

# La industria de refinación de petróleo en el Perú

## The oil refining industry in Peru

Juvenal Cabezas Oruña<sup>1</sup>

### Resumen

*La industria de refinación de petróleo en el Perú abarca siete refinerías que tienen una capacidad total de 197 mil barriles diarios. Las refinerías de Conchan, Iquitos, Pucallpa, Shiviyacu y El Milagro son refinerías simples; solamente tienen una unidad de procesamiento que es la Unidad de Destilación Primaria (UDP). En esta unidad el petróleo primero se calienta hasta unos 350°C y luego se destila para obtener los primeros productos de la refinería: naftas, turbocombustible, diesel y residual. Las naftas de esta unidad son de bajo octanaje, menor de sesenta. Para obtener el octanaje de las gasolinas que se venden en el mercado peruano, estas naftas deben mezclarse con otras naftas de mayor octanaje ó con productos químicos elevadores de octanaje que deben ser comprados por la refinería a otros productores.*

*Las refinerías de Talara y La Pampilla son refinerías complejas. En adición a la Unidad de Destilación Primaria (UDP), tienen una Unidad de Destilación al Vacío (UDV) y una unidad de conversión, que generalmente es la Unidad de Craqueo Catalítico (UCC). Adicionalmente pueden tener otras unidades de proceso como es el caso de la Unidad de Desulfurización (UDS) y la Unidad de Reformación Catalítica (URC). La presencia de estas unidades adicionales permite obtener más productos, como el GLP y la nafta craqueada de 94 octanos, lo cual permite disminuir la compra de productos químicos elevadores de octanaje.*

*Justamente estas dos refinerías están recibiendo inversiones para incrementar su capacidad de procesamiento. En Pampilla se ha instalado una segunda unidad de Vacío, una nueva unidad de Visbreaking y plantas complementarias, que han permitido mejorar los niveles de conversión de residuales a destilados medios, así como generar excedentes exportables de Gasóleos de Vacío con mayor valor agregado. El Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara permitirá instalar nuevas unidades y ampliar las existentes para producir diesel y gasolinas con menos de 50 partes por millón de azufre, incrementar la capacidad de producción de la refinería hasta 95 mil barriles diarios y procesar crudos pesados, más económicos para la producción de combustibles livianos de mayor valor comercial, con una inversión total de 1,700 millones de US\$ y que sería inaugurada en el año 2016.*

### Palabras claves

*Refinería, petróleo, barril, destilación atmosférica, octanaje, craqueo, desulfurización, reformación catalítica, GLP, nafta craqueada, visbreaking, destilado medio.*

1 Ingeniero Químico. Magister en Administración. Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Docente U.R.P.

## Abstract

*The oil refining industry in Peru has seven refineries with a total capacity of 197 thousand barrels per day. The refineries of Conchan, Iquitos, Pucallpa, Shiviyacu and El Milagro are simple; they only have a processing unit which is the Primary Distillation Unit (PDU). In this unit, the oil is first heated to about 350 °C and then distilled to obtain the first products of the refinery: naphtha, turbo, diesel and residual. The naphthas in this unit are of low octane, less than sixty. To obtain the octane of gasoline sold in the Peruvian market, these naphthas have to be mixed with other higher-octane ones or with chemicals products that raise the octane, which must be purchased by the refinery to other producers.*

*The refineries of Talara and La Pampilla are complex refineries. In addition to the Primary Distillation Unit (PDU), they have a Vacuum Distillation Unit (VDU) and a conversion unit, which is generally the Catalytic Cracking Unit (CCU). Additionally they may have other processing units such as the Desulphurization Unit (DU) and the Catalytic Reforming Unit (CRU). The presence of these additional units allows to obtain more products such as LPG and the cracked naphtha of 94 octane, which allows to decrease the purchase of chemical octane elevators.*

*Just these two refineries are receiving investments to increase its processing capacity. In La Pampilla it has been installed a second Vacuum unit, a new Visbreaking unit and complementary plants, which have improved the levels of waste conversion to middle distillates, as well as obtaining exportable surplus of Vacuum Gas Oils with higher added value. The Project for Modernization of the Talara refinery will allow to install new units and expand the existing ones to produce diesel and gasoline with less than 50 parts per million of sulfur, increase the production capacity of the refinery to 95 thousand barrels per day, to process heavy crude oil, that represents an economic way to produce light fuels of higher commercial value, with a total investment of US\$ 1.700 million and that would be inaugurated in 2016.*

## Key words

*Refinery, oil, barrel, atmospheric distillation, octane, cracking, desulphurization, catalytic reforming, LPG, naphtha cracked, visbreaking, middle distillate.*

## Introducción

La industria del petróleo es una actividad económica muy grande, muy especializada y que mueve altísimos recursos económicos a nivel mundial. Lo mismo sucede en el Perú. Esta industria tiene cinco grandes actividades: exploración, explotación, transporte, refinación y comercialización. En el Perú estas actividades están dominadas principalmente por el sector privado. La exploración y la explotación se efectúan en tierra y en el mar peruano; está a cargo de empresas internacionales que hacen uso de concesiones otorgadas por el Estado a través de la empresa Perúpetro. En el transporte del petróleo se usan barcos a cargo de empresas privadas y también se utilizan oleoductos, como el Oleoducto Norperuano que lleva el petróleo producido en la selva norte del Perú, limítrofe con Ecuador, hasta Bayovar en la costa de Piura y que es operado por la estatal Petroperú. En la refinación los operadores son Repsol (Refinería La Pampilla), Maple (Pucallpa), Pluspetrol (Shiviyacu) y Petroperú (resto de refinerías). Finalmente la comercialización de combustibles en el Perú está dominada por el sector privado, especialmente Repsol de España, contando también con la presencia de la estatal Petroperú. El presente artículo se ocupará brevemente de las diferentes actividades de la industria del petróleo, pero profundizará en la cuarta actividad: la refinación de petróleo en el Perú.

## Química del Petróleo

El petróleo y sus derivados son mezclas complejas de hidrocarburos que contienen pequeñas concentraciones de contaminantes. Por este motivo la química del petróleo es esencialmente la química orgánica referida a los hidrocarburos. Con relación a los contaminantes son principalmente de naturaleza inorgánica, destacando el azufre y sus compuestos, así como el vanadio, la sal común y el agua, que se producen en el yacimiento junto con el petróleo a varios miles de metros de profundidad. Las familias de los compuestos más comunes en el petróleo y derivados son:

### A) Hidrocarburos saturados

- Alcanos. Serie que empieza con el Metano.
- Ciclo-parafinas. Serie que empieza con el Ciclopropano.

### B) Hidrocarburos no saturados

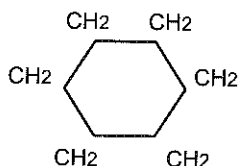
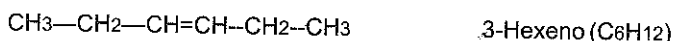
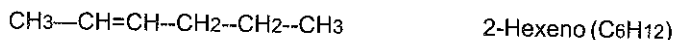
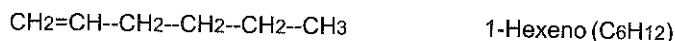
- Alquenos (olefinas). Serie que empieza con el Eteno o Etileno.
- Di-alquenos. Serie que empieza con el Propadieno.
- Alquinos. Serie que empieza con el Etino (o Acetileno).
- Ciclo-olefinas. Serie que comienza con el Ciclopropeno.

### C) Aromáticos. Serie que comienza con el Benceno.

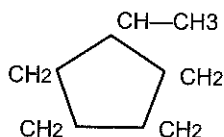
### D) Mercaptanos. Serie que comienza con el Metilmercaptano.

Los petróleos que se producen a nivel mundial contienen estos compuestos en diferentes proporciones. Es por eso que la calidad varía de yacimiento en yacimiento aún en la misma zona geográfica, por ejemplo, en la cuenca de Talara. Un concepto muy importante en la química del petróleo lo constituyen los isómeros, que están presentes en gran cantidad en el petróleo y

combustibles que se obtienen de él. Los isómeros son compuestos que tienen los mismos constituyentes, en las mismas cantidades, pero no son iguales porque tienen diferentes características físicas y químicas debido a la diferente disposición de los átomos en la molécula. Por ejemplo, el  $C_6H_{12}$  es un hidrocarburo que tiene, entre otros, los isómeros que presenta la Figura N°1:



Ciclohexano ( $C_6H_{12}$ )



Metil Ciclopentano ( $C_6H_{12}$ )

Figura N°1. Isómeros del  $C_6H_{12}$

El petróleo es entonces una mezcla compleja de hidrocarburos. Contiene desde hidrocarburos simples como los alcanos, hasta compuestos complejos como las cicloparafinas y los aromáticos, incluyendo compuestos inorgánicos. El peso molecular de sus componentes varía desde 16 (Metano  $CH_4$ ) hasta más de 6,000.

Generalmente cuando se verifica la calidad de un petróleo, normalmente no se determinan los cientos de compuestos que lo constituyen. Más bien se analizan sus características físicas y químicas, que son suficientes para calificar a un petróleo. La Tabla N°1 muestra los resultados de análisis típicos de tres petróleos peruanos:

Características	Crudo Talara (Talara)	Crudo Maquia (Ucavali)	Crudo Selva Norte (Loreto)
Gravedad API a 60°F	36.3	37.6	22.7
Viscosidad en cs a 100°F	5	10	61
Color ASTM	Verde marrón	Marrón oscuro	Verde marrón
Azufre total en % peso	0.05	0.53	0.93
Vanadio en ppm	4	10	103
Sal (NaCl) en ppm	0.5	1.5	3.6
Agua y sedimentos en %V	0.10	0.20	0.25
Gravedad específica	0.8433	0.8371	0.9117

Tabla N°1. Calidad típica de tres petróleos peruanos

## El Petróleo en el Perú y el Mundo

**Situación Internacional.** A nivel internacional la influencia del petróleo es notable: cualquier incremento en su precio repercute en la economía de casi todos los países del mundo. Los 10 mayores productores de petróleo son: Arabia Saudita, Estados Unidos, Rusia, Irán, México, Venezuela, China, Noruega, Canadá e Irak. Sin embargo, los países que más petróleo tienen bajo tierra (reservas probadas) son: Arabia Saudita, Irak, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Irán, Venezuela, Rusia, China, Libia y México.

Para poder mantener e incluso aumentar los niveles de producción y reservas de petróleo estos países invierten cantidades notables de fondos. Sólo en el caso latinoamericano, las inversiones en el sector petrolero en algunos países de la región durante el año 2004 fueron: México: 8,000 millones de US\$, Brasil: 8,000 millones de US\$, Venezuela: 5,000 millones de US\$. En el Perú las inversiones son muy modestas, del orden de 100 millones de US\$ al año. Sin embargo, recientemente Petroperú ha presentado un grupo de proyectos para modernizar la refinería de Talara por un valor total de 1,700 millones de US\$.

**Situación en el Perú.** Las zonas de producción de petróleo en nuestro país son la Cuenca Talara, la Selva Norte y la Cuenca Ucayali. La Cuenca Talara abarca zonas continentales y marinas desde la desembocadura del río Chira en el departamento de Piura hasta la localidad de Zorritos en el departamento de Tumbes. La Selva Norte abarca un cuadrilátero irregular de gran tamaño limitado por los ríos Pastaza, Marañón y Tigre, y la frontera con Ecuador. La Cuenca Ucayali comprende las zonas productoras de Maquia y Aguas Calientes cerca a la ciudad de Pucallpa. De acuerdo a lo que muestra la Tabla N°2 la producción de petróleo en el Perú tuvo su pico más alto el año 1985 en que se produjo 188 mil barriles diarios y ha ido decayendo paulatinamente desde los primeros años de la década de 1990, en que se inició la privatización de los campos productores de Talara.

Esta situación se ha visto contrarrestada desde el año 1998 en que entró en operación el proyecto Aguaytía en la selva central, departamento de Ucayali, que tiene una producción promedio de 4 mil barriles diarios de condensados o Líquidos del Gas Natural (LGN), pero sobretudo por el inicio de operaciones del proyecto Camisea en el año 2004. Camisea ha producido cada año volúmenes crecientes de LGN que luego se envían a la Planta de Fraccionamiento de Pisco para ser destilados produciéndose GLP, nafta virgen y diesel. Actualmente la producción petrolera peruana no satisface las necesidades internas, que se sitúan en cerca de 190 mil barriles diarios de combustibles, de tal manera que tenemos que importar el petróleo que nos falta especialmente desde Ecuador y Colombia.

Año	Producción Miles Barriles / Día	Año	Producción Miles Barriles / Día
1985	188	2003	88 + 4* = 92
1994	127	2004	80 + 14* = 94
1995	122	2005	75 + 36* = 111
1996	120	2006	77 + 38* = 115
1997	118	2007	77 + 37* = 114
1998	115 + 1* = 116	2008	77 + 43* = 120
1999	104 + 2* = 106	2009	71 + 74* = 145
2000	96 + 3* = 99	2010	73 + 84* = 157
2001	93 + 4* = 97	2011	70 + 83* = 153
2002	93 + 4* = 97	2012**	68 + 68* = 136

(\*) Producción de LGN de Camisea y Aguaytía

(\*\*) A marzo de 2012

Tabla N°2. Producción de Petróleo en el Perú

## REFINERÍAS DE PETRÓLEO EN EL PERÚ

En el Perú existen siete refinерías de petróleo. La Tabla N°3 presenta la lista de estas refinерías, así como sus principales características.

Refinería de Petróleo	Ubicación	Año de inicio operaciones	Capacidad Barril/día	Unidades de Proceso
La Pampilla	Lima	1967	102.000	UDP,UDV,UCC, URC
Talara	Talara	1917	62.000	UDP,UDV,UCC
Conchán	Lima	1954	15.500	UDP
Iquitos	Iquitos	1982	10.500	UDP
Pucallpa	Pucallpa	1966	3.300	UDP
El Milagro	Bagua	1995	1.700	UDP
Shiviyacu	Río Tigre	1993	2.000	UDP
Total: 7			197.000	

Tabla N°3. Refinerías de petróleo en el Perú

En adición a las unidades de destilación, las refinерías también poseen varios servicios auxiliares y complementarios, como son: planta generación de vapor, planta de tratamiento de agua, planta de sodas gastadas, planta de aguas ácidas, planta de efluentes, planta de producción de electricidad, patio de tanques, muelle y/o líneas submarinas para la recepción de petróleo, planta de ventas de combustibles, recepción y distribución de productos químicos, sistema contraincendios, etc.

Las refinерías de Conchan, Iquitos, Pucallpa, Shiviyacu y El Milagro son consideradas refinерías simples debido a que solamente tienen una unidad de procesamiento que es la Unidad de Destilación Primaria (UDP). En esta unidad el petróleo primero se calienta hasta unos 350°C y luego se destila para obtener los primeros productos de la refinерía: naftas, turbocombustible, diesel y residual. El esquema abreviado para este tipo de refinерía de petróleo se presenta en la Figura N°2.

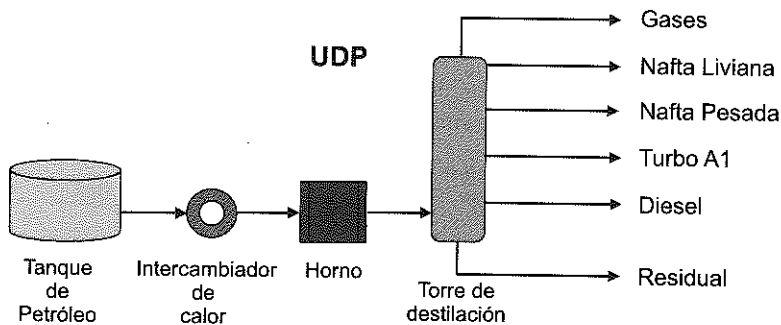


Figura N°2. Esquema básico de una refinерía simple

Las naftas que produce esta unidad son de muy bajo octanaje, menor de sesenta octanos. Para obtener las gasolinas que pide el mercado peruano, que tienen octanajes más altos, se mezclan estas naftas con otras naftas de mayor octanaje ó con productos químicos elevadores de octanaje como el MTBE, Etanol, ETBE, etc. Todos estos productos deben ser comprados por la refinería a otros productores.

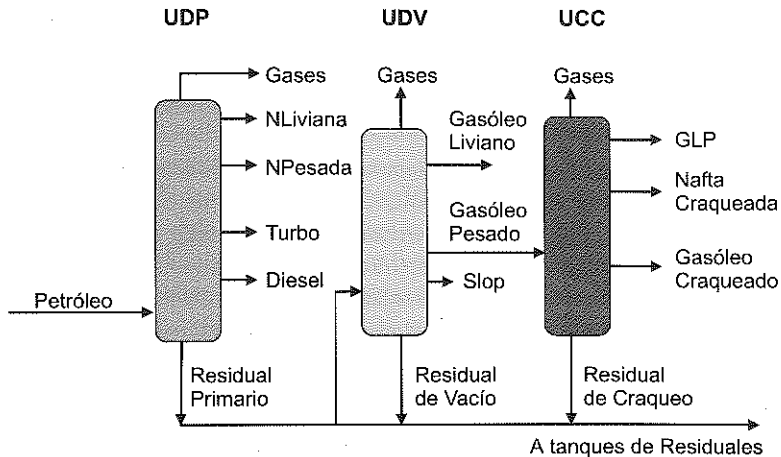


Figura N°3. Esquema básico de una refinería compleja

Las refinerías de Talara y La Pampilla son consideradas refinerías complejas debido a que, en adición a la Unidad de Destilación Primaria (UDP), tienen una Unidad de Destilación al Vacío (UDV) y una unidad de conversión, que generalmente es la Unidad de Craqueo Catalítico (UCC). Adicionalmente pueden tener otras unidades de proceso complementarias como es el caso de la Unidad de Desulfurización (UDS) y la Unidad de Reformación Catalítica (URC). La Figura N°3 muestra un esquema de este tipo de refinería.

## La Refinación del Petróleo

### Materia Prima.

La materia prima es el petróleo. Sus características han sido explicadas en la primera parte de este artículo. El petróleo llega a la refinería por medio de oleoductos, como es el caso de las refinerías de Talara, El Milagro y Pucallpa, o por medio de buque-tanques, que es el caso de las refinerías La Pampilla, Conchán e Iquitos. En las refinerías se almacena en tanques cilíndricos verticales de gran capacidad (estos tanques tienen típicamente unos 100 a 250 mil barriles cada uno).

## Descripción de la Operación en la Unidad de Destilación Primaria (UDP).

La UDP se utiliza fundamentalmente para efectuar el primer fraccionamiento del petróleo y obtener gas, naftas, turbocombustible, diesel y residual primario. Excepto los gases, que son quemados directamente en el horno debido a que son producidos en pequeños volúmenes, estos productos reciben un tratamiento complementario que les permite su posterior almacenamiento y comercialización. La Figura N°2 será aprovechada para explicar las operaciones principales. La operación consiste básicamente en el desalado, calentamiento y destilación fraccionada del petróleo a una temperatura promedio de 350°C y a una presión promedio de 1.5 atmósferas.

Inicialmente se tiene al petróleo en su tanque de almacenamiento a la temperatura ambiente, por ejemplo, 20°C. Mediante bombas de alta presión, el petróleo se alimenta a un tren de precalentamiento que consiste de numerosos intercambiadores de calor que tienen por objeto ir elevando paulatinamente la temperatura del petróleo. En estos intercambiadores de calor el petróleo se calienta con las corrientes calientes que salen de la torre de destilación o de otras torres si las hubiere. Por ejemplo, los primeros intercambiadores de calor calientan el petróleo con las naftas, los siguientes intercambiadores reciben al turbocombustible, etc. Los últimos intercambiadores de calor reciben, por ejemplo, al residual, que es el producto de destilación más caliente.

En un punto intermedio del tren de precalentamiento, el petróleo se somete a una operación de desalado de tipo electrostático en una o dos etapas, en las que se logra la eliminación de hasta el 99% de la sal (NaCl) que contiene el petróleo, evitándose así problemas posteriores de incrustación, corrosión debido al cloro, etc. Se recomienda una temperatura de desalado entre 110 y 135°C. Esta temperatura determina la ubicación del desalador a lo largo del tren de precalentamiento. Luego de pasar por los intercambiadores de calor el petróleo alcanza unos 220°C y llega al horno, que es un calentador a fuego directo, para que alcance la temperatura requerida para el fraccionamiento que es del orden de 350°C.

Luego del horno el petróleo pasa a la torre de destilación o fraccionamiento. Las torres han ido modernizándose sobre todo en la parte interior para permitir el contacto íntimo entre las corrientes de líquido y vapor. La destilación se efectúa en torres que tienen unos 120°C de temperatura en el tope y 1.2 atmósferas de presión y que cuentan con zonas de rectificación y agotamiento. La zona de rectificación está formada por varias secciones, de las que se extraen los siguientes productos: gas y nafta liviana, que se obtienen por el tope de la torre; nafta pesada, turbocombustible y diesel, que se obtienen como flujos laterales, y residual o residuo atmosférico, que se obtiene por el fondo de la torre. Cada flujo lateral (nafta pesada, turbocombustible y diesel) pasa luego a su zona de agotamiento que consiste de una pequeña columna de destilación o "agotador" que tiene inyección de vapor de agua o un rehervidor lateral. Este agotador lateral permite obtener las especificaciones requeridas de cada combustible.

La condensación de los vapores en el tope de la torre puede efectuarse en una sola etapa con agua de enfriamiento, ó en dos etapas, aprovechándose en este caso un intercambio de calor con el petróleo de carga, en el primer condensador. En la zona de agotamiento, el residual se agota con vapor de agua y se envía a enfriamiento en los rehervidores de los agotadores laterales y en el tren de



precalentamiento. La nafta pesada, el turbocombustible y el diesel, después del intercambio de calor en el tren de precalentamiento, se enfrían con aire o con agua, son secados y, de ser necesario, se les retira el azufre que puedan contener. Si la nafta o el diesel que se obtienen por destilación tienen un contenido de azufre demasiado elevado, uno de los procesos más utilizados para extraerles el azufre es la hidrodesulfurización catalítica.

Antes de ser enviados a las plantas de ventas, los productos que están en los tanques de almacenamiento son analizados para determinar su calidad final; este es el caso del turbocombustible usado por la aviación comercial y del diesel usado por el parque automotor y la industria. En el caso de las gasolinas y los residuales se procede a prepararlos según su octanaje y su viscosidad respectivamente. Las gasolinas son preparadas en base a los octanajes de las naftas obtenidas en las unidades de destilación (nafta liviana, nafta pesada, nafta craqueada). Generalmente a estas mezclas de naftas se les agrega productos químicos elevadores de octanaje como el metil ter butil éter. Una vez que está lista, cada gasolina es enviada a la planta de ventas donde se efectúa su mezcla con alcohol carburante (7,8% en volumen) para obtener el respectivo gasohol durante el despacho a los camiones cisterna.

Con respecto a los bunkers o combustibles industriales, éstos son preparados mediante la mezcla de los residuales que se obtienen en las unidades de proceso (residual primario, residual de vacío, residual de craqueo). La mezcla se calcula en base a la viscosidad de cada residual y teniendo cuidado en el contenido de los contaminantes azufre y vanadio, ya que generalmente los bunkers son quemados por la gran industria del país y pueden generarse gases azufrados, muy contaminantes del medio ambiente, y pentaóxido de vanadio, un compuesto que produce corrosión severa de las partes internas de los calderos y los hornos de las instalaciones industriales.

## Rendimientos.

Los volúmenes de nafta liviana, nafta pesada, turbocombustible, diesel y residual primario que produce una UDP dependen de la calidad del petróleo y de las características de la torre de destilación. En general, un petróleo liviano de 30 o más grados API rendirá más combustibles valiosos y menos residual, y un petróleo pesado de 25 o menos grados API rendirá menos combustibles valiosos y más residual. La Tabla N<sup>o</sup>4 muestra los rendimientos típicos de la UDP de Talara cuando destila el petróleo de la zona de 34°API. También presenta los rendimientos hipotéticos de dicha UDP si es que procesara petróleo de la Selva Norte peruana de 22°API.

Producto	Rendimiento en % volumen con petróleo de 34°API	Rendimiento en barriles/día con petróleo de 34°API	Rendimiento en % volumen con petróleo de 22°API	Rendimiento en barriles/día con petróleo de 22°API
Gas	0.6	372	0.1	62
Nafta Liviana	16.0	9.920	8.9	5.518
Nafta Pesada	2.8	1.736	2.7	1.674
Kero/Turbo	25.0	15.500	9.5	5.890
Diesel	15.6	9.672	8.8	5.456
Residual	40.0	24.800	70.0	43.400
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>62.000</b>	<b>100.0</b>	<b>62.000</b>

Tabla N<sup>o</sup>4. Rendimientos de la Unidad de Destilación Primaria

## **Inversiones en las Refinerías del Perú**

Actualmente solo se están efectuando inversiones mayores en las dos refinerías más grandes del país. En el quinquenio anterior Refinería La Pampilla, empresa privada operada por Repsol de España y ubicada en Ventanilla-Callao, instaló una segunda unidad de Vacío y una nueva unidad de Visbreaking que han permitido mejorar los niveles de conversión de residuales a destilados medios, así como generar excedentes exportables de Gasóleos de Vacío con mayor valor agregado. La Unidad de Vacío II se ha convertido en la unidad de vacío de mayor capacidad del país y tiene como objetivos incrementar la producción de gasóleos para contar con mayor carga a la Unidad de Craqueo Catalítico Fluido (UFCC) y exportar los excedentes, e incrementar la producción de destilados medios para reducir su importación. La nueva unidad de Visbreaking es la única de su tipo en el país y tiene como objetivo reducir la viscosidad de los residuales, permitiendo el ahorro de diluyentes importados usados en la preparación de bunkers o combustibles industriales.

Por el lado de la empresa pública Petroperú está en pleno desarrollo el Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara, ubicada en la costa del departamento de Piura. El proyecto consiste en la instalación de nuevas unidades de procesamiento y ampliación de las existentes con la finalidad de producir diesel y gasolinas con menos de 50 partes por millón de azufre, incrementar la capacidad de producción de la refinería hasta 95 mil barriles diarios y procesar crudos pesados, más económicos para la producción de combustibles livianos de mayor valor comercial. El proyecto se encuentra actualmente en la etapa de ingeniería básica pre-construcción y tiene una inversión total estimada en 1700 millones de US\$. Se tiene previsto culminar y poner en marcha la refinería modernizada hacia el año 2016. La modernización de las actuales instalaciones consiste en la ampliación de la Unidad de Destilación Primaria de 62 a 95 mil barriles diarios y en la ampliación de la Unidad de Craqueo Catalítico Fluido de 16 a 25 mil barriles diarios. Las nuevas instalaciones serán: unidades de desulfurización de diesel, GLP, nafta craqueada y nafta liviana; absorbidora de aminas; nueva unidad de destilación al vacío de 35 mil barriles diarios; nueva unidad de Flexicoker; nueva unidad de Reformación Catalítica; nueva planta de ácido sulfúrico; nueva planta de hidrógeno; nueva planta de cogeneración de vapor y electricidad; nueva planta de servicios de agua, aire, nitrógeno, etc.; y nuevas facilidades como edificios administrativos, almacenes, muelles, tanques, etc.

## **CONCLUSIONES**

1. El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos. Contiene desde los más simples como los alcanos, hasta los más complejos como las cicloparafinas, incluyendo compuestos inorgánicos. El peso molecular de sus componentes varía desde 16, que es el peso molecular del metano hasta más de 6,000.
2. No hay dos petróleos iguales. Su calidad va variando de yacimiento en yacimiento. Es por eso que la primera torre de destilación varía también de refinería en refinería, dependiendo de la calidad del petróleo que se tomó como base para el diseño de la Unidad de Destilación Primaria o UDP.

3. La producción de petróleo en el Perú ha ido cayendo sostenidamente desde la década de 1980. Actualmente bordea los 70 mil barriles diarios. Agregando 70 mil barriles diarios de condensados líquidos provenientes del gas natural, el total (140 mil) no supera a la demanda de combustibles en el Perú, que se sitúa en los 190 mil barriles diarios, por lo que somos importadores netos de petróleo y derivados.
4. En el Perú tenemos siete refinerías de petróleo que, en conjunto, tienen una capacidad total de procesamiento de 197 mil barriles diarios. De ellas, solo las de Talara y La Pampilla son refinerías complejas ya que tienen unidades de conversión de residuales como es el caso de la Unidad de Craqueo Catalítico.
5. Las dos refinerías más grandes, Talara y La Pampilla, están recibiendo inversiones para incrementar su capacidad de procesamiento. El Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara permitirá incrementar su capacidad y hacerla tan grande y compleja como la de Pampilla, con una inversión total de 1,700 millones de US\$.
6. Debido a la importancia del tema petrolero, se sugiere su estudio en uno de los cursos de carrera de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, junto con temas complementarios importantes como Gas Natural, Fertilizantes y Petroquímica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUSTIN, GEORGE. "Manual de Procesos Químicos en la Industria". McGraw-Hill, 5ª Edición, México, 1989.
2. CABEZAS, JUVENAL. "Procesos Industriales". Separatas, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima, Marzo 2005.
3. HYDROCARBON PROCESSING MAGAZINE. "Repsol to align with Pemex on downstream work in Americas, Spain and Portugal". February 29, 2012.
4. LEIDINGER, OTTO. "Procesos Industriales". Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1997.
5. ULRICH, GAEL. "Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química". McGraw-Hill, México, 1992.
6. [www.mem.gob.pe](http://www.mem.gob.pe)
7. [www.osinerg.gob.pe](http://www.osinerg.gob.pe)
8. [www.perupetro.gob.pe](http://www.perupetro.gob.pe)
9. [www.petroperu.com.pe](http://www.petroperu.com.pe)
10. [www.repsol.com.pe](http://www.repsol.com.pe)