

# **“Bio-Ethanol as Alternative and Sustainable Additive for 84 Octane Gasoline in Pucallpa Oil Refining Plant ”**

Sanchez Martinez, Hugo<sup>1</sup>; Espinoza Rojas, Angelo<sup>1</sup>; Huaman Munive, Juan V. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Ingenieria.  
Escuela de Ingenieria Petroquimica. Lima, Peru.

---

## **RESUMEN**

Actualmente en la refinería Pucallpa se produce gasolina de 84 octanos mediante la mezcla de gasolina de 65 octanos con aditivos mejoradores del octanaje como el NMA y el MMT hasta llegar al octanaje deseado de 84 octanos.

Se estudia el reemplazo de estos aditivos por bioetanol; un aditivo de menor impacto ambiental y menor costo, obteniéndose resultados favorables. Se tomaron 4 casos y en el caso mas viable (gasolina de 84 octanos al 24%), se logra reducir estos aditivos, en aproximadamente 63%.ademas la produccion total aumenta en un 23 %.

## **ABSTRACT**

Actually the Pucallpa`s refinery produces gasoline of 84 octane using the blending of gasoline of 60 octanes with booster octane additives like NMA and MMT until get the wanted octane of 84. It is studied the replacement of these additives for bioethanol, and additive with less environmental impact, and it was obtained: The use of these additives decreases, the final cost is much lower than the actual, the obtained volume of gasoline of 84 octane increases.

## **I. INTRODUCCION**

La actividad de refinación en la selva amazónica consiste en la transformación del petróleo, gasolinas naturales u otras fuentes de hidrocarburos en productos, uno de estos: la gasolina. Las instalaciones de las refinerías se encuentran diseñadas para realizar operaciones de recepción de crudo o cargas de productos refinados, refinación de crudo, almacenamiento, transferencia, mezcla, agregado de aditivos y despacho de hidrocarburos refinados. En el caso de la selva, existen cuatro refinerías, de las cuales dos son operadas por Petroperú, una por Maple y la otra por Pluspetrol - Perú. Estas son: Shiviayacu (Pluspetrol - Perú), El Milagro (Petroperú), Iquitos (Petroperú) y Pucallpa (Maple). Estas refinerías a excepción de Shiviayacu (que no opera regularmente) confrontan el problema que no son autosuficientes en la producción de gasolinas comerciales (gasolinas de 84 y 90 octanos), tienen limitaciones técnicas para la producción de las mismas. Una de las principales desventajas de estas refinerías es que sólo cuentan con procesos de destilación primaria, a diferencia de las refinerías de la costa que cuentan como mínimo con unidades de craqueo catalítico para incrementar la producción de gasolinas comerciales (excepto la refinería Conchan). Actualmente, la gasolina producida en la selva se encuentra en el orden de 60 a 65 octanos, por lo que se deben utilizar procedimientos de mezclas de estas últimas con gasolinas de alto octanaje o con aditivos muchas veces perjudiciales al medio ambiente<sup>[1]</sup>. Por ejemplo en la refinería de Pucallpa se utiliza aditivos tales como el MMT (METIL CICLOPENTADIENIL TRICARBONIL MANGANESO) y NMA (N- METILANILINA).

Originalmente, la gasolina se obtenía por destilación separando los hidrocarburos más livianos, que no alcanzaban el octanaje que requieren los motores modernos. Actualmente el octanaje requerido por la mayoría de las gasolinas se obtiene por tecnologías de transformación, además se usan aditivos, como el MMT, un compuesto de manganeso, que eleva el octanaje. Sin embargo, estudios recientes demuestran que el MMT afecta principalmente al catalizador cuya función es evitar que el vehículo expulse gases contaminantes además que aumenta el consumo de gasolina, baja la potencia del vehículo, y algunas piezas del vehículo se podrían ver afectadas por la utilización de este tipo de aditivo en la gasolina, asimismo hay estudios que indican

potenciales problemas al sistema neurológico y pulmonar de las personas expuestas a las emisiones gaseosas de los vehículos que queman gasolina aditivada con MMT<sup>[2]</sup>.

### Etanol

El etanol es un alcohol obtenido destilando hidratos de carbono (glucidos o azúcares y almidones) proveniente de la materia orgánica, principalmente de cereales (maíz, trigo, cebada, centeno), cultivos con la composición de azúcares (remolacha dulce, caña de azúcar), materia prima de residuos de procesos industriales, agrícolas o forestales con un alto contenido de biomasa y otros productos específicos para su obtención. El etanol se emplea en mezclas de distinta concentración para obtener biocombustibles que sean menos contaminantes, siendo las más comunes el E-5, E-10 y E-85 (gasolina con 5%, 10% y 85% de etanol respectivamente<sup>[3]</sup>). En el Perú se utiliza el E-7.8 según decreto supremo 013-2005-EM<sup>[4]</sup>. Cualquiera sea su origen el etanol presenta algunas diferencias importantes con relación a los combustibles convencionales derivados de petróleo. La principal es el elevado contenido de oxígeno, que constituye cerca del 35% en masa del etanol. Las características del etanol posibilitan la combustión más limpia y mejor desempeño de los motores, lo que contribuye a reducir las emisiones de gases contaminantes, aun al mezclarlo con la gasolina. En estos casos, actúa como un verdadero aditivo para el combustible normal, mejorando sus propiedades<sup>[5]</sup>.

### Regla de mezcla del octanaje:

El octanaje es mezclado en una base volumétrica usando el octanaje de cada componente. Los verdaderos octanajes no se suman linealmente. Los octanajes son números basados en la experiencia y son esos números los cuales, cuando añadidos en una base de promedio volumétrico, darán el verdadero octanaje de la mezcla total<sup>[8]</sup>.

$$B_t ON_t = \sum_{i=1}^n (B_i ON_i) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:  $B_t$  = mezcla total de gasolina

$ON_t$  = octanaje final de la mezcla

$B_i$  = bbl del componente  $i$

$ON_i$  = octanaje del componente  $i$

Por todo lo anteriormente planteado, surge la iniciativa de proponer una alternativa de producción de gasolinas para la selva peruana y en especial para la refinería de Pucallpa aditivando la gasolina con etanol, aprovechando además que el Perú es uno de los principales productores de caña de azúcar. En este proyecto, analizamos la cantidad de etanol necesaria para elevar el octanaje producido en la refinería Pucallpa y a la vez disminuir el uso de aditivos potencialmente tóxicos para el medio ambiente como el NMA y MMT.

## **II. MATERIALES**

Para realizar los cálculos necesarios, contamos con los datos de producción de gasolina por la empresa Maple (Fuente Perú Petro), con las densidades y costos de los aditivos NMA y MMT<sup>[6]</sup>. También con el precio actual del etanol producido en el Perú<sup>[7]</sup>.

Se empleará la ecuación 1 para calcular el aumento de octanaje.

Se considero los siguientes costos. NMA: \$6/kg, MMT: \$28/kg y Etanol: \$0.74/kg.

### III. METODOLOGIA

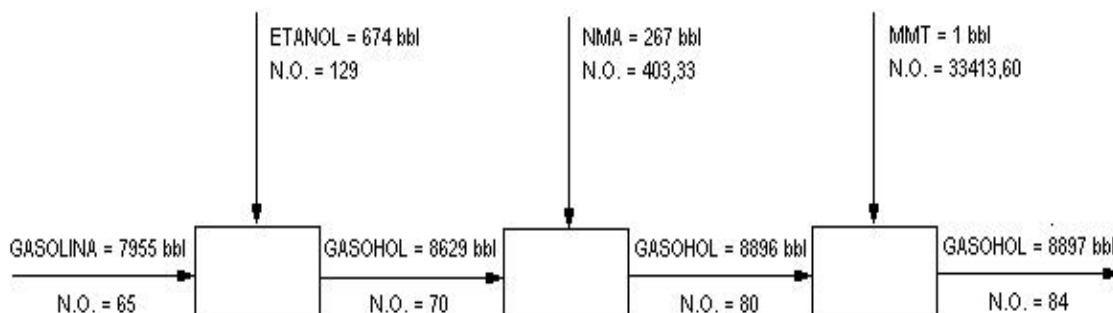
- ❖ Se trabajo con el porcentaje en volumen de los aditivos en la produccion mensual promedio de gasolina de 65 octanos: 7955 bbl/mes.
- ❖ Se calculo la cantidad de NMA (3.3% v/v) y MMT (0.012% v/v) que se usa actualmente.
- ❖ Se evaluo cuatro casos variando las cantidades de aditivos usados y añadiendo etanol. Pero manteniendo el objetivo de producir gasolina de 84 octanos.
- ❖ Se realizo un analisis volumetrico y economico de los cuatro casos teniendo en cuenta el precio de cada aditivo asi como tambien el precio del etanol en el mercado Peruano. Los casos analizados son:
  - a. Etanol, NMA y MMT (E7.8).
  - b. Etanol y NMA (E7.8).
  - c. Etanol (E29).
  - d. Etanol y NMA (E24).

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los cálculos realizados en los cuatro casos se comparan con el dato inicial del uso de NMA y MMT, todos fueron realizados con un volumen inicial de gasolina de 65 octanos de 7995 bbl/mes, obteniéndose los siguientes resultados:

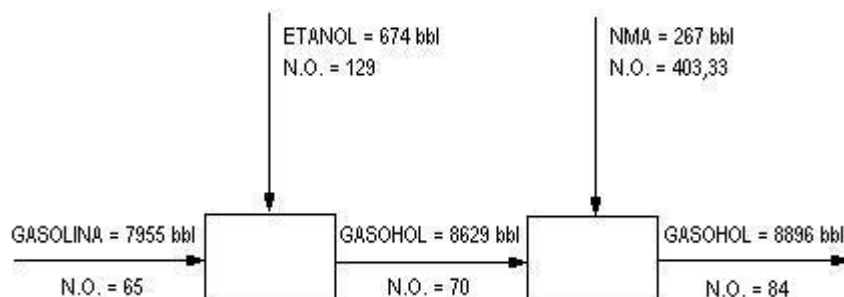
#### a. Adición de etanol, NMA y MMT (E7.8):

Se obtuvo una disminución de NMA en 5 bbl (1.8%) y aumento de MMT en 0.013 bbl (1.3%). El porcentaje de etanol en la mezcla es de 7.57% (<7.8%). El precio calculado es 251 000 U\$D, siendo ligeramente menor (4%) que el caso actual.



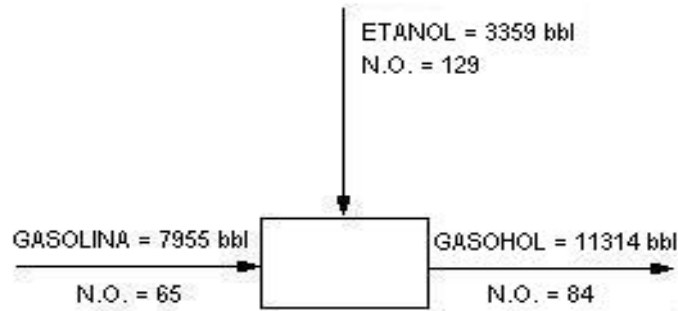
#### b. Adición de etanol y NMA (E7.8):

Se obtuvo un aumento de NMA en 119 bbl (43.8%). El porcentaje de etanol en la muestra es de 7.23% (<7.8%). El precio calculado es 251 800 USD, menor que el costo inicial (4.11%).



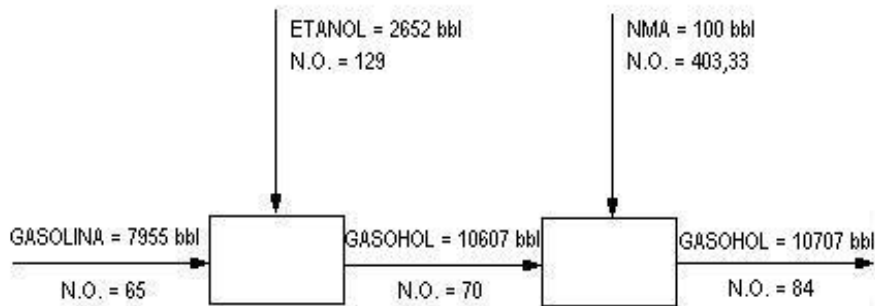
c. Adición de etanol (E29):

En este caso el porcentaje de etanol es la mezcla es de 29,7% sobrepasando el porcentaje de etanol permitido (7.8%). El precio calculado de etanol es de 311 800 USD.



d. Adición de etanol y NMA (E24) :

El porcentaje de etanol en la mezcla es de 24%, el volumen de NMA disminuye en 63%. El precio calculado es de 341 100 USD (72.8% mayor del gasto actual).



**Tabla 1. Resultados obtenidos**

	ETANOL (bbl)	NMA (bbl)	MMT (bbl)	VOL. FINAL DE GASOLINA 84 OCTANOS (bbl)	COSTO DE ETANOL (MILES U\$D)	COSTO DE ADITIVOS (MILES U\$D)	COSTO TOTAL DE ADITIVOS (MILES U\$D)	INGRESO POR LA VENTA DE LA PRODUCCION TOTAL (MILLONES U\$D)
ACTUAL	0	272	0.98	8 227	0	262.6	262.6	1.3
PROP. 1 (E7.8)	674	267	1	8 897	62.6	251.9	314.5	1.42
PROP. 2 (E7.8)	674	267	0	8 896	62.6	251.8	314.4	1.41
PROP. 3 (E29)	3359	0	0	11 314	311.8	0	311.8	1.80
PROP. 4 (E24)	2659	100	0	10 707	246.8	94.3	341.1	1.70

## V. CONCLUSIONES

De la Tabla 1 concluimos que en el cuarto caso dado (E24), se optimiza en la producción de gasolina:

- El volumen usado de los aditivos se reduce en 63.3%.
- Se aumentan los barriles de GASOHOL producidos en 23%.
- El costo de la aditivación aumenta pero el volumen de gasolina de 84 octanos también aumenta, lo cual compensaría este costo, y además se reduciría la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO<sub>2</sub>, y causando menor impacto ambiental. El porcentaje de etanol en el combustible en esta optimización es de

24% y la normativa actual del Perú indica un máximo de 7,8% (ya que un combustible con mayor porcentaje de etanol causaría problemas técnicos en los motores que actualmente circulan en el Perú). Para realizarse esta propuesta, se tendrían que actualizar los motores actuales en el Perú, por ejemplo motores de combustión de tipo FLEX (actualmente usados en Brasil) <sup>[9]</sup>.

## **VI. BIBLIOGRAFIA**

1. Maria Elena Amanqui Rodriguez, Jose Luis Aguilar Alcoser. ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO DE PREFACTIBILIDAD DE UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN PARA EL INCREMENTO DE OCTANAJE DE GASOLINAS EN REFINERÍAS DE LA SELVA DEL PERÚ. 2011.
2. National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (NICNAS). Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl (MMT). Priority Existing Chemical Assessment Report No. 24. Australia. June 2003
3. BNDES y CGEE. Bioetanol de Caña de Azúcar, Energía para el desarrollo sostenible. 1ra edición, Rio de Janeiro-Noviembre 2008
4. Peru. Decreto Supremo 013-2005-EM. Reglamento de la Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles. Art. 6º.
5. Cayetano Espejo Marin. Los biocarburantes en España-Un sector en desarrollo.
6. Sigma-Aldrich. 317632 - (Methylcyclopentadienyl) manganese(I) tricarbonyl. Sigma-Aldrich. M29304 - N-Methylaniline.
7. AGRODATAPERU. Alcohol Etilico Peru Exportacion. Abril 2015.
8. James H. Gary-Gleen E. Handwerk. Petroleum Refining, Technology and Economics. 4th edition.
9. Bernardo H. Endo. Full Scale Bio-Fuel Popularization Project. Deployment of bioethanol-Blended Gasoline Using Bioethanol Produced from Domestic Sugarcane in Okinawa.