



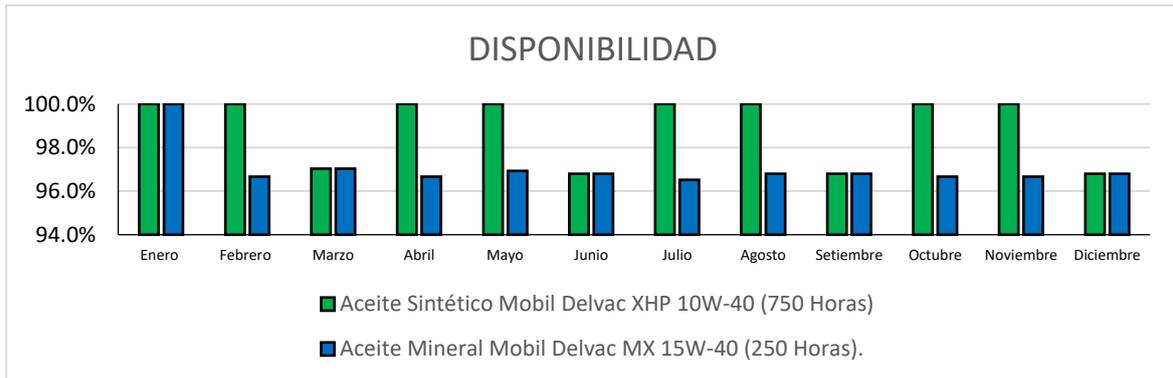
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura 11 se observa que la unidad de placa TBG-825 alcanza una mantenibilidad máxima del 100.00% y una disponibilidad mínima de 99.2%, considerándose el uso del aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40 en un intervalo de tiempo de 750 horas, se utilizó la fórmula 2.3

**Comparación de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en las unidades TBN-839 y TBG-825 utilizando el aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.**

**Figura 13**

*Disponibilidades encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas.*

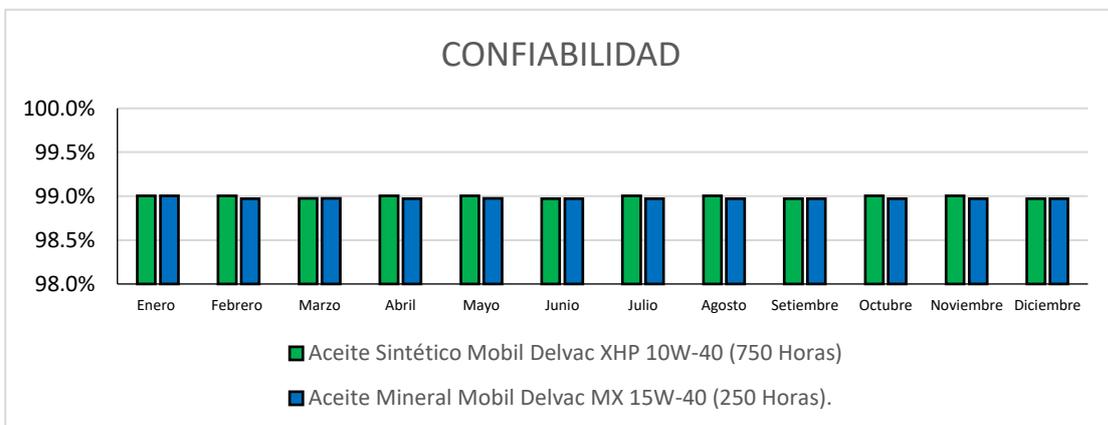


Fuente: Elaboración propia.

Se comparó las disponibilidades tanto de la unidad TBN-839 que trabaja con un aceite mineral y tiene un mantenimiento preventivo cada 250 horas, y la unidad TBG-825 que trabaja con un aceite sintético y tiene un mantenimiento preventivo cada 750 horas, este mismo por tener menos periodos de paradas tiene un 98.95% de disponibilidad a comparación del primero mencionado el cual cuenta con tan solo el 97.03% de disponibilidad por contar con más periodos de paradas.

**Figura 14**

*Confiabilidades encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas.*

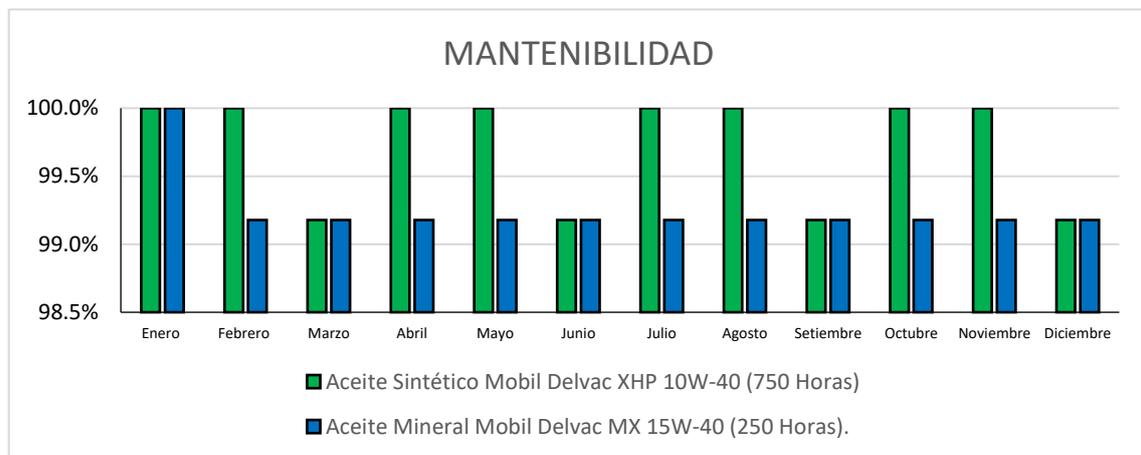


Fuente: Elaboración propia.

Se examinó las confiabilidades tanto de la unidad TBN-839 que trabaja con un aceite mineral y tiene un mantenimiento preventivo cada 250 horas, y la unidad TBG-825 que trabaja con un aceite sintético y tiene un mantenimiento preventivo cada 750 horas, este mismo por tener menos periodos de paradas tiene un 98.99% de confiabilidad a comparación del primero mencionado el cual cuenta con tan solo el 98.97% de confiabilidad por contar con más periodos de paradas.

**Figura 15**

*Mantenibilidades encontradas en las unidades con un mantenimiento preventivo de 250 y 750 horas.*



Fuente: Elaboración propia.

Se comparó las Mantenibilidades tanto de la unidad TBN-839 que trabaja con un aceite mineral y tiene un mantenimiento preventivo cada 250 horas, y la unidad TBG-825 que trabaja con un aceite sintético y tiene un mantenimiento preventivo cada 750 horas, este mismo por tener menos periodos de paradas tiene un 99.73% de Mantenibilidad a comparación del primero mencionado el cual cuenta con tan solo el 99.25% Mantenibilidad por contar con más periodos de paradas.

**Objetivo específico 03. Determinamos el costo beneficio del uso de un aceite mineral Mobil Delvac MX 15w-40 frente el uso de aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w-40.**

**Tabla 10**

*Datos para el cálculo económico del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40.*

Datos para el cálculo económico	Unidades	Mineral	sintético
		Precio S/.	Precio S/.
Aceite de motor Mobil Mx 15W-40 19 L.	Balde	415	
Aceite de motor Mobil XHP 10W-40 19 L.	Balde		710
Filtro de aceite de motor 200v05504-0122	Und.	160	160
Filtro de combustible 201v12503-0062	Und.	120	120
Filtro separador de combustible Fs53040	Und.	200	
Filtro separador de combustible Fleetguard Wg9925550966/1	Und.		350
Filtro de aire primario y secundario Wg9725190102/3	KIT	175	175
Servicio por mantenimiento	Und.	120	120
Producción del volquete	Hora	106	106

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Gastos anuales de las unidades por mantenimiento preventivo.*

	Mineral	Sintético
Costo en aceite	S/. 11,155.20	S/. 6,361.60
Costo en filtros	S/. 7,964.80	S/. 3,262.93
Costo de mano de obra de mantenimiento	S/. 1,459.20	S/. 486.40
Pérdida de producción del volquete, por mantenimiento	S/. 12,889.60	S/. 4,296.53
<b>Total</b>	<b>S/. 33,468.80</b>	<b>S/. 14,407.47</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 muestra los costos anuales de un mantenimiento preventivo, de un aceite mineral Mobil Delvac MX 15w-40 así como también del aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w-40.

**Tabla 12**

*El beneficio ahorro anual por mantenimiento preventivo con aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w-40.*

Ahorro en aceite	S/.	4,793.60
Ahorro en filtros	S/.	4,701.87
Ahorro por mantenimiento	S/.	972.80
Producción del volquete	S/.	8,593.07
<hr/>		
Ahorro total por unidad	S/.	19,061.33
<hr/>		
Ahorro total de la flota	S/.	381,226.67

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio de un mantenimiento preventivo con aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w-40, el cual se observa en la tabla 12 donde muestra el ahorro que se obtuvo como resultado.

## V.DISCUSIÓN

En la investigación se planteó el primer objetivo específico de determinar los resultados de muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40 y un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40. Domínguez (2018) se basa en resultados de muestreos de aceite para determinar los indicadores de mantenimiento, teniendo como resultado un importante aumento de disponibilidad, también Trujillo (2016) indicó que para determinar la diferencia del muestreo utilizando un aceite mineral vs un aceite sintético, llegó a considerar los límites condenatorios máximos permisibles, llegando a la conclusión que el aceite mineral sufre un deterioro de degradación en pocas horas de trabajo, mientras que el aceite sintético empieza el deterioro del aceite lubricante a las 800 horas de trabajo, por lo tanto en este estudio se puede afirmar que al utilizar un aceite sintético se puede alargar el intervalo de mantenimiento preventivo a comparación del uso de aceite mineral. Apaza (2017) propone utilizar un aceite mineral 15W-40 mejorado con diferentes especificaciones en el cual aumenta extender el intervalo de mantenimiento, sin embargo, no llega alcanzar la disponibilidad que obtiene al utilizar un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, por ende, al utilizar un aceite mineral mejorado alcanza un intervalo de mantenimiento de 500 horas de trabajo, mientras que al utilizar un aceite sintético logra alcanzar un intervalo de mantenimiento de 750 horas de trabajo.

El segundo objetivo específico fue determinar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos Howo T7H-440. Según Carranza (2020) para que este proceso sea exitoso y tenga un buen nivel de desarrollo se debe considerar una clara evaluación de los indicadores de mantenimiento con el protocolo de un aceite mineral y un aceite sintético, llegando a la conclusión que al utilizar un aceite mineral el intervalo de mantenimiento es a las 250 horas de funcionamiento, mientras que al utilizar un aceite sintético el intervalo de mantenimiento se realizó a las 750 horas de funcionamiento, por lo tanto en este estudio se iguala las incidencias de forma positiva en los indicadores de mantenimiento al utilizar un aceite mineral y un aceite sintético.

El tercer objetivo específico fue determinar el costo beneficio del uso del aceite sintético en el equipo. Según Malaga (2018) indica que el costo beneficio del cambio de aceite se determinó por los costos del uso de aceite sintético frente a uso de aceite mineral, llegando a la conclusión que al utilizar un aceite sintético

influye de manera significativa en el costo beneficio de operación del equipo, lo cual resulta aceptable dentro de la investigación correspondiente al presente estudio, por ende, todo esto inició al implementar los indicadores de mantenimiento es su plan de mantenimiento predictivo.

Por último, el objetivo general fue elaborar un estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar los indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440. Según (Muñoz, 2020) los indicadores de mantenimiento son parámetros numéricos que facilitan la información, en el cual es posible medir y controlar el rendimiento de la empresa y del equipo. Por otra parte Carranza (2020) utiliza los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad para lograr un diseño de mantenimiento preventivo. (Rensselar, 2018) indica que el estudio comparativo se basa en muestreos de aceite mineral y aceite sintético el cual podrá garantizar de manera óptima el aceite lubricante. En el cual se encuentran coincidencias de información y diseño con el trabajo de investigación.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 1.-** Se determinó que la unidad en estudio TBG-825 que trabajó con aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, logró extender de forma favorable hasta las 750 horas de trabajo estando dentro de los parámetros permitidos sin afectar las partes móviles de la unidad.
- 2.-** Se determinó que al realizar un mantenimiento preventivo cada 750 horas con un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, el indicador de mantenimiento de disponibilidad obtuvo un 98.5% siendo mayor al 97.03% obtenido con un aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40.
- 3.-** Así mismo se logró obtener un ahorro en el mantenimiento preventivo utilizando un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40 en toda la flota, teniendo como resultado un beneficio total de flota de S/. 381,226.67, siendo viable para la investigación.

## VII.RECOMENDACIONES

Teniendo los resultados de la investigación, se planteó las siguientes recomendaciones:

Integrar programas de mantenimiento predictivos, tomando en cuenta los muestreos de aceites, para poder incrementar la vida útil de los componentes móviles del motor.

Integrar un plan de mantenimiento, utilizando un aceite sintético para el cuidado del equipo.

Implementar herramientas sofisticadas para obtener resultados más específicos al analizar un aceite lubricante.

Mantener un control del aceite que utilizan las unidades, de tal forma que la degradación del aceite lubricante no provoque problemas en el equipo.

Se recomienda que se hagan investigaciones considerando otros tipos de unidades para ver como mejora sus indicadores de mantenimiento.

## REFERENCIAS

- Espinoza Tejada, Marco Antonio. 2018.** *“Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima”*. LIMA : s.n., 2018.
- Aguilar Barojas, Sarai. 2005.** *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. 2005. pág. 7.
- Alzamora Luyo, Darlyn Georgette y Vilca Ortíz, José Luis. 2019.** *Propuesta para mejorar la calidad de servicio posventa automotriz*. Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2019.
- Apaza Coata, Raúl Jorge. 2017.** *Evaluación de la confiabilidad con el fin de extender la vida útil del lubricante en los motores mixer durante su periodo de funcionamiento*. 2017.
- Azevedo, kurt y Olsen, Daniel. 2018.** *Engine oil degradation analysis of construction equipment in Latin America*. 2018.
- Bardahl. 2021.** Beneficios que brindan los aceites sintéticos. *Bardahl*. [En línea] 2021. [Citado el: 25 de 09 de 2021.] <https://www.bardahl.com.mx/beneficios-aceite-sintetico/>.
- Buelvas Diaz, Camilo Ernesto y Martinez Figueroa, Kevin Jair. 2014.** *Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L*. Universidad Autonoma del Caribe. 2014.
- Carranza Vasquez , Jesus Alexander. 2020.** *influencia de aceite sintetico en los indices de mantenimiento del motor caterpillar*. trujillo : s.n., 2020.
- Carranza, Jesus. 2020.** *Influencia de aceite sintético en los índices de mantenimiento del motor Caterpillar*. Universidad Cesar Vallejo, s.l. : 2020.
- Chang Nieto, Enrique. 2008.** *PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA PEQUEÑA EMPRESA DEL RUBRO DE MINERÍA PARA REDUCCIÓN DE COSTOS DEL SERVICIO DE ALQUILER*. Lima : s.n., 2008.
- Chervinsky, Taras, y otros. 2021.** *STUDY ON THE PROPERTIES OF SEMI-SYNTHETIC MOTOR OIL*. Ucrania : s.n., 2021.

**Cotrina, Hector. 2021.** *Evaluación de los parámetros de degradación de aceite como herramienta de gestión del mantenimiento de motores diesel.* Universidad Cesar Vallejo, s.l. : 2021.

**Crissey, Alex. 2018.** *the importance of oil drain intervals and used oil analysis.* 2018.

**Díaz Martínez, Juan. 2020.** *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de buses scania de la empresa de turismo Dias SA.* Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2020.

—. **2020.** *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de buses scania de la empresa de turismo Dias SA.* Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2020.

**Dominguez Soto, Diego Cristofer. 2018.** *Implementacion De un Mantenimiento Baasado en el Analisis De Aceite Para Incrementar La Disponibilidad De una Excavadora CAT 336 De GYM- TACNA.* LAMBAYEQUE : s.n., 2018.

**Droguett, Francisco. 2012.** *Calidad y satisfacción en el servicio a clientes de la industria automotriz.* Santiago de Chile, Universidad de Chile. 2012.

*Elaboracion y otimizacion de un plan de mantenimiento preventivo.* **Rey Sacristán, Francisco. 2014.** 2014, pág. 35.

**Galarza, james. 2017.** *Plan de mantenimiento basado en analisis de aceite para mejorar la disponibilidad de la excavadora.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, Huancayo : 2017.

**García Garrido, Santiago . 2009.** *MANTENIMIENTO CORRECTIVO ORGANIZACION Y GESTION DE LA REPARACION DE AVERIAS.* Madrid : RENOVETEC, 2009.

**García Sánchez, Abner. 2018.** *Estado de explotación técnica de la flota de camiones Howo en el periodo 2016-2017.* Universidad de Olgúin. 2018.

**Guevara Villanueva, Juan Manuel y Tapia Farro, Ever. 2015.** *Propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquinaria pesada en la empresa Angeles.* Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo. 2015.

**Ibrahim , Alarifi. 2022.** *Synthetic oil.* 2022.

**Ipanaque Pasache, Jhon Arturo. 2020.** *Análisis de partículas metálicas del aceite lubricante para la determinación del tipo de.* CHICLAYO : s.n., 2020.

**Jerez Mesa , Ramón. 2007.** *Determinación de los parámetros de corrosión y desgaste del paracero/aluminio en presencia de líquidos iónicos .* Cartagena : s.n., 2007.

**Lopez, Vodger. 2019.** *Aplicación de la gestión de inventarios para incrementar la productividad en la empresa.* Universidad Cesar Vallejo, s.l. : 2019.

**Malaga Chanji, Ernesto Rafael. 2018.** *Diseño de modelo optimo de migración de aceite mineral a sintético para incrementar la disponibilidad de equipos con motores John Deere.* 2018.

**Manzano Vera, Marco. 2019.** *Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados.* Ecuador, Universidad Internacional del Ecuador. 2019.

**Maplink. 2021.** Indicadores de mantenimiento de flota. *Indicadores de mantenimiento de flota.* [En línea] 2021. [Citado el: 14 de 10 de 2021.] <https://maplink.global/blog/es/kpis-indicadores-clave-gestion-de-flotas/>.

**Mesa Grajales, Dairo H., Ortiz Sanchez, Yesid y Pinzon, Manuel. 2006.** *LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO.* 2006.

**Mobil. 2021.** *Mobil Lubricantes.* 2021.

**Moran Pittman, Eduardo. 2015.** *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flotas de concreto.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2015.

**Muñoz Arriola , Miguel Eduardo. 2020.** *Propuesta de Aplicación de indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de una empresa constructora.* 2020.

**Parrales, Claudia. 2015.** *El servicio pos venta como estrategia de crecimiento en el sector automotriz.* Universidad de Especialidades Espiritu Santo. 2015.

**Portocarrero Servan , Rahulet y Rabanal Delgado , Yordan Deybi. 2019.** *MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN ANALISIS DE ACEITES PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS REMOLCADORES CON MOTOR CUMMINS ISX EN UNA EMPRESA DE TRASPORTADORA DE CARGA.* CALLAO : s.n., 2019.

**Reliability. 2021.** *A Culture of Reliability. Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la gestión del mantenimiento.* [En línea] 2021. [Citado el: 13 de

10 de 2021.] <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>.

**Rensselar , Jeanna Van. 2018.** *Implementing an oil analysis program*. Naperville : s.n., 2018.

**Rensselar, Jeanna van. 2018.** *Oil analysis past and future*. 2018.

**Rodriguez Curichimba, Julio. 2018.** *Gestión de mantenimiento de la flota vehicular para la reducción de costos en la empresa de transporte*. Universidad Señor de Sipan . 2018.

**Rumbo Minero. 2017.** Camiones y camionetas: Aliado estratégico para operaciones constantes. *Rumbo Minero*. [En línea] 2017. [Citado el: 25 de 09 de 2021.] <https://www.rumbominero.com/revista/camiones-y-camionetas-aliado-estrategico-para-operaciones-constantes/>.

**Santamaría Castellanos, Olga Lorena. 2016.** *Análisis de la calidad del servicio posventa y la satisfacción de clientes de los concesionarios de la industria*. Universidad Nacional de Colombia. 2016.

**Tiempo Minero. 2021.** Camiones volquete: fuerza de carga necesaria en minería. *Tiempo Minero*. [En línea] 2021. [Citado el: 25 de 09 de 2021.] <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/camiones-volquete-fuerza-de-carga-necesaria-en-mineria/>.

**Trujillo Morillo, Mauricio Fernando. 2016.** *Determinar la diferencia de aceite mineral vs sintético en un vehículo liviano en el tiempo de 800 horas*. 2016.

**Vargas Mendiola, Julio Manuel. 2017.** *Estudio comparativo de diversos aceites lubricantes en maquinaria agrícola*. 2017.

## ANEXOS

### Anexo 01: Operacionalización de las variables

**Tabla 12**

*Matriz de operacionalización de las variables*

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Métodos
<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Tipo de aceite</p>	<p>Los aceites lubricantes son unas sustancias que crean una película entre dos superficies metálicas, para disminuir la fricción y el desgaste en las partes móviles del motor cuando estén en movimiento, por ende, existen diferentes tipos de aceites entre ellos el aceite mineral y el aceite sintético (Vargas, 2017).</p>	<p>El tipo de aceite mineral como el de aceite sintético se medirán a través de indicadores de viscosidad, número de base total, desgastes y contaminantes de partículas por millón.</p>	<p>Aceite mineral</p> <p>Aceite sintético</p>	<p>Viscosidad TBN Desgaste (ppm) Contaminantes (ppm)</p> <p>Viscosidad TBN Desgaste (ppm) Contaminantes (ppm)</p>	<p>De razón</p> <p>De razón</p>
<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Indicadores de mantenimiento</p>	<p>Son parámetros numéricos, que ayudan a la información de los procesos de operación, el cual sirve para medir y controlar el rendimiento de las operaciones para alcanzar los objetivos de la empresa y el equipo reduciendo tiempo de parada y costo de operación del equipo (Muñoz, 2020).</p>	<p>Los indicadores de mantenimiento se medirán a través de las dimensiones de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad el cual aplican los indicadores de tiempo promedio entre falla, tiempo promedio de reparación, tiempo de funcionamiento de operación real, tiempo de funcionamiento programado y numero de fallas.</p>	<p>Disponibilidad</p> <p>Confiabilidad</p> <p>Mantenibilidad</p>	<p>TPEF TPDR</p> <p>TFOR TFPe</p> <p>TFP NF TPDR</p>	<p>De razón</p> <p>De razón</p> <p>De razón</p>

Anexo 02: Análisis de aceite mineral usado en la unidad TBN-839.



## Reporte de Análisis

**NORMAL**

Fecha de reporte: 10 Jun. 2022  
 Cuenta: **COMINKA MOTORS S.A.C.**  
 Cuenta Padre: **NOR OIL SAC**  
 Flota o Área: **VOLQUETES**  
 Equipo: **TBN-839**

### Información del componente

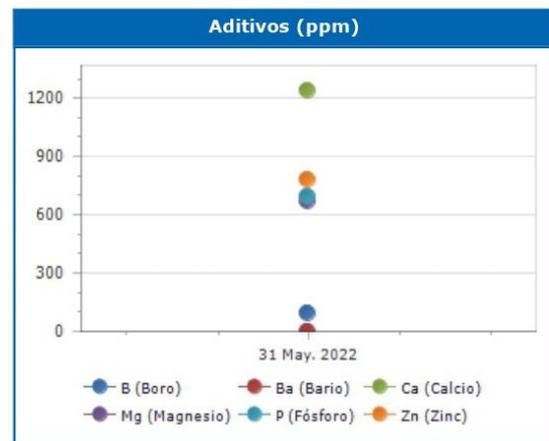
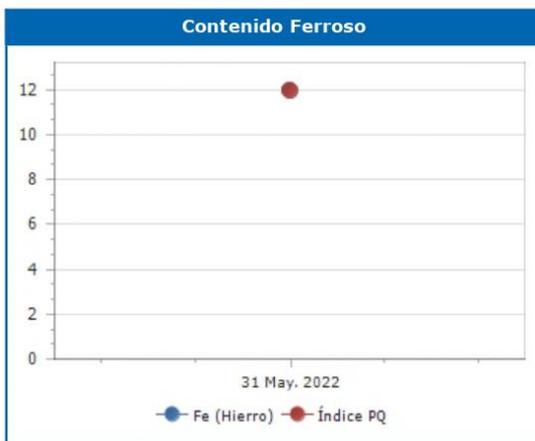
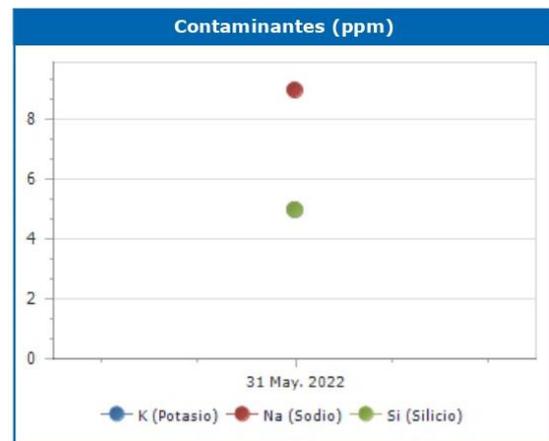
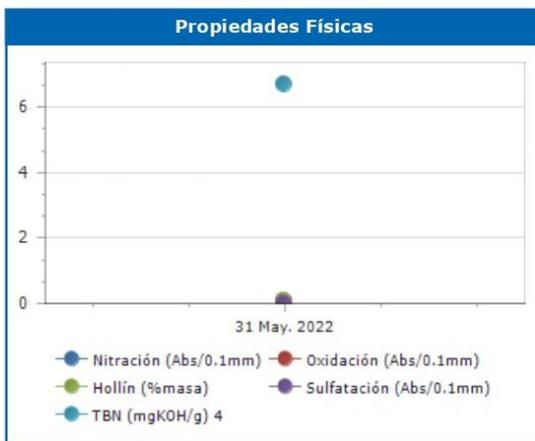
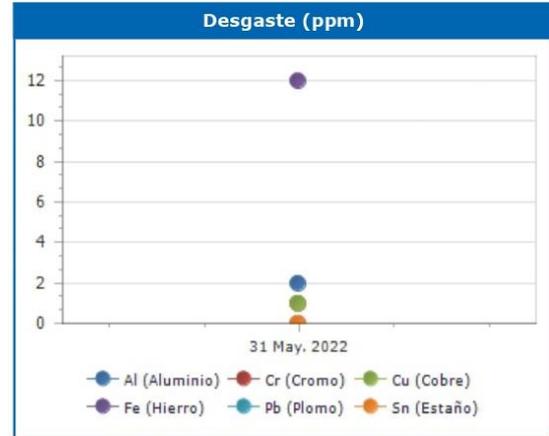
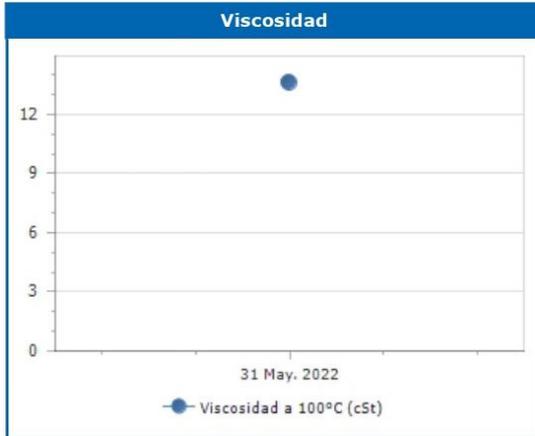
Componente: **MOTOR**      Fabricante: **NO LISTADO - EG SINOTRUK**  
 Clase de Componente: **Motor**      Modelo: **NO LISTADO T7H 440**  
 Lubricante: **MOBIL DELVAC MX ESP 15W-40**

Datos y Resultados de la muestra	Estado del Reporte	Normal
	ID de la muestra	A000695909
	Nivel de servicio	Premium
	Identificación de la botella	00242831
	Lubricante utilizado	MOBIL DELVAC MX ESP 15W-40
	Fecha de muestreo	31 May. 2022
	Fecha de reporte	10 Jun. 2022
	Hrs/Km de Equipo	901 Hrs
	Hrs/Km de Aceite	240 Hrs
	Volumen de Relleno	
	Cambio de Aceite	Sí
	Cambio de Filtro	Sí
Comentarios de muestra		
Lubricante	Clasificación de Contaminación	Normal
	Clasificación de Equipo	Normal
	Clasificación de Aceite	Normal
	Agua (Cualitativo)	No detectado
	Hollín (%masa)	0.1
	Hollín (Abs/0.1mm)	0.046
	Indicador de Refrigerante	No detectado
	Índice PQ	12
	Nitración (Abs/0.1mm)	0.108
	Oxidación (Abs/0.1mm)	0.043
	Sulfatación (Abs/0.1mm)	0.000
TBN (mgKOH/g) 4	6.7	
Viscosidad a 100°C (cSt)	13.6	
Desgaste (ppm)	Ag (Plata)	0
	Al (Aluminio)	2
	Cd (Cadmio)	0
	Cr (Cromo)	1
	Cu (Cobre)	1
	Fe (Hierro)	12
	Mo (Molibdeno)	0
	Ni (Níquel)	0
	Pb (Plomo)	0
	Sn (Estaño)	0
Ti (Titanio)	0	
Contaminantes (ppm)	K (Potasio)	5
	Mn (Manganeso)	0
	Na (Sodio)	9
	Si (Silicio)	5
	V (Vanadio)	0
Aditivos (ppm)	B (Boro)	94
	Ba (Bario)	0
	Ca (Calcio)	1243
	Mg (Magnesio)	670
	P (Fósforo)	693
	Zn (Zinc)	781

### Recomendación y Comentarios

-No se requiere acción alguna sobre el aceite o el equipo. Todos los resultados de las pruebas realizadas están dentro de los rangos aceptables. Examine cambios progresivos y resultados moderados en busca de tendencias cambiantes. Retome la muestra en el próximo intervalo programado.

Fecha de reporte: 10 Jun. 2022  
Cuenta: **COMINKA MOTORS S.A.C.**  
Cuenta Padre: **NOR OIL SAC**  
Flota o Área: **VOLQUETES**  
Equipo: **TBN-839**



## Anexo 02: Análisis de aceite sintético usado en la unidad TBG-825



### Reporte de Análisis

**NORMAL**

Fecha de reporte: 21 Jun. 2022  
 Cuenta: **COMINKA MOTORS S.A.C.**  
 Cuenta Padre: **NOR OIL SAC**  
 Flota o Área: **VOLQUETES**  
 Equipo: **TBG-825**

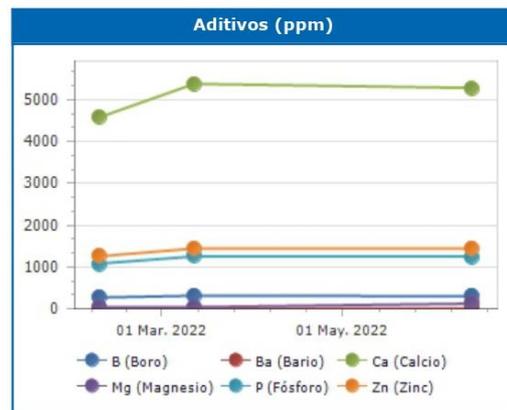
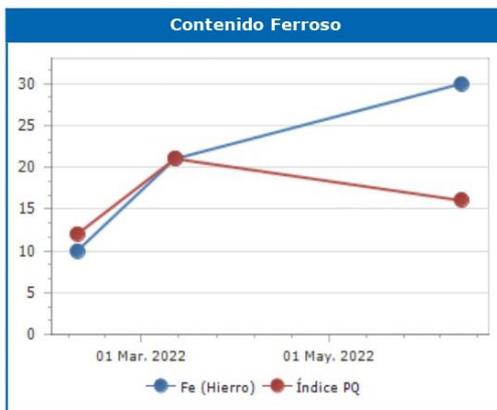
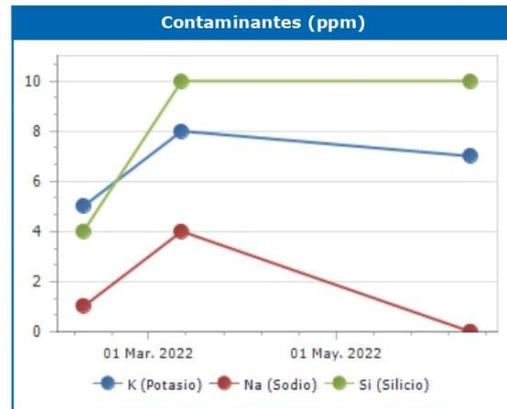
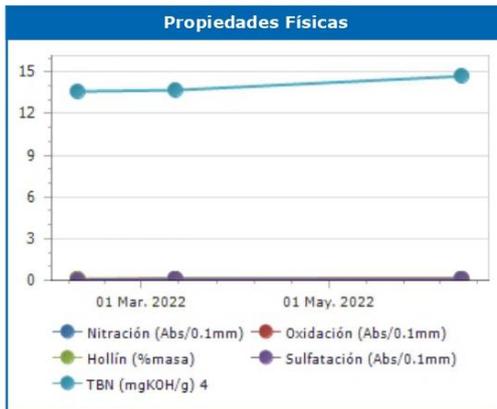
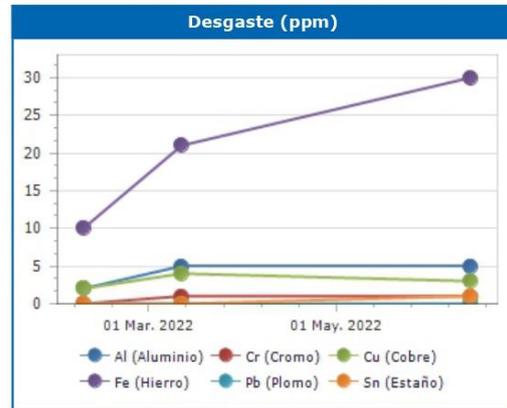
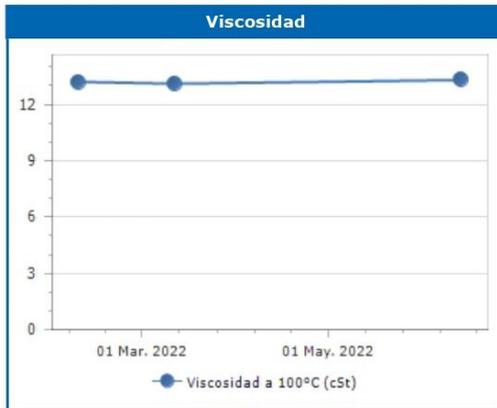
#### Información del componente

Componente: **MOTOR** Fabricante: **NO LISTADO - EG SINOTRUK**  
 Clase de Componente: **Motor** Modelo: **NO LISTADO T7H 440**  
 Lubricante: **MOBIL DELVAC XHP EXTRA 10W-40**

		Normal	Normal	Normal
Datos y Resultados de la muestra	Estado del Reporte	Normal	Normal	Normal
	ID de la muestra	<b>A002539919</b>	<b>A002198101</b>	<b>A002553229</b>
	Nivel de servicio	Premium	Premium	Premium
	Identificación de la botella	00209492	00218141	00246238
	Lubricante utilizado	MOBIL DELVAC XHP EXTRA 10W-40	MOBIL DELVAC XHP EXTRA 10W-40	MOBIL DELVAC XHP EXTRA 10W-40
	Fecha de muestreo	<b>8 Feb. 2022</b>	<b>12 Mar. 2022</b>	<b>14 Jun. 2022</b>
	Fecha de reporte	22 Feb. 2022	23 Mar. 2022	21 Jun. 2022
	Hrs/Km de Equipo	393 Hrs	580 Hrs	1345 Hrs
	Hrs/Km de Aceite	240 Hrs	424 Hrs	764 Hrs
	Volumen de Relleno			
	Cambio de Aceite	Sí	Sí	Sí
Cambio de Filtro	Sí	Sí	Sí	
Comentarios de muestra				
Lubricante	Clasificación de Contaminación	Normal	Normal	Normal
	Clasificación de Equipo	Normal	Normal	Normal
	Clasificación de Aceite	Normal	Normal	Normal
	Agua (Cualitativo)	No detectado	No detectado	No detectado
	Hollín (%masa)	0.1	0.1	0.1
	Hollín (Abs/0.1mm)	0.072	0.127	0.128
	Indicador de Refrigerante	No detectado	No detectado	No detectado
	Índice PQ	12	21	16
	Nitración (Abs/0.1mm)	0.044	0.068	0.080
	Oxidación (Abs/0.1mm)	0.053	0.080	0.094
	Sulfatación (Abs/0.1mm)	0.031	0.082	0.069
TBN (mgKOH/g) 4	13.6	13.7	14.7	
Viscosidad a 100°C (cSt)	13.2	13.1	13.3	
Desgaste (ppm)	Ag (Plata)	1	0	1
	Al (Aluminio)	2	5	5
	Cd (Cadmio)	0	0	0
	Cr (Cromo)	0	1	1
	Cu (Cobre)	2	4	3
	Fe (Hierro)	10	21	30
	Mo (Molibdeno)	0	0	6
	Ni (Níquel)	0	0	1
	Pb (Plomo)	0	0	0
	Sn (Estaño)	0	0	1
Ti (Titanio)	0	0	0	
Contaminantes (ppm)	K (Potasio)	5	8	7
	Mn (Manganeso)	0	0	1
	Na (Sodio)	1	4	0
	Si (Silicio)	4	10	10
	V (Vanadio)	0	0	0
Aditivos (ppm)	B (Boro)	265	309	298
	Ba (Bario)	0	0	0
	Ca (Calcio)	4582	5382	5286
	Mg (Magnesio)	31	36	120
	P (Fósforo)	1077	1250	1245
Zn (Zinc)	1251	1439	1434	

#### Recomendación y Comentarios

-No se requiere acción alguna sobre el aceite o el equipo. Todos los resultados de las pruebas realizadas están dentro de los rangos aceptables. Examine cambios progresivos y resultados moderados en busca de tendencias cambiantes. Retome la muestra en el próximo intervalo programado.



## Anexo 04: Especificaciones técnicas del aceite Mobil Delvac MX 15W-40.

Mobil Delvac™ MX ESP

Page 1 of 4



### Mobil Delvac™ MX ESP

Mobil Commercial Vehicle Lube , Peru

ACEITE PARA MOTORES DIÉSEL DE ALTO DESEMPEÑO

#### Descripción del producto

Mobil Delvac™ MX ESP 15W-40 es un avanzado aceite para motores diésel que ayuda a prolongar la vida útil del motor, permitiéndole operar su negocio con confianza. Este producto cumple o excede los requisitos de los fabricantes de equipo original (OEM) y ofrece un alto desempeño en aplicaciones tanto dentro como fuera de carretera.

Siendo totalmente compatible con versiones anteriores, Mobil Delvac MX ESP ofrece un desempeño excepcional tanto en diseños nuevos como antiguos de motores de servicio pesado. En consecuencia, este aceite cumple o excede los requerimientos de las categorías de servicio CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4 y CH-4 de API, así como con los requisitos de fabricantes clave. Mobil Delvac MX ESP es un aceite universal, lo que significa que también se puede utilizar en motores de gasolina que requieren la especificación API SN.

Mobil Delvac MX ESP es una formulación especializada que ofrece una excelente protección del motor y contra el desgaste, intervalos prolongados entre cambios de aceite, excepcional desempeño a altas temperaturas y limpieza del motor. Desarrollado en estrecha colaboración con los principales fabricantes de equipo original, Mobil Delvac MX ESP está recomendado para utilizarse en una amplia gama de aplicaciones y entornos operativos de servicio pesado en los sectores de transporte, minería, construcción, agrícolas y marinos.

#### Propiedades y Beneficios

Mobil Delvac MX ESP está formulado con una tecnología de aceite base optimizada, que contiene aceites base hidroprocesados y un sistema de aditivos balanceado para proporcionar un desempeño prolongado de hasta un 50% más de los intervalos de cambio de aceite recomendados por los fabricantes de equipo<sup>1</sup>. Esta formulación propietaria entrega una excelente protección contra el desgaste, estabilidad superior contra la oxidación, y una excepcional retención del TBN. Mobil Delvac MX ESP también proporciona una extraordinaria resistencia al consumo de aceite, la oxidación, el desgaste corrosivo y abrasivo y los depósitos a altas temperaturas.

Los beneficios clave incluyen:

<b>Propiedades</b>	<b>Ventajas y beneficios potenciales</b>
Cumple con las especificaciones más exigentes de los principales fabricantes de equipo y con la más reciente categoría API de servicio a gasolina	Un solo aceite de motor para operaciones de flotas mixtas
Superior estabilidad contra la oxidación	Intervalos prolongados entre cambios de aceite. Menor acumulación de lodos a bajas temperaturas y de depósitos a altas temperaturas
Excelente control del hollín y la viscosidad	Una mayor eficiencia del motor, larga vida útil del motor y del aceite
Excelente control del consumo de aceite	Menores costos de aceite debido a una menor necesidad de aceite de reposición durante la operación
Sobresaliente reserva de TBN	Protección contra la corrosión e intervalos prolongados entre cambios de aceite tanto para motores nuevos como viejos que utilizan combustible diésel con hasta 500 ppm de azufre
Fluidez y facilidad de bombeo a bajas temperaturas	Formulado para un arranque suave en climas fríos
Resistencia al desgaste corrosivo y abrasivo	Larga vida útil de las superficies de desgaste críticas
Compatibilidad con los componentes	Larga vida útil de empaquetaduras y sellos
Formulación con bajo contenido de cenizas que cumple con los requisitos de API CK-4 y CJ-4	Larga vida útil de los equipos de postratamiento de gases de escape (DPF, DOC y SCR)

<sup>1</sup>Los resultados pueden variar en función del estado del vehículo/motor, las condiciones ambientales y de conducción. Consultar al fabricante del equipo

20.07.2021

original o a ExxonMobil antes de implementar intervalos prolongados entre cambios de aceite.

#### Aplicaciones

- Motores diésel de servicio pesado incluyendo vehículos modernos Euro V/VI de bajas emisiones que utilizan tecnologías tales como Filtros para Partículas Diésel (DPF), Reducción Catalítica Selectiva (SCR), Trampas de Regeneración Continua (CRT), Catalizadores de Oxidación Diésel (DOC) y Recirculación de Gases de Escape (EGR).
- Recomendado para motores diésel que utilizan diseños más viejos y convencionales de aspiración natural.
- Camiones de servicio pesado en carretera y aplicaciones fuera de carretera, incluyendo transporte, minería, construcción, agrícolas y marinas.
- Aplicaciones en carretera que funcionan tanto a altas velocidades/altas cargas como en viajes cortos para recoger/despachar.
- Aplicaciones fuera de carretera que operan en condiciones severas de baja velocidad/cargas pesadas que utilizan combustibles con un máximo de 500 ppm de azufre.
- Motores de gasolina de alto desempeño que requieren API SN y operaciones de flotas mixtas.
- Equipos con motores diésel de fabricantes americanos, europeos y japoneses.

#### Especificaciones y Aprobaciones

<b>Mobil Delvac MX ESP cumple o excede los requisitos de:</b>	<b>15W-40</b>
API CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4 / SN	X
ACEA E9, E7	X
Caterpillar ECF-3	X
Cummins CES 20086, 20081	X
Isuzu DEO (vehículos equipados con DPD)	X
JASO DH-2	X
<b>Mobil Delvac MX ESP está aprobado por los siguientes fabricantes:</b>	<b>15W-40</b>
Allison TES 439	X
Especificación de fluidos 93K222 y 93K218 de Detroit	X
Deutz DQC II-10 LA	X
Mack EOS-4.5, EO-O Premium Plus	X
Aprobación MB 228.31	X
Camiones Renault RLD-4, RLD-3	X
MAN M 3575	X
MAN M 3275-1	X
Volvo VDS-4.5, VDS-4	X

#### Características típicas

<b>Mobil Delvac MX ESP</b>	
Grado SAE	15W-40

<b>Mobil Delvac MX ESP</b>	
Viscosidad, ASTM D 445	
cSt @ 40 °C	109
cSt @ 100°C	14.1
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	130
Densidad @ 15°C, kg/L, ASTM D 4052	0.874
Punto de mínimo fluidez, °C, ASTM D 97	-33
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	225
Cenizas sulfatadas, % peso, ASTM D 874	0.9
Número total de base, mg KOH/g, ASTM D 2896	9.8
CCS, cP, ASTM D 5293	6600 @ -20C
MRV, cP, ASTM D 4684	17500 @ -25C
HTHS @ 150°C, cP, ASTM D4683	4.1

## Seguridad e Higiene

Con base en la información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones para las que está destinado y se sigan las recomendaciones del boletín de Seguridad (MSDS). Los MSDS's ó boletines de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente o vía Internet. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

El logotipo de Mobil, el diseño del Pegasus, Mobilube y XHP son marcas registradas de ExxonMobil Corporation, o una de sus afiliadas.

11-2020

Terpel Comercial del Perú S.R.L.

Av. Camino Real 456,

Torre Real Piso 14 San Isidro

Lima Perú

24 Horas emergencia en salud LUBES (511)- 222 0284

Typical Properties are typical of those obtained with normal production tolerance and do not constitute a specification. Variations that do not affect product performance are to be expected during normal manufacture and at different blending locations. The information contained herein is subject to change without notice. All products may not be available locally. For more information, contact your local ExxonMobil contact or visit [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com)  
ExxonMobil is comprised of numerous affiliates and subsidiaries, many with names that include Esso, Mobil, or ExxonMobil. Nothing in this document is intended to override or supersede the corporate separateness of local entities. Responsibility for local action and accountability remains with the local ExxonMobil-affiliate entities.

Energy lives here™

## Anexo 04: Especificaciones técnicas del aceite Mobil Delvac XHP 10W-40

Mobil Delvac XHP Extra 10W-40

Page 1 of 3



### Mobil Delvac XHP Extra 10W-40

Mobil Commercial Vehicle Lube, Mexico

Aceite de muy alto desempeño para motores diesel

#### Descripción del producto

Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 es un aceite sintético de muy alto desempeño para motores diesel diseñado para proporcionar una lubricación sobresaliente en motores diesel modernos de alto rendimiento utilizados en aplicaciones severas dentro y fuera de la carretera. Este aceite para motores diesel utiliza aceites básicos de alto desempeño que proporcionan excelente fluidez a bajas temperaturas, retención de la viscosidad a altas temperaturas, control sobre la volatilidad y menor consumo de combustible. Estos aceites básicos están potenciados con un avanzado sistema de aditivos, el cual proporciona un alto nivel de protección a todas las partes del motor. El aceite Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 está diseñado para proporcionar largos intervalos entre cambios de aceite en los motores diesel modernos.

#### Propiedades y Beneficios

Los motores de alto rendimiento y bajas emisiones incrementan de manera significativa las exigencias sobre los lubricantes de motores. Los diseños de motores con especificaciones más exigentes reducen el consumo de aceite, lo cual resulta en una menor cantidad de aceite fresco de reposición con que reponer los aditivos agotados. Los impactos térmicos sobre el lubricante se incrementan con el uso de interenfriadores y turboalimentadores. Las mayores presiones de inyección del combustible y la sincronización retardada mejoran la eficiencia del quemado, pero también incrementan la temperatura del motor, la volatilidad, y la carga de hollín en el aceite. La avanzada tecnología utilizada en el aceite Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 proporciona excelente desempeño tanto en motores diesel modernos como en modelos más antiguos. Entre los beneficios claves se incluyen:

Propiedades	Ventajas y beneficios potenciales
Excepcional protección contra el espesamiento del aceite, los depósitos de alta temperatura, la acumulación de sedimentos, la degradación del aceite y la corrosión	Menor desgaste y larga vida útil del motor Excepcional control de los depósitos a alta temperatura
Menor desgaste por roce en el motor y protección contra el pulido de las camisas.	Excelente protección contra el pegado de los anillos
Mayor reserva TBN	Control a largo plazo sobre los depósitos y el desgaste
	Existe el potencial para extender los cambios de aceite
Excelentes propiedades a bajas temperaturas	Mejor facilidad de bombeo y de circulación del aceite
	Protección contra el desgaste al arranque
Su estabilidad ante el cizallamiento mantiene el aceite dentro del nivel de viscosidad de su grado Baja volatilidad	Ayuda a reducir la degradación de la viscosidad y el consumo de aceite bajo condiciones de operación de servicio pesado a altas temperaturas
Excelente índice de viscosidad	Utilizado en una amplia gama de motores y temperaturas

#### Aplicaciones

Recomendado por ExxonMobil para utilizarse en:

- Motores diesel naturalmente aspirados y turboalimentados construidos por fabricantes europeos y japoneses
- En el transporte de servicio liviano y pesado sobre carretera
- Industrias fuera de carreteras, entre ellas: construcción, minería, explotación de canteras y agricultura

#### Especificaciones y Aprobaciones

Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 cumple o excede los requisitos de:	
--	--

08.05.2019

<b>Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 cumple o excede los requisitos de:</b>	
ACEA E7/E4	X
Camiones Renault RXD	X

<b>Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 cuenta con las siguientes aprobaciones de fabricantes:</b>	
MAN M 3277	X
MB-Aprobación 228.5	X
MB-Aprobación 235.27	X
Volvo VDS-3 /VDS-2	X
MTU Categoría de Aceite 3	X
Scania LDF-3	X
ZF TE-ML 04C	X
Voith Retarder Oil Class A	X

<b>El aceite Mobil Delvac XHP Extra 10W-40 es recomendado por ExxonMobil para ser utilizado en aplicaciones que requieren:</b>	
Cummins CES 20072	X
API CF	X
Scania LDF-2	

### Características típicas

<b>Mobil Delvac XHP Extra 10W-40</b>	
Grado SAE	10W-40
Viscosidad, ASTM D 445	
cSt @ 40 °C	89
cSt @ 100°C	13,0
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	151
Cenizas sulfatadas, % peso, ASTM D 874	1,9
No. Base Total, mg KOH/g, ASTM D 2896	15,9
Punto de fluidez, °C, ASTM D 97	-42
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	226
Densidad @ 15 °C, kg/l, ASTM D4052	0.867

### Seguridad e Higiene

Con base en la información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones para las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (MSDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente o vía Internet. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado de proteger el medio ambiente.

Uso en Suiza: Clase de toxicidad: libre BAG T No.: 611500

El logotipo de Mobil, el diseño del Pegaso y Delvac son marcas de fábrica de Exxon Mobil Corporation, o una de sus filiales.

05-2019

ExxonMobil México, S.A. de C.V.

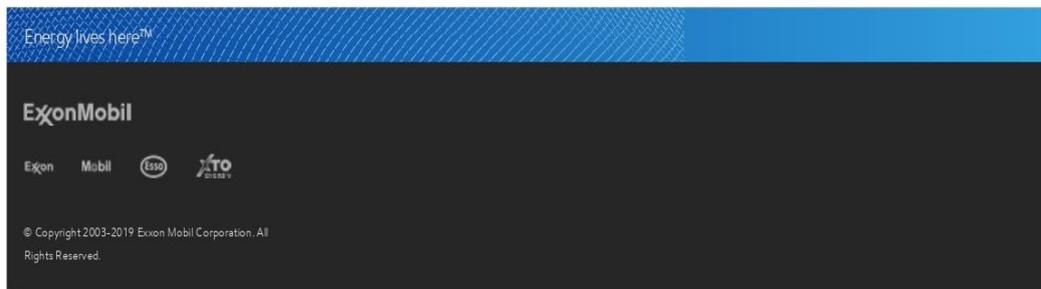
Poniente 146 No. 760 Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300 México, D.F.

(01 52) 55 5-333-9602 (01 52) 1-800 90-739-00

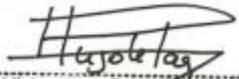
Las características típicas son típicas de aquellas obtenidas con la tolerancia de la producción normal y no constituyen una especificación. Durante la fabricación normal y en los diferentes lugares de mezcla son esperadas variaciones que no afectan el desempeño del producto. La información aquí contenida está sujeta a cambios sin previo aviso. Todos los productos pueden no estar disponibles localmente. Para obtener más información, comuníquese con su representante local de ExxonMobil, o visite [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com)

ExxonMobil se compone de numerosas filiales y subsidiarias, muchas de ellas con nombres que incluyen Esso, Mobil o ExxonMobil. Nada en este documento está destinado a invalidar o sustituir la separación corporativa de entidades locales. La responsabilidad por la acción local y la contabilidad permanecen con las entidades locales afiliadas a ExxonMobil.



## Ficha de validación de los instrumentos

Fichas: Muestreos de laboratorio

<b>Nombre del Instrumento</b>	Informes de muestreo de laboratorio		
<b>Objetivo del Instrumento</b>	Determinar los resultados de muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15w-40 y un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40		
<b>Aplicada a la Muestra del Equipo</b>	Unidades: TBN-839 y TBG-825		
<b>Nombre y Apellido del Experto</b>	Peláez Chávez, Víctor Hugo	<b>DNI N°</b>	47026994
<b>Título Profesional</b>	Ingeniero Mecánico	<b>Celular</b>	951603668
<b>Dirección Domiciliaria</b>	Avenida América Sur N° 1048 – Urb. Palermo		
<b>Grado Académico</b>	Máster en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
<b>Firma</b>	 Víctor Hugo Peláez Chávez ING. MECANICO R. CIP. N° 197130	<b>Lugar y Fecha:</b>	Trujillo, 01 de julio del 2022

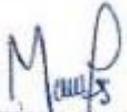
**Fichas:** Muestras de laboratorio

<b>Nombre del Instrumento</b>	Informes de muestreo de laboratorio		
<b>Objetivo del Instrumento</b>	Determinar los resultados de muestreo del aceite mineral Mobil Delvac MX 15w-40 y un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40		
<b>Aplicada a la Muestra del Equipo</b>	Unidades: TBN-839 y TBG-825		
<b>Nombre y Apellido del Experto</b>	Marvin Andersson Rojas Romero	<b>DNI N°</b>	70463369
<b>Título Profesional</b>	Ing. Mecánico Electricista	<b>Celular</b>	924083291
<b>Dirección Domiciliaria</b>	Calle Chile 1178		
<b>Grado Académico</b>	Reg. CIP 242034		
<b>Firma</b>	 MARVIN ANDERSSON ROJAS ROMERO INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA REG. CIP. 242034	<b>Lugar y Fecha:</b>	Trujillo, 06 de Mayo del 2022

**Fichas:** Datos de las unidades.

<b>Nombre del Instrumento</b>	Registro de datos de las unidades.		
<b>Objetivo del Instrumento</b>	Determinar la disponibilidad, confiabilidad mantenibilidad de los equipos Howo T7H-440		
<b>Aplicada a la Muestra del Equipo</b>	Unidades: TBN-839 y TBG-825		
<b>Nombre y Apellido del Experto</b>	Edwin Michel Quiñónez Gutiérrez	<b>DNI N°</b>	32980939
<b>Título Profesional</b>	Ingeniero Mecánico Electricista	<b>Celular</b>	960465976
<b>Dirección Domiciliaria</b>	Urb. Bellamar Mz. M Lt. 1 Nuevo Chimbote		
<b>Grado Académico</b>	INGENIERO		
<b>Firma</b>	 QUIÑÓNEZ GUTIERREZ EDWIN MICHEL INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA CIP N° 177630	<b>Lugar y Fecha:</b>	Trujillo, 09 de Mayo del 2022

**Fichas:** Costos de los insumos de mantenimiento preventivo

<b>Nombre del Instrumento</b>	Ficha Costos de los insumos de mantenimiento preventivo		
<b>Objetivo del Instrumento</b>	Determinar el costo beneficio del uso del aceite sintético en el equipo		
<b>Aplicada a la Muestra del Equipo</b>	Unidades: TBN-839 y TBG-825		
<b>Nombre y Apellido del Experto</b>	Marck Antony Manayay Flores	<b>DNI N°</b>	77330301
<b>Título Profesional</b>	Ingeniero Mecánico Electricista	<b>Celular</b>	930334296
<b>Dirección Domiciliaria</b>	Av. La paz 1390 – Cajamarca		
<b>Grado Académico</b>	INGENIERO		
<b>Firma</b>	 <b>MARCK ANTONY MANAYAY FLORES</b> <b>INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA</b> <b>REG. CIP 262387</b>	<b>Lugar y Fecha:</b>	Trujillo, 11 de Mayo del 2022

## AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Diego Arturo Guillen Agreda identificado con DNI 47358331, en mi calidad de Sub-Gerente del área en general de la empresa Cominka Motors S.A.C. con R.U.C N°20559968499, ubicada en la ciudad de Trujillo.

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN

A los señores Barbarán Cuzco Willy José / Canova Vargas Jorge Moisés Identificado(s) con DNI N° 44536143 / 76882506, de la Carrera profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

- Base de datos de las unidades de placa TBN-839 y TBG-825.
- Muestreos de aceite de las unidades de placa TBN-839 y TBG-825.

con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

() Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa.

(X) Mencionar el nombre de la empresa.

**COMINKA MOTORS S.A.C.**

*Ing. Diego A. Guillen Agreda*  
SUB GERENTE

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 47358331

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

*Barbarán Cuzco Willy José*  
Estudiante: Barbarán Cuzco Willy José

DNI: 44536143

*Canova Vargas Jorge Moisés*  
Estudiante: Canova Vargas Jorge Moisés

DNI: 76882506

Trujillo, 06 de Julio de 2022

Cotizaciones de repuestos en el mantenimiento preventivo utilizando aceite mineral 15W40:

**COMINKA MOTORS** **COTIZACION MANTENIMIENTO & REPUESTOS**

**COTIZACION N° 220429-3** FECHA: 29/04/2022

Razón Social: IMPORTACIONES COMINKA SAC - 20601302609

Cliente: CHIRADO AVILA SEGUNDO JUAN Ruc: 10427962992

Dirección:

**DATOS DEL VEHICULO:**

MARCA/MODELO: SINOTRUK HOWO T7H-440 Kilometraje/Hr:

VIN: 0 Placa: TBN-839

Item	Descripción	Unds	Cantd	P. Unitario	Subtotal	
1	ACEITE DE MOTOR MOBIL MX 15W-40 19 Lt.	Balde	2	351.69	703.39	
2	ACEITE DE MOTOR MOBIL MX 15W-40 3.78 Lt.	Galon	1	88.98	88.98	
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR 200V05504-0122	Und.	1	135.59	135.59	
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE 201V12503-0062	Und.	1	101.69	101.69	
5	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE FS53040	Und.	1	169.49	169.49	
6	FILTRO DE AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO WG9725190102/3	KIT	1	148.31	148.31	
7	SERVICIO POR MANTENIMIENTO	Und.	1	101.69	101.69	
UN MIL SETECIENTOS DIEZ CON 00/100 SOLES						
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,449.15</b>
					<b>IGV (18%)</b>	<b>260.85</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>1,710.00</b>

MONEDA: SOLES

Cotizaciones de repuestos en el mantenimiento preventivo utilizando aceite sintético 10W40:

**COMINKA MOTORS** **COTIZACION MANTENIMIENTO & REPUESTOS**

**COTIZACION N° 220312-1** FECHA: 12/03/2022

Razón Social: IMPORTACIONES COMINKA SAC - 20601302609

Cliente: CHIRADO AVILA SEGUNDO JUAN Ruc: 10427962992

Dirección:

**DATOS DEL VEHICULO:**

MARCA/MODELO: SINOTRUK HOWO T7H-440 Kilometraje/Hr:

VIN: 0 Placa: TBG-825

Item	Descripción	Unds	Cantd	P. Unitario	Subtotal	
1	ACEITE DE MOTOR MOBIL XHP 10W-40 19 Lt.	Balde	2	601.69	1,203.39	
2	ACEITE DE MOTOR MOBIL XHP 10W-40 3.78 Lt.	Galon	1	139.83	139.83	
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR 200V05504-0122	Und.	1	135.59	135.59	
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE 201V12503-0062	Und.	1	101.69	101.69	
5	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE FLEETGUARD WG9925550966/1	Und.	1	296.61	296.61	
6	FILTRO DE AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO WG9725190102/3	KIT	1	148.31	148.31	
7	SERVICIO POR MANTENIMIENTO	Und.	1	101.69	101.69	
DOS MIL QUINIENTOS DIEZ CON 00/100 SOLES						
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,127.12</b>
					<b>IGV (18%)</b>	<b>382.88</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>2,510.00</b>

MONEDA: SOLES