

**AUTORIDAD REGULADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS  
INTENDENCIA DE ENERGÍA**



## **PROGRAMA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES EN PLANTELES DE RECOPE INFORME I SEMESTRE DEL 2015**



**Intendencia de Energía,  
Julio 2015**



## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	3
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	4
Aceite Diésel.....	4
Gasolina Regular.....	5
Gasolina Superior .....	6
AV-Gas .....	7
Jet Fuel (Jet A1) .....	8
Búnker, Gasóleo y Nafta.....	10
Asfalto .....	10
Emulsión Asfáltica .....	11
CONCLUSIONES .....	12
Anexo 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas en diésel por plantel de Recope .....	14
Anexo 2. Resultados de pruebas fisicoquímicas en gasolina regular por plantel de Recope.....	15
Anexo 3. Resultados de pruebas fisicoquímicas en gasolina superior por plantel de Recope .....	16
Anexo 4. Resultados de pruebas fisicoquímicas en Av-gas por plantel de Recope .....	17
Anexo 5. Resultados de pruebas fisicoquímicas en jet-A1 por plantel de Recope .....	18
Anexo 6. Resultados de pruebas fisicoquímicas en búnker por plantel de Recope.....	19
Anexo 7. Resultados de pruebas fisicoquímicas en asfalto por plantel de Recope .....	20
Anexo 8. Resultados de pruebas fisicoquímicas en emulsión asfáltica por plantel de Recope.....	21



## INTRODUCCIÓN

La Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), es la institución responsable de velar porque se cumplan los requisitos de calidad, cantidad, oportunidad, continuidad y confiabilidad necesarios para prestar en forma óptima, los servicios públicos sujetos a su autoridad.

En atención a esta competencia, corresponde a la Intendencia de Energía, entre otras funciones, realizar la regulación económica y de calidad relacionada con el suministro de los productos derivados de los hidrocarburos, destinados a abastecer la demanda nacional que se distribuye por medio de los planteles de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE).

Esta tarea la realiza la Intendencia de Energía como parte de su Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles en Planteles, por medio del cual se evalúan aspectos relacionados con la de calidad de los productos, mediante pruebas físico-químicas aplicadas a los combustibles. Para ello se realizan inspecciones en todos los planteles de Recope (Moín, El Alto, La Garita, Barranca, Aeropuerto Juan Santamaría, Aeropuerto Tobías Bolaños y Aeropuerto Daniel Oduber), de forma quincenal o mensual, a lo largo del año. La evaluación de la calidad de los combustibles en los planteles de RECOPE adquiere especial relevancia para el aseguramiento de la calidad, considerando que se trata del primer eslabón en la cadena de valor a nivel local.

La Intendencia de Energía cuenta con el apoyo del Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ) de la Universidad de Costa Rica, laboratorio que se encuentra debidamente acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), conforme con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, efectuándose las pruebas mencionadas según los Reglamentos Técnico RTCA 75.02.17:13, RTCA 75.01.20:04, RTCA 75.01.19:06, R-UAC 75.01.09.04, R-UAC 75.01.13.04, Decreto 15993-MEIC, RTCR 248:97 y RTCA 75.01.22:04

Los combustibles evaluados son: el aceite diésel, gasolina regular, gasolina superior, Av-gas, jet A1, búnker, GLP, asfalto y emulsión asfáltica. El procedimiento consiste en: tomar tres muestras de cada uno de los productos, una para resguardo de RECOPE, la segunda para análisis de laboratorio y la tercera como muestra testigo en caso de que se presente una no conformidad. Para garantizar la integridad de las muestras se toman y guardan en recipientes de un litro, totalmente limpios, cerrados herméticamente y sellados. Las muestras se transportan y se mantienen resguardadas, bajo condiciones controladas, siguiendo los protocolos establecidos para tales efectos. En el laboratorio del CELEQ se realizan las pruebas fisicoquímicas y, posteriormente, los resultados son entregados mediante certificado oficial a la ARESEP, en donde se realiza el procesamiento de los datos y se inicia el proceso administrativo sancionatorio en caso de que se presente alguna no conformidad.

El financiamiento del programa se realiza mediante el canon de regulación que aprueba la Contraloría General de la República, el cual es incorporado al precio que paga el usuario final de los combustibles.

Durante el primer semestre del 2015, como se detalla por medio del presente informe, todos los análisis realizados a los combustibles que expende RECOPE por medio de sus planteles resultaron conformes, lo cual implica que se cumplen los parámetros de calidad establecidos en las normas nacionales vigentes. La divulgación de los resultados obtenidos, por tratarse de información de interés público, contribuye a promover la cultura de aseguramiento de la calidad y mejoramiento continuo en la prestación de los servicios públicos que promueva la ARESEP.



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Aceite Diésel

Durante el primer semestre de 2015 se realizaron 48 muestreos al combustible diésel en todos los planteles de Recope.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos normados los cuales corresponden a: destilación al 90% (v/v), temperatura de inflamación, contenido de agua y sedimentos, contenido de azufre, índice de cetano, viscosidad cinemática, inspección visual de agua e inspección visual de sedimentos. Es importante destacar que en cada una de las muestras analizadas en el primer semestre del año, los resultados de las pruebas mencionadas cumplieron con los parámetros establecidos por la normativa vigente (Cuadro 1).

**Cuadro 1.**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en diésel por plantel de Recope, en 1er semestre 2015**

Propiedad*	Plantel de Recope				Norma Nacional
	Moín	El Alto	La Garita	Barranca	
Destilación al 90% volumen ( $\pm 3$ °C)	321	323	322	324	Máx. 360
Viscosidad Cinemática a 40 °C ( $\pm 0,01$ m <sup>2</sup> m/s)	2,30	2,28	2,90	2,69	1,9 – 4,1
Contenido de azufre ( $\pm 0,001$ % masa)	0,003	0,003	0,004	0,004	Máx. 0,005
Temperatura de inflamación ( $\pm 1$ °C)	65	65	63	62	Mín. 52
Contenido de agua y sedimento (% volumen)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	Máx. 0,05
Índice de Cetano ( $\pm 0,4$ adimensional)	48,9	48,5	48,7	48,6	Mín. 45
Presencia de agua	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
Presencia de sedimentos	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre

\* Los valores entre paréntesis corresponden al nivel de incertidumbre de la prueba y a la unidad de medición  
Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

La composición del combustible determina muchas de sus propiedades, tales como calidad de ignición, volatilidad, estabilidad a la oxidación; también se relaciona con el desempeño en el motor (potencia), rendimiento del combustible, desgaste del motor, formación de depósitos, arranque en frío, aceleración estable, combustión y emisión de gases.

Uno de los parámetros que miden la calidad del diésel es el porcentaje de azufre, y como se observa del cuadro 1, durante este año las mediciones obtenidas han sido de 30 ppm en promedio, mientras que la norma vigente establece como máximo las 50 ppm de azufre. Por su parte, este producto presenta una temperatura de destilación al 90% inferior a lo normado, lo cual implica que el diésel comercializado en el primer semestre del año resultó ser menos pesado a lo establecido en la normativa y por tanto de mejor calidad.

Con respecto a la temperatura de inflamación la norma nacional especifica un valor de 52 °C mínimo. El resultado promedio obtenido tras las mediciones en el primer semestre fue de 64 °C (ver Anexo 1), por su parte el resultado mínimo obtenido de entre todas las mediciones efectuadas fue de 59 °C. Lo anterior contrasta con la no conformidad hallada en una estación de servicio en el primer semestre de 2015, en donde el resultado de la medición de la temperatura de inflamación del diésel muestreado fue de 40 °C, por lo que este resultado es indicativo de una contaminación con productos livianos, tales como gasolina, ya sea en el transporte o en la descarga en la estación de servicio.



De los resultados presentados en el cuadro 1, se concluye que el diésel comercializado por Recope en el primer semestre del 2015, cumplió con todos los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente, lo cual asegura un buen desempeño del diésel en el motor de los usuarios y busca disminuir el impacto ambiental de sus emisiones.

En el anexo Nº 1, se presenta en detalle todos los resultados (normados o no normados) obtenidos de las pruebas físico-químicas efectuadas en el combustible diésel muestreado en los diferentes planteles de Recope.

### Gasolina Regular

Para la gasolina regular los análisis físico-químicos normados son: temperatura de destilación a diferentes niveles de recuperado (10%, 50%, 90% en volumen), temperatura de destilación en el punto final, % de volumen de residuo obtenido tras la destilación, presión de vapor Reid, color, contenido de azufre, contenido de plomo, número de octano, contenido de gomas, inspección visual de agua, e inspección visual de sedimentos (Cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Promedio de resultados de pruebas físicoquímicas en gasolina regular por plantel de Recope, en primer semestre de 2015**

Análisis*	Plantel de Recope				Norma Nacional
	Moín	El Alto	La Garita	Barranca	
Destilación al 10% volumen ( $\pm 2$ °C)	51	51	51	50	Máx. 65
Destilación al 50% volumen ( $\pm 1$ °C)	98	97	99	97	(77 a 121)
Destilación al 90% volumen ( $\pm 3$ °C)	170	170	171	170	Máx. 190
Destilación al punto final ( $\pm 4$ °C)	211	212	214	212	Máx. 225
Destilación Residuo ( $\pm 0,03$ %)	0,7	0,7	0,7	0,8	Máx. 2
Presión de vapor Reid ( $\pm 2$ kPa)	64	64	64	64	Máx. 69
Contenido de azufre ( $\pm 0,001$ % masa)	0,006	0,006	0,006	0,006	Máx. 0,10
Contenido de gomas (mg/100 mL)	1,2	2,0	1,4	1,1	Máx. 4
Contenido de plomo (mg/kg)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	Máx. 0,013
Número de octano ( $\pm 0,8$ adimensional)	92,9	92,9	92,8	93,0	Mín. 88,0
Color	Anaranjado	Anaranjado	Anaranjado	Anaranjado	Anaranjado
Presencia de agua	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
Presencia de sedimento	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre

\* Los valores entre paréntesis son el nivel de incertidumbre de la prueba y unidad de medición

Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

En los 48 muestreos de gasolina regular que se realizaron en los Planteles de Recope, todos los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos efectuados fueron conformes a lo establecido en la normativa vigente.

El rendimiento del combustible depende de la calidad del carburante utilizado. Las especificaciones de las gasolinas contemplan tanto propiedades físicas como químicas, las cuales se encuentran definidas para garantizar su manejo, distribución y su buen funcionamiento en el automóvil así como el menor impacto posible al ambiente.

Una gasolina necesita ser lo suficientemente volátil para combustionar, pero no tan volátil como para que ocasione problemas de pérdidas por evaporación, candado de vapor (vapores que dificultan el funcionamiento del motor) y emisiones evaporativas (combustible no quemado que se emiten por el escape del auto), con lo cual es importante analizar la presión de vapor producida por este combustible, el cual se mide a través de la prueba denominada Presión de Vapor Reid, el resultado promedio obtenido en el primer semestre del 2015 fue de 64 kPa, lo cual es satisfactorio en tanto que el valor máximo permitido por la normativa nacional es de 69 kPa, con lo que se evita la excesiva presencia de hidrocarburos volátiles en el ambiente.



Con respecto a otros resultados obtenidos en la gasolina regular es importante destacar los siguientes parámetros:

- Punto final de la curva de destilación: en el primer semestre del año se presentaron valores inferiores a lo establecido en la norma, este parámetro indica que el producto que se expende es de mejor calidad.
- El octanaje (número de octano): en esta especificación el resultado promedio fue de 92,9 octanos, mientras que el parámetro nacional establece un límite inferior de los 91,0 octanos.
- Plomo y azufre: la gasolina regular comercializada en el primer semestre de 2015 mostró niveles inferiores a los normados en la concentración de contaminantes tales como azufre y plomo, cuando en promedio se obtuvieron concentraciones de 0,006% en masa de azufre y < 0,001 mg/kg de plomo, mientras que la normativa establece un máximo de 0,10% en masa de azufre y 0,013 mg/kg de plomo.
- Contenido de gomas: las gomas preformadas de una gasolina indican su capacidad a formar depósitos en los sistemas de inyección o bien en el carburador, esto origina el atascamiento de las válvulas por la acumulación de los depósitos producidos. El contenido de gomas promedio obtenido (1,4 mg/100 mL) fue un 65% menor a lo normado (4 mg/100 mL), lo cual demuestra la buena calidad del producto.

En el anexo N° 2, se presenta a detalle todos los resultados (normados o no normados) obtenidos de las pruebas fisicoquímicas efectuadas en el combustible gasolina regular, los resultados se clasifican según el plantel de Recope de procedencia de la muestra.

### Gasolina Superior

En las muestras de gasolina superior se efectúan los análisis normados de: destilación en varios puntos de curva, % de volumen de residuo obtenido tras la destilación, presión de vapor Reid, color, contenido de azufre, contenido de plomo, número de octano, contenido de gomas, inspección visual de agua, e inspección visual de sedimentos. A continuación (Cuadro 3) se muestran los resultados promedios obtenidos tras las inspecciones realizadas:

**Cuadro 3**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en gasolina súper por plantel de Recope, en el primer semestre 2015**

Especificación*	Plantel de Recope				Norma Nacional
	Moín	El Alto	La Garita	Barranca	
Destilación al 10% volumen ( $\pm 2$ °C)	54	53	54	53	Máx. 65
Destilación al 50% volumen ( $\pm 1$ °C)	107	106	107	106	(77 a 121)
Destilación al 90% volumen ( $\pm 3$ °C)	169	171	171	171	Máx. 190
Destilación al punto final ( $\pm 4$ °C)	207	208	208	208	Máx. 225
Destilación Residuo ( $\pm 0,03$ % volumen)	0,7	0,8	0,7	0,8	Máx. 2
Presión de vapor Reid ( $\pm 2$ kPa)	65	64	64	64	Máx. 69
Contenido de azufre ( $\pm 0,001$ % masa)	0,005	0,005	0,005	0,005	Máx. 0,10
Contenido de gomas (mg/100 mL)	1,5	1,7	1,9	1,9	Máx. 4
Contenido de plomo (mg/kg)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	Máx. 0,013
Número de octano ( $\pm 0,8$ adimensional)	96,5	96,5	96,5	96,3	95
Color	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Presencia de agua	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
Presencia de sedimento	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre

\* Los valores entre paréntesis son el nivel de incertidumbre de la prueba y unidad de medición

Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

En los 48 muestreos de gasolina superior realizados en los planteles de Recope, todos los resultados obtenidos en los análisis efectuados a la gasolina superior fueron conformes con lo establecido en la normativa vigente.



Es importante destacar que durante el primer semestre, la gasolina superior despachado por los planteles de Recope, obtuvo un octanaje (número de octano) promedio de 96,4 octanos, mientras que la normativa nacional establece que no debe ser inferior a los 95 octanos. Lo anterior aseguró al usuario de este producto a satisfacer el requerimiento técnico del fabricante, ya que la diferencia entre los combustibles denominados gasolina regular y gasolina superior, radica propiamente en la especificación denominada número de octanaje. Por lo que los automotores que requieren gasolina de 95 octanos, estos resultados le aseguran una rápida y silenciosa combustión en el cilindro, evitándose la reducción drástica en la potencia de sus motores.

En el primer semestre del 2015 se halló una estación de servicio con una no conformidad en el número de octano de la gasolina superior que se encontraba expendiendo, la cual resultó ser de 91,9 octanos, contrastando con los resultados obtenidos tras los análisis de producto proveniente de los planteles de Recope. Lo que en este caso se evidenció la venta de gasolina regular como superior, máxime que el color determinado en ese combustible fue anaranjado (propio de la gasolina regular), en vez del color rojo propio de la gasolina superior expendida por Recope.

Además, el punto final de la curva de destilación de la gasolina superior fue de 208 °C, mientras que la norma establece 225 °C, lo cual indica una gasolina de mejor calidad.

Por otra parte, la gasolina superior comercializada por Recope en el 1er semestre de 2015 mostró niveles inferiores a los normados en la concentración de contaminantes tales como azufre y plomo, cuando en promedio se obtuvieron concentraciones de 0,005% en masa de azufre y 0,001 mg/kg de plomo, mientras que la normativa establece un máximo de 0,10% en masa de azufre y 0,013 mg/kg de plomo. A su vez, el contenido de gomas promedio en este producto fue de 1,7 mg/100 mL mientras que lo normado como máximo es de 4 mg/100 mL, lo que resulta ser un 57,5% menor, demostrándose la buena calidad del producto comercializado en el periodo en análisis.

En el anexo N° 3, se presenta a detalle todos los resultados (normados o no normados) obtenidos de las pruebas fisicoquímicas efectuadas a la gasolina superior, los resultados se clasifican según el plantel de Recope de procedencia de la muestra.

## **AV-Gas**

Con respecto al producto de aviación denominado AV-Gas, se efectuaron 18 muestreos a los planteles de venta del producto (Aeropuerto Tobías Bolaños, Aeropuerto Juan Santamaría y Aeropuerto Daniel Oduber). En cada una de las muestras analizadas en el presente año, los resultados de las pruebas cumplieron con los parámetros establecidos por la normativa vigente. En el cuadro 4 se presentan los resultados promedio obtenidos en el primer semestre de 2015:



**Cuadro 4**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en Av-gas por plantel de venta,**  
**en el primer semestre 2015**

Análisis*	Plantel de Ventas			Norma Nacional
	Juan Santamaría	Tobías Bolaños	Daniel Oduber	
Temperatura de destilación al 10% ( $\pm 2$ °C)	71	71	74	Máx. 75
Temperatura de destilación al 40% ( $\pm 2$ °C)	98	99	99	Mín. 75
Temperatura de destilación al 50% ( $\pm 1$ °C)	101	102	102	Máx. 105
Temperatura de destilación al 90% ( $\pm 3$ °C)	111	111	112	Máx. 135
Temperatura de destilación en el punto final ( $\pm 4$ °C)	151	150	147	Máx. 170
(10+50)% de volumen evaporado ( $\pm 2$ °C)	172	173	175	Máx. 135
Residuo ( $\pm 0,03$ % volumen)	0,9	0,8	0,9	Máx. 1,5
Recuperado ( $\pm 0,3$ % volumen)	98,4	98,2	98,4	Mín. 97
Pérdidas ( $\pm 0,03$ % volumen)	0,9	1,0	0,8	Máx. 1,5
Contenido de Gomas (mg/100mL)	1	1,7	1,3	Máx. 6
Contenido de Plomo (g/L)	0,47	0,48	0,48	Máx. 0,56
Presión de vapor Reid ( $\pm 2$ kPa)	42	41	41	38,0 a 49,0
Contenido de Azufre ( $\pm 0,001$ % masa)	0,024	0,023	0,023	Máx. 0,05
Contenido de agua	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Contenido de sedimentos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

\* Los valores entre paréntesis son el nivel de incertidumbre de la prueba y unidad de medición

Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

Con respecto a este producto es importante destacar los resultados obtenidos de los siguientes parámetros:

- Con respecto a la presión de vapor el resultado promedio obtenido en el primer semestre fue de 41 kPa, lo cual resulta un valor seguro en la utilización de este combustible de aviación, en tanto que la presión de vapor en la gasolina de aviación es una medida de la tendencia de los componentes más volátiles a evaporizarse, los valores inferiores a 49 kPa evitan la formación de bolsas de vapor en el sistema que transporta el combustible que impide su flujo normal.
- Contenido de gomas, el resultado promedio obtenido en este parámetro fue de 1 mg/100mL, cuando lo máximo permitido por la norma es de 6 mg/100mL. Este parámetro es una medida de la estabilidad del combustible en almacenamiento, con los resultados obtenidos se descartan la formación de depósitos en el sistema de combustión.
- El punto final de la destilación promedio fue de 149°C, cuando la norma establece un valor máximo permitido de 170 °C, con lo que los resultados obtenidos ajustan correctamente a lo especificado. Con estos resultados se asegura que en este combustible no exista presencia de compuestos indeseables de alto peso molecular que podrían causar dilución del aceite de los motores de aviación.

### Jet Fuel (Jet A1)

El producto Jet A1 fue muestreado en 24 inspecciones realizadas a los respectivos planteles de Recope (Plantel La Garita, Aeropuerto Tobías Bolaños, Aeropuerto Juan Santamaría y Aeropuerto Daniel Oduber). A continuación (Cuadro 5) se muestran los resultados promedios obtenidos tras las inspecciones realizadas:



**Cuadro 5**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en Jet Fuel por plantel de venta,**  
**en el primer semestre 2015**

Análisis*	Plantel de Ventas				Norma Nacional
	La Garita	Juan Santamaría	Tobías Bolaños	Daniel Oduber	
Temperatura de destilación al 10% ( $\pm 2$ °C)	178	179	180	178	Máx. 205
Temperatura de destilación al 50% ( $\pm 1$ °C)	203	203	203	202	Reportar
Temperatura de destilación al 90% ( $\pm 3$ °C)	238	237	235	237	Reportar
Temperatura de destilación en el punto final ( $\pm 4$ °C)	259	260	258	259	Máx. 300
Residuo ( $\pm 0,03$ % volumen)	0,9	0,9	1,0	1,0	Máx. 1,5
Contenido de Azufre ( $\pm 0,001$ % masa)	0,091	0,091	0,089	0,090	Máx. 0,30
Temperatura de inflamación ( $\pm 1$ °C)	55	55	54	55	Mín. 38
Punto de congelamiento ( $\pm 1$ °C)	-56	-55	-58	-56	Máx. -47
Contenido de Gomas (mg/100mL)	1,5	2,5	1,3	3,0	Máx. 7
Punto de humo ( $\pm 0,3$ mm)	21,6	22,6	22,7	20,9	Mín. 18
Contenido de naftaleno ( $\pm 0,1$ % volumen)	1,1	1,1	1,0	1,1	Máx. 3,0
Densidad ( $\pm 0,5$ kg/m <sup>3</sup> )	797,1	797,1	797,4	796,1	775 a 840
Contenido de agua	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Contenido de sedimentos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

\* Los valores entre paréntesis son el nivel de incertidumbre de la prueba y unidad de medición

Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

De igual manera que para el AV-Gas, los resultados obtenidos en los análisis efectuados al Jet A1 fueron conformes a las especificaciones establecidas en la normativa nacional, de lo cual se destaca los siguientes resultados obtenidos:

**Punto de congelamiento:** el valor promedio obtenido fue de  $-56$  °C, mientras que la norma establece como máximo permisible el valor de  $-47$  °C, lo que ofrece seguridad al utilizarse este producto, en tanto que el punto de congelación está asociado con la característica de comportamiento del JET-A1 por formar cristales de hidrocarburos, a bajas temperaturas principalmente las ceras, que podrían provocar la obstrucción de tuberías y filtros.

**Contenido de gomas:** el valor máximo permitido para esta especificación es de 7 mg/100mL, el resultado promedio obtenido en el primer semestre fue de 1,9 mg/100mL, con los resultados obtenidos se evita la presencia de residuos no volátiles dejados después de que se evapora el combustible.

**Curva de destilación:** La temperatura de 10% está especificado en la norma para asegurar un balance adecuado de compuestos livianos y pesados, el valor máximo permitido es de 205 °C y el resultado promedio obtenido fue de 179 °C. El punto final de 300 °C máximo excluye la presencia de compuestos pesados que producen una pobre vaporización, para esta especificación el resultado promedio obtenido fue de 259 °C.



## Búnker

El Programa de Evaluación de la Calidad de Hidrocarburos en el año 2015 efectuó muestreos mensuales a este producto, todos los resultados obtenidos fueron conformes a lo establecido en la reglamentación nacional. A continuación (Cuadro 6), se presentan los resultados promedio obtenidos en cada análisis de este producto:

**Cuadro 6**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en Búnker en el plantel de venta de Moín, en el primer semestre 2015**

Especificación*	Resultados promedios obtenidos	Norma Nacional
Temperatura de inflamación ( $\pm 5$ °C)	97	Mín. 72,0
Contenido de Azufre ( $\pm 0,1$ % masa)	2,4	---
Contenido de agua y sedimentos (% volumen)	< 0,05	Máx. 2,0
Densidad ( $\pm 0,5$ kg/m <sup>3</sup> )	992	---
Poder calórico ( $\pm 0,2$ MJ/kg)	42,3	---

\* Los valores entre paréntesis son el nivel de incertidumbre de la prueba y unidad de medición

Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015

Con respecto a las especificaciones de este producto se destaca la temperatura de inflamación, su importancia se fundamenta en la seguridad del almacenamiento y manejo; la norma nacional establece un valor de 72 °C mínimo, con el resultado promedio obtenido en el primer semestre de 97 °C se ofrece un margen adecuado para efectos de precalentamiento. El contenido de agua y sedimentos es otra especificación importante debido a que un alto contenido de estos contaminantes disminuye el poder calórico del combustible, favorecen el punto de rocío ácido y la corrosión, la norma nacional permite un máximo de 2,0% en volumen, mientras que los valores obtenidos en las mediciones siempre fueron menores al 0,05% en volumen.

## Asfalto

Para el caso del Asfalto AC-30, este producto fue muestreado cada tres semanas en Recope (Plantel de Moín o Plantel de El Alto, dependiendo del sitio en que estuviera a la venta este producto). De las 8 inspecciones realizadas en el semestre, los resultados obtenidos fueron conformes con lo establecido en la normativa vigente (Cuadro 7):



**Cuadro 7**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en ligante asfáltico,**  
**en el primer semestre 2015**

<b>Análisis</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Especificación AC 30</b>
Densidad a 25 °C	1,026	g/cm <sup>4</sup>	-
Punto de inflamación para asfaltos	322	°C	Mín. 232
Viscosidad dinámica de asfaltos 125 °C	787	cSt	-
Viscosidad dinámica de asfaltos 135 °C	467	cSt	Mín. 350
Viscosidad dinámica de asfaltos 145 °C	284	cSt	-
Penetración a 25°C	59	1/10mm	Mín. 50
Solubilidad en tricloroetileno	99,97	%	Mín. 99,0
Pérdida por calentamiento TFOT	0,146	%	Máx. 0,5
Pérdida por calentamiento RTFOT	0,32	%	Máx. 1,0
Viscosidad absoluta a 60 °C	3080	Poise	2400-3600
Viscosidad absoluta a 60 °C postpérdida	8632	Poise	Máx. 15000
Ductilidad a 25 °C C postpérdida	78	cm	Mín. 40
Índice de susceptibilidad térmica (VTS)	3,78	-	3,3 - 3,9
Razón de viscosidades	3,08	-	Máx. 3

*Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015*

De los resultados obtenidos en este producto se destacan las siguientes especificaciones:

**Temperatura de inflamación:** este parámetro es de gran importancia debido al tema de seguridad en el almacenamiento, manejo y aplicación del asfalto, por lo que se requiere conocer esta especificación para realizar estos procesos sin riesgos de un incendio, la norma nacional establece un valor mínimo de 232 °C, lo cual es superado por los valores obtenidos en el primer semestre del 2015, periodo en que el resultado promedio resultante fue de 322 °C.

**Penetración a la temperatura de 25 °C:** con esta especificación se mide de manera indirecta la consistencia del producto, la normativa nacional establece un valor mínimo permitido de 50 1/10mm, el valor promedio obtenido fue de 59 1/10mm.

**Solubilidad en tricloroetileno:** esta propiedad física es un indicador indirecto de la pureza del asfalto y su posible contaminación con minerales u otros compuestos, la norma nacional establece un valor mínimo de 99,0%, lo cual se cumplió en el primer semestre del 2015, el resultado promedio resultante fue de 99,97%.

### **Emulsión Asfáltica**

La emulsión asfáltica fue muestreada de manera quincenal en el Plantel de Recope en El Alto de Ochomogo (único plantel de Recope que vende este producto).

En las 12 inspecciones realizadas los resultados obtenidos fueron conformes. A continuación (Cuadro 8) se muestran los resultados promedio obtenidos para cada uno de los análisis efectuados a las muestras de producto:



**Cuadro 8**  
**Promedio de resultados de pruebas fisicoquímicas en emulsión asfáltica del plantel de venta de El Alto, en el primer semestre 2015**

Especificación	Promedio	Unidad	Normativa Nacional
Viscosidad Saybol Furol a 50 °C	50,588	sF	20 - 100
Estabilidad al almacenamiento	0,231	%	Máx. 1,0
Demulsibilidad a 25 °C	62,875	%	Mín. 40
Prueba de malla No20	0,016	%	Máx. 0,1
Asfalto residual	61,375	%	Mín. 60
Penetración a 25 °C (asfalto residual)	120,875	1/10mm	100 - 250
Ductilidad a 25 °C (asfalto residual)	89,875	cm	Mín. 40
Solubilidad tricloroetileno-asfalto residual	99,866	%	Mín. 97,5

*Fuente: Programa de Evaluación de la Calidad de los Combustibles, Intendencia de Energía. ARESEP, 2015*

Las emulsiones asfálticas producidas por Recope se clasifican como CRS-1h, siglas que indican que la emulsión es catiónica, de rompimiento lento, de baja viscosidad y utilizando asfalto de penetración menor de 100 1/10mm. Con los resultados obtenidos en el primer semestre de 2015 se garantiza que este tipo de emulsión permite la aplicación del asfalto en frío.



## CONCLUSIONES

En el primer semestre del año 2015 los análisis realizados a los combustibles expendidos en los planteles de Recope, cumplieron con todos los parámetros de calidad establecidos en la reglamentación nacional.

Los resultados no conformes obtenidos en el primer semestre de 2015 en estaciones de servicio en la calidad de los productos (presencia de sedimentos, temperatura de inflamación del diésel, número de octano y color de la gasolina superior), no son consistentes con los resultados obtenidos en los productos analizados de los planteles de venta de Recope, ya que los parámetros analizados resultaron dentro de la norma nacional.

Las gasolinas regular y superior, el diésel, el Jet A1 y el Av-Gas que se expende en el país, en varios parámetros presentan valores que permiten determinar que se cuenta con productos de mejor calidad que los establecidos en la reglamentación vigente.



## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas en diésel por plantel de Recope, 1er semestre 2015

Plantel	Fecha de Inspección	Temperatura de destilación en el punto inicial (±3 °C)	Temperatura de destilación al 10% en volumen (±2 °C)	Temperatura de destilación al 50% en volumen (±1 °C)	Destilación al 90% volumen (±3 °C)	Temperatura de destilación en el punto final (±4 °C)	Residuo de destilación (±0,03% volumen)	Contenido de azufre (±0,001 % masa)	Temperatura de inflamación (±1 °C)	Contenido de agua y sedimento (% volum)	Densidad (± 0,5 kg/m³)	Aromáticos Totales (± 0,2 % masa)	Índice de Cetano (±0,4 adimensional)	Inspección visual de agua	Inspección visual de sedimentos	
Moín	24-06-15	166	196	260	328	354	1,7	0,002	62	< 0,05	840,8	19,9	48,7	Ausente	Ausente	
	11-06-15	173	199	252	315	348	1,7	0,003	64	< 0,05	832,4	21,3	49,6	Ausente	Ausente	
	20-05-15	169	201	255	327	356	1,5	0,005	64	< 0,05	834,5	19,3	49,6	Ausente	Ausente	
	14-05-15	169	202	256	325	352	1,1	0,004	64	< 0,05	835,5	18,6	49,5	Ausente	Ausente	
	27-04-15	170	202	252	318	344	1,2	0,003	64	< 0,05	832,9	21,2	49,5	Ausente	Ausente	
	09-04-15	167	202	250	313	339	1,4	0,004	64	< 0,05	832,8	22,1	49	Ausente	Ausente	
	26-03-15	171	199	247	313	341	1,3	0,003	66	< 0,05	831	20,4	48,8	Ausente	Ausente	
	11-03-15	172	203	258	322	347	1,2	0,004	66	< 0,05	840,4	19,5	48,4	Ausente	Ausente	
	25-02-15	167	197	247	315	340	1,1	0,003	64	< 0,05	837,7	20,3	46,5	Ausente	Ausente	
	11-02-15	163	200	261	326	345	1,3	0,002	64	< 0,05	839,8	19,6	49,3	Ausente	Ausente	
	28-01-15	179	215	269	324	345	1,6	0,003	70	< 0,05	848,2	19,1	48,2	Ausente	Ausente	
	14-01-15	165	201	268	329	349	1	0,002	63	< 0,05	842,2	19,5	50	Ausente	Ausente	
	El Aito	22-06-15	173	202	264	324	352	1,7	0,004	66	< 0,05	847,4	21,5	47,4	Ausente	Ausente
		08-06-15	172	199	257	327	356	1,7	0,005	63	< 0,05	834,1	21,7	50,3	Ausente	Ausente
25-05-15		174	202	252	316	345	1,3	0,004	63	< 0,05	832,6	20,8	49,6	Ausente	Ausente	
12-05-15		165	206	265	326	350	1,1	0,004	64	< 0,05	845,7	18,9	48,2	Ausente	Ausente	
28-04-15		169	202	251	315	345	1	0,003	66	< 0,05	832,1	21,6	49,5	Ausente	Ausente	
07-04-15		168	200	247	312	338	1,2	0,004	62	< 0,05	832,1	21,5	48,4	Ausente	Ausente	
24-03-15		175	212	267	326	351	1,3	0,003	64	< 0,05	846,8	19,7	48,3	Ausente	Ausente	
09-03-15		183	220	270	324	346	1	0,003	73	< 0,05	851,9	19,6	47,3	Ausente	Ausente	
23-02-15		169	203	265	327	352	1,7	0,002	64	< 0,05	847,5	19,2	47,6	Ausente	Ausente	
09-02-15		177	214	270	324	344	1,2	0,002	68	< 0,05	849,2	19,4	48,1	Ausente	Ausente	
26-01-15		174	211	264	325	348	1,3	0,004	66	< 0,05	846,4	19,3	47,7	Ausente	Ausente	
12-01-15		167	202	266	327	352	1,2	0,002	61	< 0,05	843,9	19,9	49,1	Ausente	Ausente	
La Garita		22-06-15	168	197	250	316	348	1,7	0,004	64	< 0,05	831,5	20,8	49,4	Ausente	Ausente
		08-06-15	172	199	252	318	351	1,7	0,005	60	< 0,05	833,5	21,5	49,2	Ausente	Ausente
	25-05-15	169	201	256	328	356	1,2	0,004	59	< 0,05	834,8	19,2	49,8	Ausente	Ausente	
	12-05-15	167	200	257	327	356	1,1	0,004	59	< 0,05	836,8	17	49,3	Ausente	Ausente	
	28-04-15	168	213	273	331	351	1,1	0,003	64	< 0,05	851,3	20	48,1	Ausente	Ausente	
	07-04-15	169	202	250	314	342	1,2	0,004	62	< 0,05	831,4	21,5	49,5	Ausente	Ausente	
	24-03-15	174	200	247	312	339	1,4	0,003	64	< 0,05	832,1	20,9	48,4	Ausente	Ausente	
	09-03-15	174	202	252	315	342	1,3	0,004	66	< 0,05	834,9	21,1	48,8	Ausente	Ausente	
	23-02-15	175	208	268	326	352	1,7	0,002	68	< 0,05	849,3	20,1	47,7	Ausente	Ausente	
	09-02-15	178	215	266	325	346	1,4	0,005	64	< 0,05	847,5	20,1	47,8	Ausente	Ausente	
	26-01-15	176	212	264	325	351	1,3	0,004	64	< 0,05	846,1	19,2	47,8	Ausente	Ausente	
	12-01-15	162	198	263	327	351	1,3	0,002	59	< 0,05	842,4	20	48,9	Ausente	Ausente	
	Barranca	22-06-15	170	199	257	320	350	1,7	0,004	63	< 0,05	839,9	22,2	48,3	Ausente	Ausente
		08-06-15	170	202	262	323	353	1,7	0,005	63	< 0,05	845,6	21,7	47,5	Ausente	Ausente
25-05-15		167	204	260	326	352	1,4	0,004	61	< 0,05	840	19,9	49	Ausente	Ausente	
12-05-15		166	207	264	325	353	1,2	0,004	62	< 0,05	845,3	19,8	48,1	Ausente	Ausente	
28-04-15		166	209	267	328	352	1	0,004	60	< 0,05	845,9	21,6	48,6	Ausente	Ausente	
06-04-15		168	200	250	314	342	1,3	0,004	63	< 0,05	832,3	20,5	49,1	Ausente	Ausente	
24-03-15		171	203	256	321	346	1,2	0,003	64	< 0,05	839,2	20,6	48,3	Ausente	Ausente	
10-03-15		168	204	263	326	351	1,6	0,004	64	< 0,05	842,4	18,8	48,8	Ausente	Ausente	
23-02-15		167	200	263	325	350	1,7	0,003	61	< 0,05	842,6	19,6	48,8	Ausente	Ausente	
10-02-15		173	207	267	326	349	1,7	0,004	66	< 0,05	845,9	18,4	48,6	Ausente	Ausente	
26-01-15		164	204	265	325	344	1,4	0,002	61	< 0,05	843,9	19,5	48,8	Ausente	Ausente	
13-01-15		162	198	263	326	350	1,3	0,002	59	< 0,05	842,7	20,1	48,7	Ausente	Ausente	
<b>Promedio:</b>			<b>204</b>	<b>259</b>	<b>322</b>	<b>348</b>	<b>1</b>	<b>2,5</b>	<b>0,003</b>	<b>64</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>840,3</b>	<b>20,2</b>	<b>48,3</b>	<b>Ausente</b>	<b>Ausente</b>



**Anexo 2. Resultados de pruebas fisicoquímicas en gasolina regular por plantel de Recope, 1er semestre 2015**

Plantel	Fecha de muestreo	Temperatura de destilación en el punto inicial (±3 °C)	Temperatura de destilación al 10% en volumen (±2 °C)	Temperatura de destilación al 50% en volumen (±1 °C)	Temperatura de destilación al 90% en volumen (±3 °C)	Temperatura de destilación en el punto final (±4 °C)	Residuo de destilación (±0,03% volumen)	Presión de vapor Reid (±2 kPa)	Contenido de azufre (±0,001% masa)	Contenido de gomas (mg/100ml)	Contenido de plomo (mg/kg)	Número de octano (±0,8 adimensional)	Color	Densidad (± 0,5 kg/m <sup>3</sup> )	Contenido de oxigenados (0,3 % masa)	Aromáticos totales (± 1% volumen)	Presencia de agua	Presencia de sedimentos	
Molín	14-05-15	34	50	101	170	213	0,6	66	0,006	0,5	< 0,001	92,6	Anaranjado	739,7	< 0,3	28	Ausente	Ausente	
	20-05-15	32	50	101	170	212	0,8	64	0,006	1	< 0,001	93	Anaranjado	740,1	< 0,3	28	Ausente	Ausente	
	14-01-15	34	51	96	170	211	0,8	64	0,004	0,5	< 0,001	92,4	Anaranjado	735,6	< 0,3	30	Ausente	Ausente	
	26-03-15	33	52	98	170	210	0,6	63	0,006	1,5	< 0,001	92,8	Anaranjado	731,4	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
	09-04-15	33	52	98	169	210	0,6	64	0,007	0,5	< 0,001	93,3	Anaranjado	730,8	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
	27-04-15	33	51	102	172	212	0,6	65	0,006	1	< 0,001	92,9	Anaranjado	739,3	< 0,3	28	Ausente	Ausente	
	28-01-15	30	50	93	170	209	0,6	65	0,005	2	< 0,001	92,8	Anaranjado	735,5	< 0,3	27	Ausente	Ausente	
	11-02-15	33	51	96	170	208	0,6	64	0,005	1	< 0,001	93	Anaranjado	731,3	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
	25-02-15	35	52	97	168	209	0,6	63	0,006	0,5	< 0,001	93,3	Anaranjado	729,7	< 0,3	24	Ausente	Ausente	
	11-03-15	33	51	97	170	212	0,8	64	0,006	2	< 0,001	93,2	Anaranjado	733,2	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
	11-06-15	34	52	97	168	214	0,8	64	0,006	2	< 0,001	92,9	Anaranjado	740,2	0,4	28	Ausente	Ausente	
	24-06-15	33	50	99	170	212	0,9	66	0,005	2	< 0,001	92,3	Anaranjado	742,4	< 0,3	33	Ausente	Ausente	
	El Alto	25-05-15	32	51	102	170	212	0,7	65	0,007	0,5	< 0,001	92,7	Anaranjado	739,9	< 0,3	29	Ausente	Ausente
		12-01-15	35	52	98	171	214	0,9	63	0,005	2	< 0,001	92,6	Anaranjado	734,6	< 0,3	28	Ausente	Ausente
24-03-15		31	51	96	168	211	0,6	65	0,006	2	< 0,001	93,1	Anaranjado	730,7	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
07-04-15		32	51	97	168	211	0,7	63	0,004	2,5	0,001	93,2	Anaranjado	730,6	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
26-01-15		30	51	94	168	213	0,6	65	0,004	2	< 0,001	92,9	Anaranjado	730,2	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
09-02-15		34	50	93	170	212	0,5	64	0,006	3,5	0,001	92,5	Anaranjado	733,1	< 0,3	27	Ausente	Ausente	
23-02-15		34	49	92	168	208	1,2	63	0,006	3	< 0,001	93	Anaranjado	731,3	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
09-03-15		31	51	95	168	213	0,6	66	0,006	2	< 0,001	93,1	Anaranjado	731,4	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
28-04-15		34	49	94	170	207	1,2	62	0,007	0,5	< 0,001	93,7	Anaranjado	737	0,3	27	Ausente	Ausente	
12-05-15		34	51	101	171	214	0,7	64	0,006	1,5	< 0,001	93	Anaranjado	739,4	< 0,3	29	Ausente	Ausente	
08-06-15		34	50	99	171	218	0,7	63	0,007	4	< 0,001	92,7	Anaranjado	740,6	0,3	28	Ausente	Ausente	
22-06-15		33	51	102	173	216	0,5	65	0,007	0,5	< 0,001	92,5	Anaranjado	741,8	< 0,3	30	Ausente	Ausente	
La Garita		25-05-15	33	51	101	171	211	0,9	62	0,006	0,5	< 0,001	92,9	Anaranjado	738,3	< 0,3	28	Ausente	Ausente
		08-06-15	35	52	98	170	216	0,7	64	0,007	2,5	< 0,001	92,7	Anaranjado	740,8	0,3	28	Ausente	Ausente
	12-01-15	34	53	95	171	213	0,7	64	0,005	1,5	< 0,001	92,7	Anaranjado	733,8	< 0,3	28	Ausente	Ausente	
	24-03-15	33	52	98	170	212	0,8	66	0,006	1,5	< 0,001	93,5	Anaranjado	722,5	< 0,3	23	Ausente	Ausente	
	07-04-15	31	51	99	169	212	0,5	63	0,006	0,5	0,001	93,2	Anaranjado	733,5	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
	28-04-15	36	52	106	174	218	0,6	64	0,007	1	< 0,001	91,9	Anaranjado	740,9	< 0,3	30	Ausente	Ausente	
	26-01-15	31	50	93	170	213	0,6	65	0,004	1	< 0,001	92,6	Anaranjado	732,4	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
	09-02-15	32	51	96	170	212	0,4	64	0,005	1,5	0,001	93,1	Anaranjado	730,8	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
	23-02-15	34	52	100	174	211	0,5	63	0,003	1	< 0,001	92,3	Anaranjado	729,7	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
	09-03-15	30	51	97	167	214	0,5	64	0,006	2	< 0,001	93,4	Anaranjado	727,2	< 0,3	22	Ausente	Ausente	
	12-05-15	32	50	104	171	216	0,6	63	0,006	< 0,5	< 0,001	92,6	Anaranjado	740,6	< 0,3	29	Ausente	Ausente	
	22-06-15	33	48	95	171	214	1,2	64	0,007	2	< 0,001	92,8	Anaranjado	742	0,3	29	Ausente	Ausente	
	Barranca	25-05-15	32	50	102	170	216	0,7	62	0,007	< 0,5	< 0,001	92,8	Anaranjado	740,2	< 0,3	28	Ausente	Ausente
		08-06-15	34	51	101	171	214	0,7	62	0,007	1,5	< 0,001	92,9	Anaranjado	738,9	< 0,3	28	Ausente	Ausente
13-01-15		31	49	94	171	214	0,8	68	0,005	0,5	< 0,001	93	Anaranjado	736,3	0,3	29	Ausente	Ausente	
24-03-15		33	52	97	168	214	0,6	64	0,006	1	< 0,001	93,3	Anaranjado	722,7	< 0,3	23	Ausente	Ausente	
06-04-15		31	51	98	169	214	0,8	63	0,007	2	0,001	93,3	Anaranjado	731,3	< 0,3	23	Ausente	Ausente	
26-01-15		31	47	94	170	213	0,8	69	0,004	0,5	< 0,001	93	Anaranjado	737,7	< 0,3	29	Ausente	Ausente	
10-02-15		34	48	88	168	201	1,2	65	0,005	1	< 0,001	92,8	Anaranjado	731,5	< 0,3	26	Ausente	Ausente	
23-02-15		35	53	98	170	208	0,5	63	0,004	1	< 0,001	92,7	Anaranjado	729,3	< 0,3	25	Ausente	Ausente	
10-03-15		31	51	97	168	213	0,8	64	0,006	< 0,5	< 0,001	93,4	Anaranjado	728,7	< 0,3	22	Ausente	Ausente	
28-04-15		34	49	96	171	207	1,2	64	0,007	1	< 0,001	93	Anaranjado	739	< 0,3	29	Ausente	Ausente	
12-05-15		31	51	100	171	215	0,7	63	0,008	1	< 0,001	93	Anaranjado	737	< 0,3	27	Ausente	Ausente	
22-06-15		34	52	99	170	218	0,5	64	0,008	< 0,5	< 0,001	92,9	Anaranjado	740,4	< 0,3	28	Ausente	Ausente	
<b>Promedio:</b>			<b>33</b>	<b>51</b>	<b>98</b>	<b>170</b>	<b>212</b>	<b>0,7</b>	<b>64</b>	<b>0,006</b>	<b>1,4</b>	<b>0,001</b>	<b>92,9</b>	<b>Anaranjado</b>	<b>734,9</b>	<b>0,3</b>	<b>27</b>	<b>Ausente</b>	<b>Ausente</b>



**Anexo 3. Resultados de pruebas fisicoquímicas en gasolina superior por plantel de Recope, 1er semestre 2015**

Plantel	Fecha de muestreo	Temperatura de destilación en el punto inicial (±3 °C)	Temperatura de destilación al 10% en volumen (±2 °C)	Temperatura de destilación al 50% en volumen (±1 °C)	Temperatura de destilación al 90% en volumen (±3 °C)	Temperatura de destilación en el punto final (±4 °C)	Residuo de destilación (±0,03% volumen)	Presión de vapor Reid (±2 kPa)	Contenido de azufre (±0,001% masa)	Contenido de gomas (mg/100mL)	Contenido de plomo (mg/kg)	Número de octano (±0,8 adimensional)	Color	Densidad (± 0,5 kg/m³)	Contenido de oxigenados (0,3 % masa)	Aromáticos totales (± 1% volumen)	Presencia de agua	Presencia de sedimentos
Moín	14/01/2015	35	55	105	168	206	0,6	64	0,004	0,5	< 0,001	95,7	Rojo	745,1	< 0,3	36	Ausente	Ausente
	28/01/2015	31	53	106	172	204	0,7	65	0,004	2	< 0,001	96	Rojo	746,1	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	11/02/2015	35	54	107	173	208	0,5	64	0,005	1,5	< 0,001	95,9	Rojo	743,8	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	26/03/2015	36	55	100	156	197	0,6	64	0,004	2,5	< 0,001	97,7	Rojo	715,4	0,5	17	Ausente	Ausente
	09/04/2015	34	54	105	167	209	0,6	64	0,006	1	< 0,001	97,3	Rojo	735,9	0,4	28	Ausente	Ausente
	27/04/2015	34	55	109	174	206	0,5	65	0,005	1,5	< 0,001	96,4	Rojo	744,4	< 0,3	31	Ausente	Ausente
	25/02/2015	36	54	106	171	207	0,5	62	0,005	1	< 0,001	95,8	Rojo	744,2	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	11/03/2015	35	55	99	155	200	0,9	66	0,005	2	< 0,001	97,8	Rojo	717,5	0,5	17	Ausente	Ausente
	14/05/2015	34	54	109	172	208	0,9	64	0,006	0,5	< 0,001	96,5	Rojo	745,2	< 0,3	31	Ausente	Ausente
	20/05/2015	34	54	109	172	209	0,8	68	0,006	1	< 0,001	96,8	Rojo	747,3	0,3	31	Ausente	Ausente
	11/06/2015	34	55	114	173	216	0,8	62	0,006	2,5	< 0,001	96,3	Rojo	754,1	< 0,3	36	Ausente	Ausente
	24/06/2015	34	52	112	172	208	0,9	68	0,005	1,5	< 0,001	95,6	Rojo	754,5	< 0,3	40	Ausente	Ausente
El Alto	12/01/2015	35	53	106	170	205	0,9	63	0,004	1	< 0,001	95,7	Rojo	745,4	< 0,3	36	Ausente	Ausente
	26/01/2015	34	54	104	170	207	0,7	65	0,004	0,5	< 0,001	95,9	Rojo	745,3	< 0,3	34	Ausente	Ausente
	09/02/2015	35	53	106	174	206	0,5	65	0,005	1	0,001	95,9	Rojo	744,3	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	24/03/2015	33	54	108	170	212	0,6	66	0,005	3	< 0,001	96,7	Rojo	743,5	0,4	33	Ausente	Ausente
	07/04/2015	34	55	107	169	204	0,5	63	0,005	2,5	0,001	96,8	Rojo	742,4	0,3	31	Ausente	Ausente
	23/02/2015	31	50	103	170	206	1,2	64	0,004	1	< 0,001	96,1	Rojo	742	< 0,3	32	Ausente	Ausente
	09/03/2015	34	54	102	167	204	0,8	65	0,006	2	< 0,001	96,5	Rojo	741,1	0,3	30	Ausente	Ausente
	28/04/2015	33	50	103	170	204	1,2	60	0,006	0,5	< 0,001	97,4	Rojo	740,7	0,3	30	Ausente	Ausente
	12/05/2015	35	54	109	172	208	0,8	64	0,006	1,5	< 0,001	97	Rojo	745,5	0,3	31	Ausente	Ausente
	25/05/2015	35	54	109	173	211	0,9	67	0,006	< 0,5	< 0,001	96,9	Rojo	745,9	0,3	31	Ausente	Ausente
	08/06/2015	35	50	108	172	213	0,9	63	0,007	3,5	< 0,001	96,6	Rojo	750,9	0,5	33	Ausente	Ausente
	22/06/2015	33	50	111	177	219	0,5	65	0,006	2	< 0,001	96,4	Rojo	755,7	0,5	36	Ausente	Ausente
La Garita	12/01/2015	36	54	104	168	207	0,8	65	0,004	1,5	< 0,001	95,4	Rojo	746,8	< 0,3	37	Ausente	Ausente
	26/01/2015	31	53	104	169	202	0,9	63	0,004	1	< 0,001	96	Rojo	745,3	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	09/02/2015	34	53	106	174	208	0,6	64	0,007	< 0,5	0,001	95,6	Rojo	743,8	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	24/03/2015	34	54	109	172	211	0,7	68	0,005	3	< 0,001	96,5	Rojo	748,4	0,4	36	Ausente	Ausente
	07/04/2015	33	54	108	170	206	0,5	64	0,005	2	0,001	96,6	Rojo	744,1	0,3	32	Ausente	Ausente
	28/04/2015	37	55	110	176	206	0,5	64	0,005	2	< 0,001	96,8	Rojo	746,2	0,3	33	Ausente	Ausente
	23/02/2015	35	55	100	164	205	0,4	63	0,004	1	< 0,001	96,6	Rojo	739,6	< 0,3	31	Ausente	Ausente
	09/03/2015	32	54	102	163	199	0,7	64	0,005	1,5	< 0,001	97,2	Rojo	729,7	0,3	24	Ausente	Ausente
	12/05/2015	33	54	109	173	206	0,7	64	0,006	0,5	< 0,001	96,9	Rojo	745,9	0,3	32	Ausente	Ausente
	25/05/2015	36	54	109	173	210	0,8	62	0,006	1	< 0,001	96,9	Rojo	745,5	0,3	31	Ausente	Ausente
	08/06/2015	34	53	112	176	219	0,8	64	0,007	4	< 0,001	96,6	Rojo	755,7	0,6	35	Ausente	Ausente
	22/06/2015	31	50	109	173	214	1,2	64	0,007	3,5	< 0,001	96,4	Rojo	756,3	0,4	36	Ausente	Ausente
Barranca	13/01/2015	34	54	106	173	207	0,9	63	0,004	1	< 0,001	95	Rojo	747,5	< 0,3	38	Ausente	Ausente
	26/01/2015	32	53	106	171	206	0,9	64	0,004	< 0,5	< 0,001	95,7	Rojo	746,9	< 0,3	35	Ausente	Ausente
	10/02/2015	33	50	99	170	204	1,2	64	0,003	2	< 0,001	95,7	Rojo	743,9	< 0,3	33	Ausente	Ausente
	24/03/2015	36	55	105	171	209	0,6	63	0,005	2	< 0,001	96,5	Rojo	738,3	0,3	30	Ausente	Ausente
	06/04/2015	33	54	108	170	205	0,9	64	0,006	2	0,001	96,6	Rojo	744,1	0,3	32	Ausente	Ausente
	23/02/2015	34	53	104	171	212	0,6	62	0,005	1,5	< 0,001	95,9	Rojo	744,8	< 0,3	34	Ausente	Ausente
	10/03/2015	34	55	101	164	201	0,7	65	0,006	1	< 0,001	97,2	Rojo	730,8	0,3	24	Ausente	Ausente
	28/04/2015	32	50	103	168	202	1,2	62	0,006	1,5	< 0,001	97,2	Rojo	740,9	0,4	30	Ausente	Ausente
	12/05/2015	32	54	109	173	209	0,6	64	0,006	1,5	< 0,001	96,6	Rojo	744,9	< 0,3	31	Ausente	Ausente
	25/05/2015	34	54	108	171	208	0,8	63	0,006	< 0,5	< 0,001	96,9	Rojo	744,6	0,3	31	Ausente	Ausente
	08/06/2015	35	51	111	172	212	0,9	64	0,007	3	< 0,001	96,1	Rojo	753,2	< 0,3	35	Ausente	Ausente
	22/06/2015	33	54	114	179	219	0,6	66	0,007	3	< 0,001	96,3	Rojo	754,7	0,3	35	Ausente	Ausente
<b>Promedio:</b>		<b>34</b>	<b>53</b>	<b>107</b>	<b>170</b>	<b>208</b>	<b>0,8</b>	<b>64</b>	<b>0,005</b>	<b>1,7</b>	<b>0,001</b>	<b>96,4</b>	<b>Rojo</b>	<b>744,1</b>	<b>0,4</b>	<b>32</b>	<b>Ausente</b>	<b>Ausente</b>



**Anexo 4. Resultados de pruebas fisicoquímicas en Av-gas por plantel de venta de Recope, 1er semestre 2015**

Plantel	Fecha de muestreo	Temperatura de destilación en el punto inicial ( $\pm 3$ °C)	Temperatura de destilación al 10% en volumen ( $\pm 2$ °C)	Temperatura de destilación al 40% en volumen ( $\pm 2$ °C)	Temperatura de destilación al 50% en volumen ( $\pm 1$ °C)	Temperatura de destilación al 90% en volumen ( $\pm 3$ °C)	Temperatura de destilación en el punto final ( $\pm 4$ °C)	(10+50)% de volumen evaporado ( $\pm 2$ °C)	Residuo de destilación ( $\pm 0,03\%$ volumen)	Recuperado ( $\pm 0,3\%$ volumen)	Pérdidas ( $\pm 0,03\%$ volumen)	Contenido de Gomas (mg/100mL)	Contenido de Plomo (g/L)	Presión de vapor Reid ( $\pm 2$ kPa)	Contenido de Azufre ( $\pm 0,001\%$ masa)	Densidad ( $\pm 0,5$ kg/m <sup>3</sup> )	Contenido de agua	Contenido de sedimentos
Juan Santamaría	12-ene-15	41	70	102	105	111	125	175	1	97,9	1,1	< 1	0,43	44	0,022	693,3	Ausente	Ausente
	09-feb-15	41	70	101	104	111	153	174	0,5	98,3	1,2	1	0,48	45	0,024	710,3	Ausente	Ausente
	09-mar-15	40	71	95	98	110	151	169	0,9	98,5	0,6	< 1	0,5	39	0,024	713,9	Ausente	Ausente
	07-abr-15	39	72	97	99	114	165	171	1,1	99,2	0,7	1	0,46	42	0,025	717,5	Ausente	Ausente
	12-may-15	39	74	100	102	111	160	176	0,9	98,5	0,6	< 1	0,48	38	0,025	719,3	Ausente	Ausente
	23-jun-15	42	70	94	98	110	153	168	0,8	98,1	1,1	< 1	0,46	41	0,024	717,7	Ausente	Ausente
Daniel Oduber	13-ene-15	40	74	99	101	114	131	175	1	98,4	0,6	< 1	0,42	43	0,021	696,3	Ausente	Ausente
	10-feb-15	36	72	101	104	111	136	176	0,4	98,8	0,8	1	0,44	43	0,021	695,6	Ausente	Ausente
	11-mar-15	41	74	99	101	114	142	175	1	98,3	0,7	2	0,56	40	0,02	706,6	Ausente	Ausente
	08-abr-15	36	73	100	103	111	160	176	0,8	98,3	0,9	1	0,51	40	0,025	718,1	Ausente	Ausente
	13-may-15	43	77	100	102	113	160	179	0,95	98,4	0,7	< 1	0,48	41	0,025	720	Ausente	Ausente
	10-jun-15	41	71	95	98	111	150	169	1,3	97,9	0,8	< 1	0,48	40	0,024	718,1	Ausente	Ausente
Tobías Bolaños	12-ene-15	37	71	101	104	111	137	175	0,9	98,2	0,9	< 1	0,42	43	0,022	693,8	Ausente	Ausente
	09-feb-15	37	71	101	104	111	136	175	0,6	98,5	0,9	2	0,46	43	0,022	693,6	Ausente	Ausente
	09-mar-15	39	69	96	100	109	152	169	0,9	97,9	1,2	< 1	0,56	40	0,024	715,1	Ausente	Ausente
	07-abr-15	38	74	100	102	111	159	176	0,7	98,5	0,8	1	0,48	38	0,025	719,1	Ausente	Ausente
	12-may-15	40	72	101	103	111	163	175	0,6	98,1	1,3	< 1	0,48	42	0,025	718,6	Ausente	Ausente
	08-jun-15	41	71	95	98	110	153	169	1,2	98,2	0,6	2	0,46	38	0,022	717,1	Ausente	Ausente
<b>Promedio</b>		<b>40</b>	<b>72</b>	<b>99</b>	<b>101</b>	<b>111</b>	<b>149</b>	<b>173</b>	<b>0,9</b>	<b>98,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,375</b>	<b>0,48</b>	<b>41</b>	<b>0,023</b>	<b>710,2</b>	<b>Ausente</b>	<b>Ausente</b>



**Anexo 5. Resultados de pruebas fisicoquímicas en Jet-A1 por plantel de venta de Recope, 1er semestre 2015**

Plantel	Fecha de muestreo	Temperatura de destilación en el punto inicial (±3 °C)	Temperatura de destilación al 10% en volumen (±2)	Temperatura de destilación al 50% en volumen (±1)	Temperatura de destilación al 90% en volumen (±3)	Temperatura de destilación en el punto final (±4 °C)	Residuo de destilación (±0,03% volumen)	Contenido de azufre (± 0,001% masa)	Punto de inflamación (± 1 °C)	Punto de congelamiento (± 1 °C)	Contenido de Gomas (mg/100mL)	Color Saybolt (± 0,6 adimensional)	Punto de humo (± 0,3 mm)	Contenido de naftaleno (± 0,1% volumen)	Densidad (±0,5 kg/m³)	Contenido de agua	Contenido de sedimentos
La Garita	12/01/2015	164	179	204	240	260	1,1	0,094	55	-50	< 1	22,7	22,6	1,1	797,3	Ausente	Ausente
	09/02/2015	163	178	204	238	259	0,9	0,104	55	-61	2	21,8	23,9	1,2	797,5	Ausente	Ausente
	09/03/2015	168	180	203	238	259	0,9	0,081	56	-58	< 1	25,5	22,6	1	797,3	Ausente	Ausente
	07/04/2015	166	180	203	237	257	0,7	0,09	56	-54	< 1	25,3	21,9	1	796,9	Ausente	Ausente
	12/05/2015	164	177	201	238	259	0,9	0,082	53	-52	< 1	25	18,9	1	796,1	Ausente	Ausente
	08/06/2015	158	175	200	238	257	1,1	0,096	52	-60	1	27,1	19,7	1	797,4	Ausente	Ausente
Juan Santamaría	12/01/2015	166	178	203	240	264	0,9	0,093	55	-53	< 1	25,6	23,3	1	796,1	Ausente	Ausente
	09/02/2015	168	180	204	236	261	0,7	0,1	56	-60	4	22,6	22,7	1,2	798	Ausente	Ausente
	09/03/2015	165	181	204	236	259	1	0,085	57	-57	< 1	25	21	1,1	796,8	Ausente	Ausente
	07/04/2015	165	180	204	235	257	0,9	0,087	56	-59	< 1	26,5	22,6	1	797	Ausente	Ausente
	12/05/2015	165	178	201	237	259	0,8	0,083	54	-52	< 1	25,7	23,1	1	796,7	Ausente	Ausente
	23/06/2015	158	176	201	238	260	0,9	0,095	51	-50	1	25,1	22,9	1	797,7	Ausente	Ausente
Tobías Bolaños	12/01/2015	162	178	204	239	258	1,2	0,094	55	-50	< 1	25,5	22,8	1	797,6	Ausente	Ausente
	09/02/2015	164	180	204	225	259	0,9	0,1	55	-61	2	22,7	22,7	1,2	797,5	Ausente	Ausente
	09/03/2015	167	181	205	236	259	1,1	0,082	55	-62	< 1	25,4	22,7	1	797,3	Ausente	Ausente
	07/04/2015	167	183	201	234	256	1	0,087	56	-60	1	26,5	22,5	1	797	Ausente	Ausente
	12/05/2015	165	178	202	237	259	0,8	0,082	50	-54	< 1	24,8	22,2	1	797,6	Ausente	Ausente
	08/06/2015	161	177	201	237	259	1,1	0,091	53	-58	1	26,1	23,1	1	797,6	Ausente	Ausente
Daniel Oduber	13/01/2015	164	177	202	239	260	0,9	0,092	54	-50	< 1	24,5	23,1	1	797,5	Ausente	Ausente
	10/02/2015	164	180	204	238	259	0,9	0,098	55	-59	3	22,7	18,5	1,2	797,3	Ausente	Ausente
	11/03/2015	167	180	203	238	259	0,9	0,087	56	-59	< 1	24,3	23,9	1	791,5	Ausente	Ausente
	08/04/2015	168	183	201	234	258	0,9	0,085	56	-57	< 1	26	23,3	1	797,2	Ausente	Ausente
	13/05/2015	166	176	202	237	258	0,7	0,087	56	-50	< 1	25,1	18,4	1	797,1	Ausente	Ausente
	10/06/2015	162	177	202	238	258	1,2	0,087	53	-56	< 1	25	22,9	1	797,7	Ausente	Ausente
	01/07/2015	160	173	199	239	259	1,2	0,094	54	-52	< 1	25,3	18,6	1,1	795,8	Ausente	Ausente
<b>Promedio:</b>	<b>164</b>	<b>179</b>	<b>202</b>	<b>237</b>	<b>259</b>	<b>0,9</b>	<b>0,090</b>	<b>55</b>	<b>-56</b>	<b>1,9</b>	<b>24,9</b>	<b>22,0</b>	<b>1,0</b>	<b>796,9</b>	<b>Ausente</b>	<b>Ausente</b>	



**Anexo 6.** Resultados de pruebas fisicoquímicas en búnker por plantel de venta de Recope, 1er semestre 2015

Plantel	Fecha de inspección	Temperatura de inflamación ( $\pm 5$ °C)	Contenido de Azufre ( $\pm 0,1$ % masa)	Contenido de agua y sedimentos (% volumen)	Densidad ( $\pm 0,5$ kg/m <sup>3</sup> )	Poder calórico ( $\pm 0,2$ MJ/kg)
Moín	11/03/2015	108	2,2	< 0,05	990,2	42,4
	09/04/2015	86	2,5	< 0,05	994,3	42,2
	14/05/2015	92	2,6	< 0,05	995,6	42,3
	11/06/2015	92	2,5	< 0,05	990	42
	14/01/2015	100	2,4	< 0,05	990,8	42,1
	11/02/2015	103	2,2	< 0,05	994	42,5
<b>Promedio:</b>		<b>97</b>	<b>2,4</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>992</b>	<b>42,3</b>



**Anexo 7.** Resultados de pruebas fisicoquímicas en asfalto proveniente del plantel de venta de Recope en Moín, 1er semestre 2015

Parámetro	Promedio	Unidad	Especificación AC 30
Densidad a 25°C	1,026	g/cm <sup>4</sup>	-
Punto de inflamación para asfaltos	322	°C	Mín. 232
Viscosidad dinámica de asfaltos 125°C	787	cSt	-
Viscosidad dinámica de asfaltos 135°C	467	cSt	Mín. 350
Viscosidad dinámica de asfaltos 145°C	284	cSt	-
Penetración a 25°C	59	1/10mm	Mín. 50
Solubilidad en tricloroetileno	99,97	%	Mín. 99,0
Pérdida por calentamiento TFOT	0,146	%	Máx. 0,5
Pérdida por calentamiento RTFOT	0,32	%	Máx. 1,0
Viscosidad absoluta a 60°C	3080	Poise	2400-3600
Viscosidad absoluta a 60°C postpérdida	8632	Poise	Máx 15000
Ductilidad a 25°C postpérdida	78	cm	Mín. 40
Índice de susceptibilidad térmica (VTS)	3,78	-	3,3 - 3,9
Razón de viscosidades	3,08	-	Máx. 3



**Anexo 8.** Resultados de pruebas fisicoquímicas en emulsión asfáltica proveniente del plantel de venta de Recope en El Alto, 1er semestre 2015

Parámetro	Promedio	Unidad	Normativa nacional
Viscosidad Saybol Furol a 50°C	50,5875	sF	20 - 100
Estabilidad al almacenamiento	0,23125	%	Máx. 1,0
Demulsibilidad a 25 °C	62,875	%	Mín. 40
Prueba de malla No20	0,0155	%	Máx. 0,1
Asfalto residual	61,375	%	Mín. 60
Penetración a 25°C (asfalto residual)	120,875	1/10mm	100 - 250
Ductilidad a 25°C (asfalto residual)	89,875	cm	Mín. 40
Solubilidad tricloroetileno-asfalto residual	99,86625	%	Mín. 97,5

