

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz

Análisis comparativo de la eficiencia de retención de un filtro separador de agua Diesel original y alternativo en la ciudad de Quito.

Dorian Cando

Luis Jaya

Director: Ing. Luis Montenegro

Quito, enero 2022

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Dorian Joel Cando Barzallo y Luis Marcelo Jaya Vaca, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Dorian Joel Cando Barzallo



Luis Marcelo Jaya Vaca

Yo, Ing. Luis Alberto Montenegro Barrera, certifico que conozco al autor de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.



Ing. Luis Alberto Montenegro Barrera

DEDICATORIA

El presente artículo está dedicado principalmente a mis padres, a mi madre Leonor Barzallo y padre Isaac Flores quienes supieron inculcarme los valores de responsabilidad, respeto y humildad, los mismos valores que me han abierto grandes puertas en mi vida académica, personal y profesional. De igual forma a mi padre Ramiro Cando quien supo formar mi carácter para crecer en el transcurso de mi vida. A mi tía Luz Yáñez y abuela Bertha Yáñez que han sido un pilar fundamental en todo el proceso tanto personal como académico, quienes supieron guiarme y brindarme su apoyo incondicional para cumplir las metas propuestas. A mi esposa Michelle Granda quien ha sabido brindarme su comprensión, apoyo y entendimiento en todo momento pero más aún en los difíciles y complicados. A mis hermanos que han sido una motivación para seguir creciendo personal y profesionalmente.

- Dorian Joel Cando Barzallo

DEDICATORIA

Este artículo está dedicado especialmente a mis padres Luis Jaya y Marcela Vaca quienes son los pilares fundamentales en mi vida personal, académica y profesional, que con su sacrificio y confianza me han ayudado a progresar, además, de inculcarme los valores cuales me identifican como el respeto, responsabilidad y humildad, al igual, sus sabios consejos que me permiten guiarme en cada decisión de mi vida. A mi hermana Daysi Jaya quien es mi ejemplo de esfuerzo, valentía y quien es mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. A mi novia Erika Patiño que con su amor y apoyo incondicional ha estado presente cada día y noche en mis momentos más difíciles y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

- Luis Marcelo Jaya Vaca

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por la vida y oportunidades brindadas en el transcurso de la misma, además por darme la bendición de contar con personas tan importantes y fundamentales como mi esposa, mis padres, hermanos y demás familiares quienes me han brindado el ejemplo , impulso y motivación necesaria para cada etapa de mi vida personal , académica y profesional.

Gracias a los distintos docentes y profesionales de la facultad de Ingeniería Automotriz por compartir sus experiencias, conocimientos, consejos y principalmente por el compromiso de brindar una educación de calidad que forma y ayuda a nuestra parte profesional.

Quiero agradecer a nuestro tutor Ing. Luis Montenegro por el aporte, el compromiso y el sacrificio prestado para la elaboración de este artículo.

- Dorian Joel Cando Barzallo

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios y a mis ángeles por bendecirme con la vida y permitirme cumplir un sueño más junto a mis padres, hermana, novia y demás familiares, además, agradezco a cada uno de ellos por su apoyo incondicional, consejos y oraciones en mi formación académica, profesional y personal.

Agradezco a la facultad de Ingeniería Automotriz y a sus docentes quienes la conforman, por su entrega, dedicación y compromiso en cada enseñanza que hoy poseo y que me guían en mis decisiones como profesional y me ayudaron a llegar al punto en el que me encuentro.

Quiero agradecer al Ing. Luis Montenegro por sus enseñanzas, confianza, paciencia y por sus directrices que fueron la guía fundamental en este artículo de investigación

- Luis Marcelo Jaya Vaca

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	1
1. INTRODUCCION.....	2
2. FUNDAMENTACION TEORICA.....	2
2.1. EL DIÉSEL.....	2
2.2. FILTROS DE COMBUSTIBLE DIESEL.....	3
2.2.1. FILTRO SEPARADOR DE AGUA.....	3
2.3. AGENTES CONTAMINANTES DEL DIESEL.....	3
2.3.1. SEDIMENTOS EN EL DIESEL.....	3
2.3.2. COMPONENTES ORGÁNICOS.....	3
2.3.3. AGUA EN EL DIESEL.....	3
3. MATERIALES Y METODOS.....	4
3.1. METODOLOGÍA.....	4
3.2. MATERIALES.....	5
3.2.1. <i>Diesel premium</i>	5
3.2.2. <i>Bomba de transferencia eléctrica</i>	5
3.2.3. <i>Filtro separador de agua</i>	5
3.2.4. <i>Análisis Karl Fischer</i>	5
3.2.1. PRUEBAS.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
5. CONCLUSIONES.....	6
6. REFERENCIAS.....	7
ANEXOS.....	9
Anexo 1. SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN 1489.....	9
Anexo 2. FILTROS SEPARADORES DE AGUA CATERPILLAR.....	11
Anexo 3. INFORME DE ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE DIESEL.....	12
Anexo 4. ARTICULO SOBRE LA BAJA CALIDAD DE DIESEL EN EL ECUADOR.....	13
Anexo 5. ESPECIFICACIONES DEL FILTRO SEPARADOR DE AGUA HASTINGS.....	14
Anexos Fotográficos.....	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límite máximo permitido de agua en el Diésel del Ecuador	5
Tabla 2. Especificaciones de filtro separador de agua original	5
Tabla 3. Especificaciones de filtro separador de agua alterno	5
Tabla 4. Valores de agua presente en el Diésel.....	6
Tabla 5. Porcentaje de retención de agua de filtros separadores	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Filtro separador de agua.....	3
Figura 2. Análisis Karl Fisher	5

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE RETENCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE AGUA DIESEL ORIGINAL Y ALTERNO EN LA CIUDAD DE QUITO

Ing. Luis Montenegro B.¹, Dorian Cando B.², Luis Jaya V.³

¹Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, lumontenegroba@uide.edu.ec

²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, docandoba@uide.edu.ec

³Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, lujayava@uide.edu.ec

RESUMEN

El diésel es uno de los combustibles más utilizados a nivel mundial, especialmente en motores de combustión interna en diferentes industrias, sin embargo existen varios agentes contaminantes que afectan el rendimiento de este combustible y aceleran el desgaste de los componentes que conforman el sistema de alimentación; entre los principales contaminantes se encuentra el agua, este líquido forma parte del combustible diésel; para ello existen normativas que controlan los porcentajes y límites máximos permitidos de agua dentro de este combustible, a nivel nacional rige la norma INEN 1489, la cual indica que el diésel comercializado dentro del país no debe contener más del 0.05 % de agua y sedimentos. Una de las maneras para reducir el porcentaje de agua, es el uso de filtros separadores de agua, los mismos que permiten retener cierta cantidad con el fin de evitar problemas de oxidación, corrosión y desgaste acelerado de los componentes principales como bomba de inyección e inyectores. Por tal motivo, en el presente estudio se realiza un análisis comparativo experimental de la eficiencia de retención entre un filtro separador de agua original y un filtro alterno, conjuntamente con el método Karl Fisher se comprobó que existe un 26,65% de mayor retención de agua con el filtro original. Con los valores obtenidos se concluye que la capacidad de retención de un filtro original es mayor a la de un filtro alterno.

Palabras clave: Diesel, agua, filtro separador de agua, INEN 1489, Karl Fischer.

ABSTRACT

Diesel is one of the most used fuels worldwide, especially in internal combustion engines in different industries, however there are several contaminating agents that degrade the performance of this fuel and accelerate the wear of the components that make up the power system; among the main pollutants is water, this liquid is part of diesel fuel; for this, there are regulations that control the percentages and maximum limits of water allowed in this fuel. At the national level, the INEN 1489 standard governs, which indicates that diesel marketed within the country must not contain more than 0.05% of water and sediments. One of the ways to reduce the percentage of water is the use of water separating filters, which allow a certain amount to be retained in order to avoid problems of oxidation, corrosion and accelerated wear of the main components such as the injection pump and injectors. For this reason, in the present study, an experimental comparative analysis of the retention efficiency between an original water separating filter and an alternative filter is carried out, together with the Karl Fisher method, it was found that there is a 26.65% greater retention of water. water with the original filter. With the values obtained, it is concluded that the retention capacity of an original filter is greater than that of an alternative filter.

Key words: Diesel, water, water separator filter, INEN 1489, Karl Fischer.

1. INTRODUCCION

Dentro del mercado automotriz en la ciudad de Quito, los propietarios de automotores, maquinarias y equipos estacionarios a diésel enfrentan diferentes inconvenientes relacionados a temas económicos, durabilidad y protección de los componentes principales como son bomba e inyectores, debido al tipo de combustible y filtros separadores que utilizan en sus equipos. Es decir, al momento de realizar ya sea un mantenimiento preventivo o correctivo, el seleccionar los repuestos a utilizar puede generar grandes dudas relacionado a las ventajas y desventajas que puede ofrecer un repuesto original frente a un repuesto alterno.

En base a la experiencia del jefe de taller de la empresa Trans Esmeralda (Teisa) y asesor de garantías de la empresa Caterpillar, se conoce que un filtro separador original brinda mayores ventajas y beneficios, por tal motivo, el costo de adquisición es alto pero con una menor durabilidad, debido a la eficiencia y calidad del repuesto; caso contrario de un repuesto alterno que son más económicos, variedad de elección y mayor durabilidad, tal como lo menciona Diego Vera, Gerente Nacional de Repuestos de Teojama Comercial [1].

A pesar de que el diésel 2 y diésel premium son los más comercializados dentro del país, son considerados combustibles de baja calidad tal como se indica en el estudio realizado por la Escuela Politécnica Nacional [2]; por tal motivo, es necesario utilizar un combustible de una fuente confiable en conjunto con filtros que brinden una mayor capacidad de protección a los principales componentes del sistema de alimentación, con el fin de evitar un desgaste prematuro por contaminación y de esta manera prolongar la durabilidad de los mismos.

Una de las características de un diésel de baja calidad es la presencia de agua en el combustible, el agua causa la formación de óxido y corrosión en las superficies de los componentes del sistema de alimentación; por tal motivo, es una de las principales condiciones por las que presentan falla y desgaste acelerado las bombas de inyección e inyectores [3].

El presente artículo busca que los propietarios de vehículos y/o equipos de combustión a diésel, tengan el conocimiento previo, adecuado y documentado al seleccionar el tipo de filtro separador de agua a utilizar respectivamente en los sistemas de alimentación diésel.

Por medio del análisis cuantitativo del fluido diésel, se verificará la eficiencia de retención de agua que brindan los filtros separadores tanto originales como alternos; obteniendo así resultados que determinen ventajas y desventajas del uso de estos filtros.

El objetivo de la investigación es analizar la eficiencia de retención de agua entre un filtro separador a diésel original y alterno. Para ello, se utilizará tres muestras de diésel bajo las mismas condiciones y con el mismo tipo de combustible; con el fin de medir la cantidad de agua retenida por el papel filtrante interno de cada filtro. Posteriormente, mediante un análisis de laboratorio por el método Karl Fisher, se determinará la cantidad de agua real existente en cada muestra.

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. EL DIÉSEL

El diésel es un líquido de color blancuzco o verdoso con una densidad aproximadamente de 850 kg/m³, está formado principalmente por parafinas y se utiliza como combustible en motores diésel. Se denomina diésel cuando se

obtiene de la destilación del petróleo, mientras que cuando es de aceites vegetales se conoce lo como biodiesel [4].

2.2. FILTROS DE COMBUSTIBLE DIESEL

La función principal del filtro de combustible diésel es proteger los componentes del sistema de inyección en los vehículos o equipos a diésel. Estos filtros retienen las impurezas y sedimentaciones presentes en el combustible que pueden proceder de diferentes fuentes o propiedades. [5].

2.2.1. FILTRO SEPARADOR DE AGUA

Este tipo de filtro de combustible tiene la función principal de retener y separar el agua del diésel para posteriormente ser drenada, con el fin de evitar el ingreso de este agente contaminante al sistema de combustible y causar daños en los componentes principales como bomba, inyector, toberas, etc.

Un filtro separador de agua contiene características hidrófobas, para que el agua no puede ingresar al sistema. El agua al tener mayor densidad que el combustible, se acumula en la parte inferior del filtro para su respectiva extracción [6].



Figura 1. Filtro separador de agua
Fuente. Caterpillar [6].

2.3. AGENTES CONTAMINANTES DEL DIESEL

Dentro del combustible diésel existen agentes contaminantes propios del fluido, los mismos que afectan el rendimiento de los sistemas de inyección y reducen la vida útil de los componentes principales del sistema de combustible diésel.

Entre los principales contaminantes se recalca sedimentos, el agua y componentes orgánicos.

2.3.1. SEDIMENTOS EN EL DIESEL

Suciedad o sedimentos son agentes contaminantes que pueden causar la restricción o saturación de un filtro, por lo tanto, aumentan el desgaste interno de los componentes del sistema de combustible, reduciendo la vida útil de los mismos [3].

2.3.2. COMPONENTES ORGÁNICOS

Los componentes orgánicos dentro del diésel hacen referencia a los asfáltenos y la cera de parafina. Se consideran componentes residuales del proceso de refinación. Este tipo de agentes contaminantes causan el bloqueo y saturación de los coladores, filtros e incluso las cañerías de flujo del combustible [3].

2.3.3. AGUA EN EL DIESEL

Es el agente contaminante de mayor relevancia y preocupación, debido a que se introduce en el combustible durante el proceso de almacenamiento, además este contaminante forma parte del combustible diésel, lo que dificulta el buscar alternativas para removerlo y evitar futuros inconvenientes en el funcionamiento de los equipos.

Los efectos del agua en el combustible diésel pueden ser importantes y ocasionar la erosión en los orificios del inyector, además de corrosión y reducción de la lubricidad del combustible, lo cual a su vez tendrá como resultado un desgaste prematuro de las bombas e inyectores [7].

2.3.3.1. HUMEDAD DISPERSA

Este tipo de humedad es propia del combustible, es aquella que se reduce mediante la utilización de filtros separadores de agua y retención de ciertas partículas de agua [8].

2.3.3.2. HUMEDAD SEDIMENTADA

La humedad sedimentada es aquella que se reduce mediante el drenaje diario del agua al iniciar la jornada de trabajo, este tipo de humedad principalmente por efecto de la decantación, se drena en el tanque de combustible respectivamente [8].

2.3.3.3. HUMEDAD DISUELTA

Como se conoce el agua forma parte del diésel, por tal motivo este tipo de humedad es aquella que no se elimina por ningún método, ya que está inmersa en el combustible. [8].

2.3.3.4. CAUSAS DEL AGUA EN EL DIESEL

El agua en el combustible provoca una gran variedad de problemas, como los mencionados a continuación:

- **Óxido:** el agua en combinación con las superficies de hierro y acero, forma óxido. El óxido provoca desgaste por abrasión en las diferentes piezas.

- **Corrosión:** en combinación con los ácidos del combustible, el agua corroe los metales férricos y no férricos.
- **Abrasión:** el agua tiene menor viscosidad que el diésel, por tal motivo, no tiene propiedades de lubricación como el diésel.
- **Picadura:** el contacto del agua con las superficies metálicas calientes causa picadura en los componentes.
- **Incapacidad de arrancar:** el diésel contaminado con agua daña el sistema de inyección, afectando el encendido del equipo [9].

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. METODOLOGÍA

En la presente investigación se emplea una metodología cuantitativa experimental, debido a que examina los datos y valores obtenidos del estudio realizado de manera numérica, con el fin de encontrar una relación entre las diferentes variables [10] .

En este caso se verifica el porcentaje de agua presente en el diésel premium bajo las mismas condiciones, con la única variable en el uso de un filtro original y un filtro alternativo; se toma como referencia la normativa INEN 1489, la misma que indica el porcentaje máximo de agua permitido en el diésel del Ecuador [11].

Con los valores obtenidos se realiza un análisis comparativo del porcentaje de retención de cada filtro, para determinar la eficiencia de cada uno de ellos.

Tabla 1. Límite máximo permitido de agua en el Diésel del Ecuador

Requisito	Unidad	Diésel No. 1		Diésel No. 2		Diésel premium		Método de ensayo
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
Punto de inflamación	°C	40	--	51	--	51	--	ASTM D93
Contenido de agua y sedimento	% ^a	--	0,05	--	0,05	--	0,05	ASTM D2709

Fuente. INEN 1489 [11].

3.2. MATERIALES

3.2.1. Diesel premium

Se utiliza cinco galones de diésel premium que es comercializado en una de las gasolineras dentro del DMQ, para realizar las pruebas de filtrado respectivo.

3.2.2. Bomba de transferencia eléctrica

Para el suministro del diésel desde los tanques de almacenamiento hacia los filtros separadores de agua, se utiliza una bomba eléctrica de transferencia que funciona con 12 voltios.

3.2.3. Filtro separador de agua

Para realizar el proceso de filtración y retención de agua del diésel, se utiliza dos tipos de filtros separadores de agua, uno original y un alternativo con las siguientes características:

Tabla 2. Especificaciones de filtro separador de agua original

Detalle	Filter Water Separator
Serie	361-9554
Marca	Caterpillar
Eficiencia	Avanzada
% de retención	90%
Papel filtrante	Celulosa-higroscopica
Precio	\$38

Fuente. Caterpillar [6].

Tabla 3. Especificaciones de filtro separador de agua alternativo

Detalle	Filter Water Separator
Serie	FF1190-D
Marca	Hastings Premium Filters
Eficiencia	Avanzada
% de retención	90,98%
Papel filtrante	HyroShield
Precio	\$17

Fuente. Hastings [12].

3.2.4. Análisis Karl Fischer

Este método permite la valoración cuantitativa del contenido de agua en diferentes líquidos y sólidos. En la actualidad, es uno de los métodos de valoración con mayor frecuencia de uso.

La muestra se disuelve o suspende en un disolvente que no contiene agua, por lo general se utiliza metanol seco, se añade un reactivo que contiene yodo. El agua de la muestra reacciona con el reactivo, hasta tal punto que se consuma en su totalidad, se detecta yodo libre en la disolución de muestra. La valoración final se determina voltaméricamente con un electrodo de platino. Este tipo de valoración Karl-Fisher se aplica en diversos ámbitos, tales como la determinación del contenido en agua en alimentos, medicamentos, químicos y aceites minerales. El contenido de agua influye directamente en las propiedades físicas y químicas de los diferentes productos. En la industria petrolífera, el agua es considerada uno de los mayores agentes contaminantes. [13].



Figura 2. Análisis Karl Fisher
Fuente. LACBAL [13].

3.2.1. PRUEBAS

Las pruebas se realizan con cinco galones de diésel premium de la estación de servicio del DMQ, primero se toma la primera muestra directamente del tanque que contiene el diésel, es la muestra base del presente estudio.

Posteriormente se procede a conectar una bomba de combustible eléctrica al filtro original y mediante una manguera de combustible se direcciona a un reservorio, después de 10 minutos de prueba, se procede a tomar la segunda muestra del filtro original en un recipiente de cristal esterilizado como lo recomienda el laboratorio.

Se realiza el mismo procedimiento experimental con el filtro alternativo, se obtiene la tercera muestra de diésel para el respectivo análisis.

Las muestras de diésel son analizadas en un laboratorio certificado de la Escuela Politécnica Nacional LACBAL, mediante el proceso Karl Fisher se determina cuantitativamente el contenido de agua en cada muestra de diésel.

La cantidad de diésel requerido para el análisis es de un litro por cada muestra.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron los siguientes:

- La cantidad de agua presente en el diésel de la estación de servicio del DMQ fue de 178,6 mg/Kg, que corresponde al 100% de la muestra.
- La cantidad de agua presente en el diésel posterior al proceso de filtrado con el filtro original fue de 74,2 mg/Kg, lo que corresponde al 42% de agua.

- La cantidad de agua presente en el diésel posterior al proceso de filtrado con el filtro alternativo fue de 121,8 mg/Kg, lo que corresponde al 68% de agua.

Tabla 4. Valores de agua presente en el Diésel

Identificación	Código	Tipo de muestra	Valor obtenido	Unidades
Gasolinera	754-01	Diesel premium	178,6	mg/Kg
Filtro original	754-02	Diesel premium	74,2	mg/Kg
Filtro alternativo	754-03	Diesel premium	121,8	mg/Kg

Fuente. Autores.

Tabla 5. Porcentaje de retención de agua de filtros separadores

Identificación	Código	Tipo de muestra	Valor obtenido	Retención
Gasolinera	754-01	Diesel premium	178,6	0
Filtro original	754-02	Diesel premium	74,2	58,45%
Filtro alternativo	754-03	Diesel premium	121,8	31,80%

Fuente. Autores.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se determina que el porcentaje de agua retenido por un filtro original es de 58,45% en un litro de diésel, mientras que el porcentaje de retención del filtro alternativo es del 31,80% de agua en un litro de diésel.

El nivel de retención del filtro original es del 26,65% mayor que el filtro alternativo; si bien es cierto desde la estación de servicio existe un valor elevado de presencia de agua en el combustible, por tal motivo, se resalta la importancia del uso de los filtros separadores de agua que cumplan con las debidas especificaciones y requerimientos de los equipos con sistemas de alimentación a diésel.

5. CONCLUSIONES

Mediante el análisis comparativo realizado se comprueba que la capacidad de retención del filtro separador de agua original es del 26,65 % mayor al filtro alternativo, por tal motivo, se demuestra que un filtro original brinda una mejor protección a los principales componentes

del sistema de alimentación como lo son bomba de inyección e inyectores.

Un filtro separador de agua original a pesar de su elevado costo y menor durabilidad, brinda mayores ventajas y beneficios frente a un filtro alternativo dentro del sistema de combustible.

Una mayor capacidad de retención de agua en un filtro separador evita la formación de óxido, corrosión y desgaste acelerado de los principales componentes del sistema de alimentación, prolonga la vida útil de los mismos, optimiza costos de reparación y evita paradas no programadas de los equipos.

En base a los resultados obtenidos se concluye que un filtro separador de agua alternativo posee una menor capacidad de retención, por este motivo el tiempo de saturación del filtro se prolongará respectivamente.

6. REFERENCIAS

1] E. UNIVEROS, «ELUNIVERSO,» 11 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/tendencias/2017/07/11/nota/6275512/comprar-repuestos-vehiculos-originales-o-genericos/>. [Último acceso: 11 04 2022].

2] E. Cobos, «PRIMICIAS,» 31 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/calidad-diesel-precio-subsidio-ecuador/>. [Último acceso: 11 04 2022].

3] Donaldson, «Donaldson Filtration Solutions,» [En línea]. Available: <https://www.donaldson.com/es-es/bulk-fluid-storage/technical-articles/water-enemy-diesel-engines/>. [Último acceso: 12 04 2022].

4] M. A. O. Vallejo, Estudio Comparativo del Uso del Diesel Entre Europa y Ecuador, Utilizado para Motores de Vehículos, Quito: Quito / UIDE / 2014, 2014.

5] M. Almonacid Laureano, Mejoramiento Del Sistema De Tratamiento Combustible D-2 En Los Motores Caterpillar Modelo C4.4 Dit Para Reducir Costos De Mantenimiento De Inyectores Y Aumentar Disponibilidad De La Unidad Cat 420f – Mina Tintaya – Cusco, CUSCO, 2016.

6] Caterpillar, «MY CAT,» [En línea]. Available: www.mycat.com.

7] CUMMINS, «Filtración de combustible,» *Fleetguard*, 2010.

8] Caterpillar, Fundamentos de sistemas de combustible, Pioria, 2005.

9] D. A. Inc, «DRIVPARTS,» Gurus community, 2020. [En línea]. Available: <https://www.drivparts.com/es-es/garagegurus/gurus-community/diesel-filter-water-separator.html>.

- 10] R. Palacios, Investigación cualitativa y cuantitativa Diferencias y limitaciones, PERU: PIURA, 2006.
- 11] INEN, «NORMA TECNICA ECUATORINA,» 2016. [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1489-8.pdf.
- 12] Hastings, «Hastings Filter,» 2105. [En línea]. Available: <http://www.hastingsfilter.com/es/ProductHighlights0610.html>. [Último acceso: 12 Abril 2022].
- 13] E. P. NACIONAL, «LACBAL,» LABORATORIO DE ENSAYPS, [En línea]. Available: <https://lacbal.epn.edu.ec/>.

ANEXOS

Anexo 1. SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN 1489



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN1489
Octava revisión

PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. DIÉSEL. REQUISITOS

PETROLEUM PRODUCTS. DIESEL REQUIREMENTS

TABLA 1. Requisitos para el diésel

Requisito	Unidad	Diésel No. 1		Diésel No. 2		Diésel premium		Método de ensayo
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Punto de inflamación	°C	40	--	51	--	51	--	ASTM D93
Contenido de agua y sedimento	% ^a	--	0,05	--	0,05	--	0,05	ASTM D2709
Contenido de ceniza	% ^b	--	0,01	--	0,01	--	0,01	ASTM D482
Contenido de azufre	% ^b	--	0,3	--	0,7	--	0,05	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10 % de residuo destilado	% ^b	--	0,1	--	0,1	--	0,1	ASTM D4530
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm ² /s	1,3	2,4	2,0	5,0	2,0	5,0	ASTM D445
Temperatura de destilación del 90 %	°C	--	288	--	360	--	360	ASTM D86
Corrosión a la lámina de cobre	--	--	1a	--	1a	--	1a	ASTM D130
Índice de cetano calculado	--	No aplica		45	--	45	--	ASTM D976
Contenido de biodiésel ^c	% ^a	No contiene		--	5	5	10	EN 14078

^a % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

^b % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

^c La determinación del contenido de biodiesel se debe realizar cuando esté adicionado en el diésel.

Anexo 2. FILTROS SEPARADORES DE AGUA CATERPILLAR

< | Inicio > Filtros > Filtros de combustible y separadores de agua

CATEGORÍA ^

- FILTROS DE COMBUSTIBLE (121)
- FILTROS DE COMBUSTIBLE (GAS NATURAL) (11)
- SEPARADORES DE AGUA DEL COMBUSTIBLE (86)

ESPECIFICACIONES

IMPERIAL SISTEMA MÉTRICO

MARCA ^

CLASIFICACIÓN DE EFICIENCIA ^

DIÁMETRO INTERNO (PULG) ^

FILTROS DE COMBUSTIBLE Y SEPARADORES DE AGUA

AGREGUE EL EQUIPO A SU LISTA
para encontrar las piezas compatibles

CLAVE ^ ORDENAR POR RELEVANCIA ^ Se muestra la página 16 de 219

357-7745: ELEMENT AS-F	171-9161: CONJUNTO DE SEPARADOR	149-1479: CONJUNTO DE GRIFO DE DRENAJE	397-0962: Separadores de agua del combustible
------------------------	---------------------------------	--	---

Productos

Referencia

El sistema de combustible cumple un rol fundamental en la determinación de la rentabilidad, el rendimiento y la vida útil operativa del motor. A menudo resulta difícil garantizar la obtención, el almacenamiento y la adición de combustible limpio en el equipo. Por lo general, las prácticas de mantenimiento inadecuadas y las condiciones de aplicaciones difíciles empeoran el problema. El polvo, la suciedad, el agua, la arena, el polen, etc. pueden dañar fácilmente el sistema de combustible esencial. Debe estar muy seguro de que los filtros de combustible y separadores de agua y combustible le ofrezcan protección contra los aspectos que no puede controlar.

Los filtros de combustible Cat® están específicamente diseñados para capturar las partículas más pequeñas que provocan el mayor daño en los inyectores de combustible, las bombas de combustible y otras piezas del motor. Vea los resultados de prueba que demuestran nuestra protección superior para los inyectores.

Con los separadores de agua y combustible Cat®, se puede eliminar prácticamente toda el agua libre y el 90 % del agua emulsificada para evitar la acumulación de óxido en el tanque de combustible, las líneas de combustible y otros componentes del sistema. También se proporciona la mejor protección a los componentes del sistema de combustible esenciales al remover las partículas más grandes para aumentar la vida útil del filtro de combustible y los inyectores de combustible.

No hay ningún otro filtro de combustible o separador de agua y combustible que se adapte y funcione mejor en los equipos Cat que nuestros productos. Con el compromiso de ofrecer una vida útil del equipo prolongada y eficaz, producimos filtros de combustible Cat patentados en nuestras propias plantas donde controlamos la calidad y proporcionamos constantemente piezas superiores.

Realice un recorrido virtual por una de nuestras ubicaciones de fabricación de filtros.

Elegir filtros de combustible y separadores de agua y combustible Cat originales simplemente tiene sentido, porque cuando cae la productividad del equipo, también lo hacen los ingresos.



Anexo 3. INFORME DE ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE DIESEL

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  LACBAL	Edición:	03	
			Fecha de edición:	2021-03-04
			Página	1 de 1
INFORME DE ANÁLISIS DE RESULTADOS		FRP7.801		

69-I-LACBAL-2021-754							
1. INFORMACIÓN LACBAL:				2. INFORMACIÓN CLIENTE:			
DIRECCIÓN	Ladrón de Guevara E11-253-Edificio N° 17 (Química- Eléctrica) 5to piso, Quito.			NOMBRE/EMPRESA	DORIAN CANDO		
TELÉFONOS	022976-300 Ext. 4329/4328/4317			DIRECCIÓN	CDLA. QUITUMBE		
E-MAIL	lacbal@epn.edu.ec			NÚMERO DE MUESTRAS	3		
3. INFORMACIÓN GENERAL				4. FECHAS			
RESPONSABLE DEL INFORME	Quim. Allisson Hernández	N° PROFORMA	DQ-P0754-2021	RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LACBAL	2021-12-02	INICIO DE ENSAYO	2021-12-02
TIPO CLIENTE	EXTERNO	N° FACTURA	001-003-0071977	TRANSPORTE	NA	ENTREGA DE INFORME	2021-12-09
5. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:							
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE		IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	CÓDIGO LABORATORIO	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CANTIDAD	
-		Muestra diesel bomba de gasolinera	754-01	Diesel premium	Vidrio	1	L
-		Muestra diesel filtro original	754-02	Diesel premium	Vidrio	1	L
-		Muestras diesel filtro alterno	754-03	Diesel premium	Vidrio	1	L
6. CONDICIONES AMBIENTALES:							
TEMPERATURA [°C]	19,0	HUMEDAD RELATIVA [%]	58,3	PRESIÓN [kPa]	72,8		
7. RESULTADOS OBTENIDOS:							
MUESTRA	ENSAYO		NORMA MÉTODO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO		
754-01	AGUA POR KARL FISHER		ASTM D6304	mg/Kg	178,6		
754-02	AGUA POR KARL FISHER		ASTM D6304	mg/Kg	74,2		
754-03	AGUA POR KARL FISHER		ASTM D6304	mg/Kg	121,8		

Digitally signed by
 DINA MELISSA ALBUJA TAPIA
 Date: 2021.12.10 09:26:52 -05'00'
 Q.A. MELISSA ALBUJA
 RESPONSABLE TÉCNICO DE LACBAL



LACBAL
 LABORATORIO DE COMBUSTIBLES
 BIOCOMBUSTIBLES
 Y ACEITES LUBRICANTES

Anexo 4. ARTICULO SOBRE LA BAJA CALIDAD DE DIESEL EN EL ECUADOR

primicias.ec/noticias/economia/calidad-diesel-precio-subsidio-ecuador/

Calidad del diésel es cuestionada, mientras que su precio subió 60%

El precio del galón del diésel para el sector automotor en Ecuador pasó de USD 1 a USD 1,608 entre julio de 2020 y agosto de 2021.

En Ecuador se comercializan dos tipos de diésel para el sector automotor: el diésel 2 y el diésel Premium, pero su calidad es cuestionada en momentos en que el Gobierno dialoga con los transportistas para levantar el subsidio a este combustible.

Los dirigentes de los transportistas han dicho que **estarían dispuestos a pagar más por el galón de diésel, siempre y cuando su calidad mejore**. Un diésel de buena calidad tiene una baja concentración de azufre.

- **Corte Nacional aún no tramita recurso de revisión de Alexis Mera**

Un estudio realizado por la **Escuela Politécnica Nacional (EPN)** midió las emisiones contaminantes en el diésel que se vende en Ecuador, lo que se debe a su **alto contenido de azufre**.

Los niveles de azufre en el diésel varían en diferentes zonas del país. En ciudades como Guayaquil, oscilan entre los 16,4 y 23,3 partes por millón de azufre (ppm).

Mientras que en Quito, los niveles de azufre en **el diésel** están entre las 159 y 171 partes por millón.

LO MÁS LEÍDO

01 Contraloría glosa por USD 243 millones a siete exgerentes de Tame

9023 visitas

02 Afiliados y el Estado pagarán la cuenta del millonario desfalco al Isspol

6496 visitas

03 Toachi Pilatón, empresa China demanda a Ecuador por USD 100 millones

6319 visitas

04 Grupo Ortiz invierte USD 12 millones en su tercer

Anexo 5. ESPECIFICACIONES DEL FILTRO SEPARADOR DE AGUA HASTINGS

Another Heavy-Duty Performance Innovation From Hastings



In designing the FF1104, Hastings made it easy for the user to replace the filter while simultaneously assuring that the housing gasket is positioned to provide a leak-proof seal.

The housing lid is permanently attached to the filter element. By providing the unit preassembled, installers can change the filter

without getting diesel fuel on their hands. Another advantage of providing a new lid with each filter is that there is no longer the need to buy an expensive, hard-to-find OEM replacement lid, should the threads become damaged or otherwise broken.

The FF1104 lid contains specially designed, raised ribs for added structural support. For proper installation, 10-15 ft./lbs. torque is required and can be applied by using the 1/2" square drive slot.

The user can also be confident the filter will form a seal with the housing, because the innovative symmetric gasket is contained within the lid, insuring proper alignment every time. With the Hastings method, there is no worry of improper orientation of the seal, unlike the loose, beveled gasket provided by others.

When it comes to filter performance, you can expect the best the industry has to offer from Hastings Premium Filters. By reviewing the test data provided below, it is evident that in controlled, industry-standard laboratory tests, Hastings outperforms the OEM filter, nearly doubling the contaminant holding capacity while equaling the contaminant removal efficiency. The FF1104 delivers superior filtration performance in a convenient, easy-to-service package.

Tests Prove Performance Superiority



HASTINGS
PREMIUM FILTERS

4400 East Highway 3B ■ P.O. Box 6006
Kearney, NE 68848-6006
PH: 800-887-8836 ■ FAX: 800-210-6906
Internet: www.hastingsfilter.com

F512 (R 3/15) © 2015 Hastings Premium Filters Printed in U.S.A.

Anexos Fotográficos.

MUESTRAS DE DIESEL PARA EL ENVIÓ AL ANÁLISIS KARL FISHER



PROCESO DE FILTRADO CON EL FILTRO SEPARADOR DE AGUA ORIGINAL



PROCESO DE FILTRADO CON EL FILTRO SEPARADOR DE AGUA ALTERNO

