

FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL

ASIGNATURA:

PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS

TEMA 2 Y 3

ALIMENTACIÓN Y PRODUCTOS

PROPIEDADES TERMOFÍSICAS

CÁLCULO DE PROPIEDADES DE FRACCIONES DE CRUDO

ING. JORGE NOZICA – jorge.nozica@ingenieria.uncuyo.edu.ar

FACULTAD DE INGENIERÍA

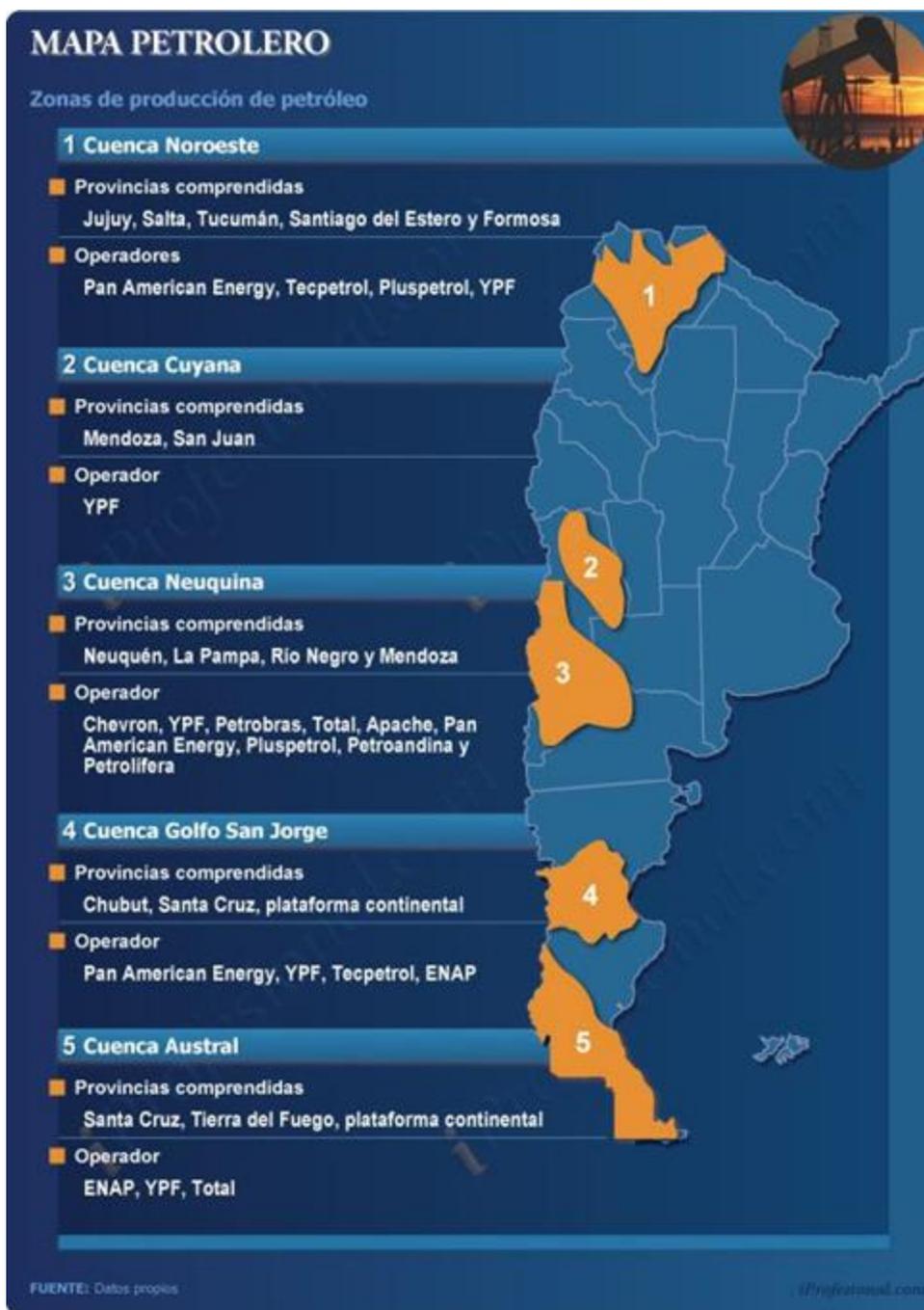
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

ASIGNATURA ELECTIVA: Procesamiento de Hidrocarburos

1- INTRODUCCIÓN

A modo de información, presentamos a continuación las principales cuencas hidrocarburíferas que son explotadas en nuestro país.

1.1 CUENCAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL



Datos aportados por IAPG

1.2 CUENCAS DE EXPLOTACIÓN ACTUAL Y CON POTENCIAL EXPLORATORIO



1.3 PETRÓLEO PROCESADO POR CUENCA

PETRÓLEO PROCESADO POR CUENCA EN ARGENTINA

CUENCA	M3	TON	%
NEUQUINA	11,471,900	9,807,800	43.4
SAN JORGE	10,778,500	9,651,400	42.8
CUYANA	1,354,600	1,194,800	5.3
AUSTRAL	1,187,500	955,540	4.2
NOA	413,130	312,763	1.4
IMPORTADO	762,400	650,500	2.9
TOTAL	25,968,030	22,572,803	100.00

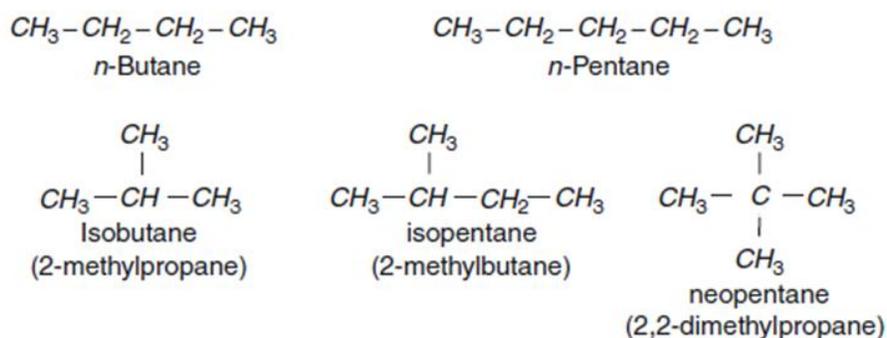
DATOS DEL AÑO 2015

FUENTE SECRETARIA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN

2 COMPOSICIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO

2.1 PARAFINAS

- Normales parafinas o n-Alcanos
 - Hidrocarburos de cadena lineal, sin ramificaciones.
 - Fórmula general $C_nH_{(2n+2)}$
 - Incrementan su estructura molecular incorporando grupo metileno $-CH_2-$
 - Poseen un comportamiento similar que varía gradualmente a medida que los grupos metileno son incorporados
- Iso parafinas o Iso Alcanos
 - Poseen la estructura ramificada
 - Con similar fórmula molecular que n alcanos pero diferentes estructura de enlace



1 isómero de butano

2 isómeros de pentano

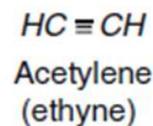
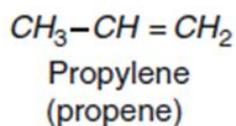
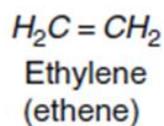
Los isómeros se incrementan por progresión geométrica

2.2 HIDROCARBUROS INSATURADOS

Se denominan alquenos cuando presentan un doble enlace C-C, cuando contienen un triple enlace C-C, se denominan alquinos.

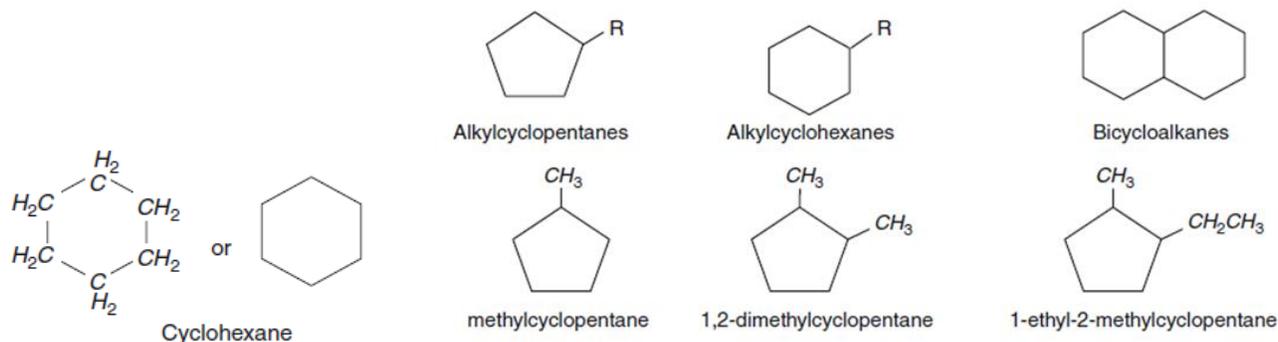
- ALQUENOS = OLEFINAS
 - Fórmula general: $C_nH_{(2n)}$ o $(R-CH=CH-R')$

- Si existen en la molécula más de un doble enlace, se denomina alcadieno o dieno ($R-CH=CH-CH_2-CH=R'$). Existen trienos, tetraenos y polienos}
- ALQUINOS = BI OLEFINAS , ACETILENOS
 - Fórmula general: C_nH_{n-2} o ($R-C \equiv CH-R'$)
 - No se encuentran presentes naturalmente en el petróleo crudo, pero se forman durante los procesos de conversión
 - Son más reactivos que las parafinas



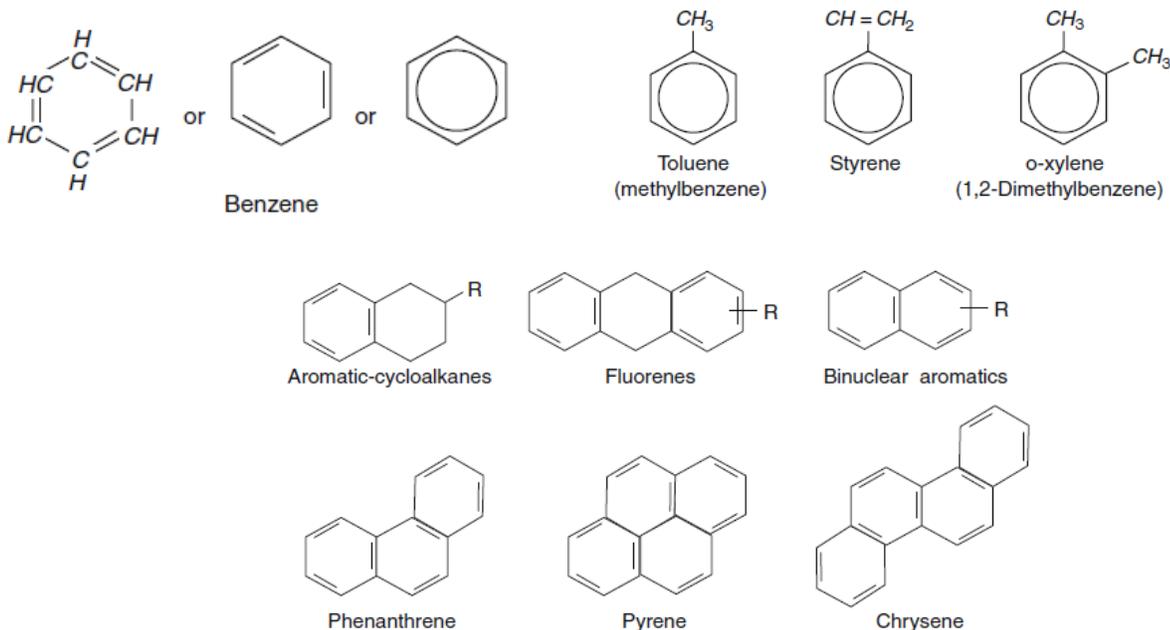
2.3 NAFTENOS

- Denominados cicloalcanos, presentan al menos un anillo de hidrocarburos saturados.
- Poseen mayor densidad y punto de ebullición que el n-alcano de igual n° de C.
- Se encuentran naturalmente de 5 o 6 C y presentan sustitución alquílica en el anillo
- Los naftenos, se agrupan en multianillos en fracciones pesadas de crudo



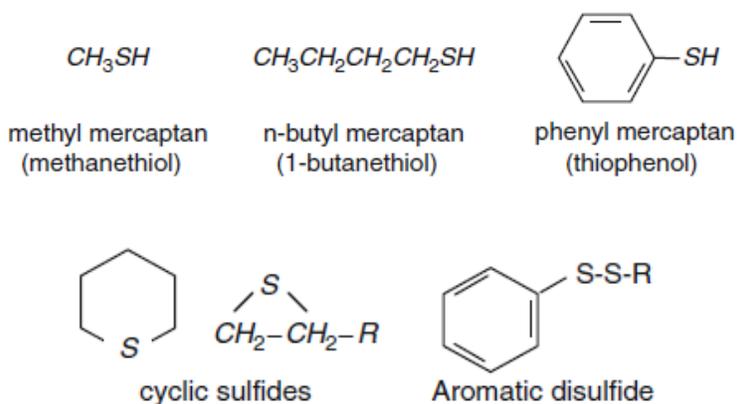
2.4 AROMÁTICOS

- Compuestos cíclicos insaturados, compuestos por uno a más anillos de benceno.
- Se encuentran naturalmente en fracciones livianas mono aromáticos, que pueden estar sustituidos.
- En fracciones pesadas de crudo, pueden encontrarse anillos fusionados formando compuestos polinucleares

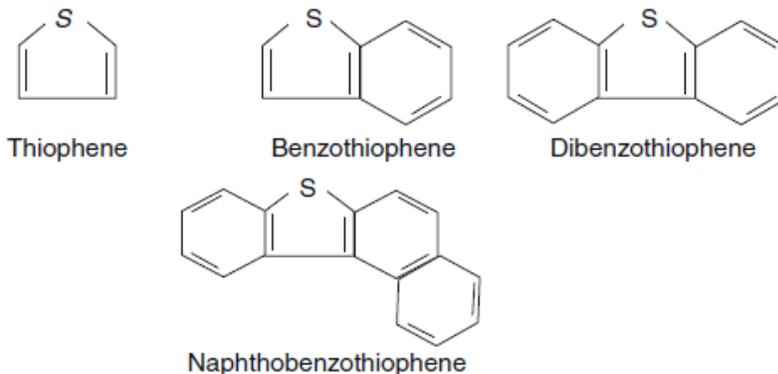


2.5 COMPUESTOS DE AZUFRE

- Presente entre 0.05-10% w/w en el crudo natural, lo usual 1-4 wt%
- wt%<1 crudo dulce o sweet, bajo contenido
- wt>1% crudo agrio o sour, alto contenido
- El S está presente en forma disuelta como SH₂, como heteroátomos, como sulfuro carbonil COS o combinado en formas orgánicas e inorgánicas
- Los mercaptanos o tioles, son compuestos por una cadena alquílica con un grupo –SH al final (R-SH)
- Existen sulfuros y disulfuros donde uno o más átomos de Carbono han sido sustituidos (R-S-R') o (R-S-S-R')



Los sulfitos son Compuestos cíclicos o aromáticos



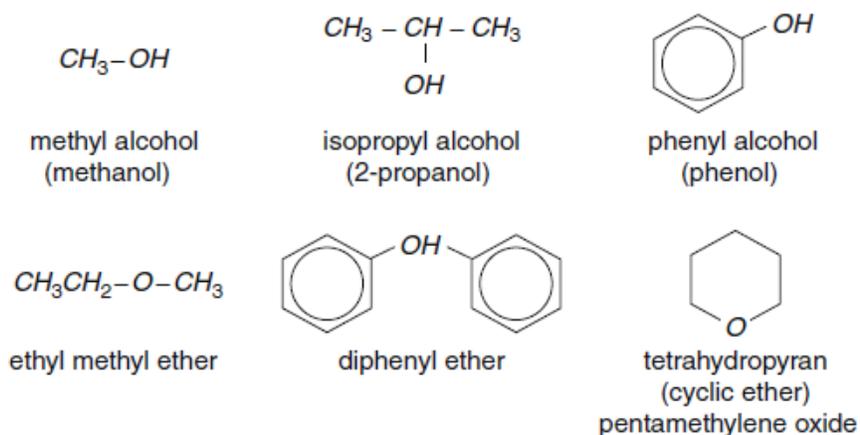
Los tiofenos son Compuestos Aromáticos Polinucleares

2.6 COMPUESTOS OXIGENADOS

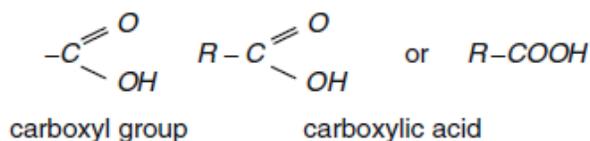
Representan menos de 2 % wt.

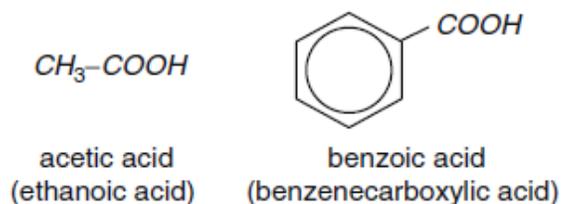
2.6.1 ALCOHOLES

- Alcoholes R-OH,
- Fenol Ar-OH (un H fue reemplazado por el grupo OH)
- Ethers R-O-R', dos grupos funcionales unidos por un átomo de Oxígeno



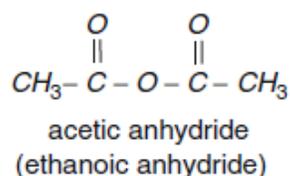
2.6.2 ÁCIDO CARBOXÍLICO R-COOH





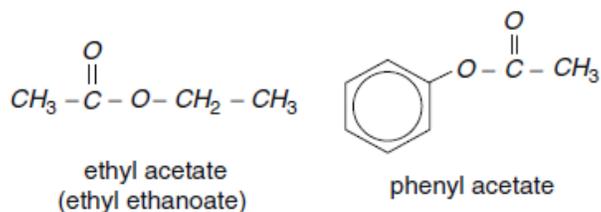
2.6.3 ANHÍDRIDOS DE ÁCIDO CARBOXÍLICO:

Unión de dos grupos COOH y pérdida de H₂O



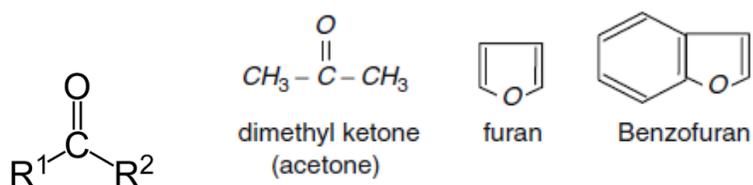
2.6.4 ÉSTERES DE ÁCIDO CARBOXÍLICO:

Se reemplazó el H del grupo ácido por un radical, R-COOR



2.6.5 CETONAS:

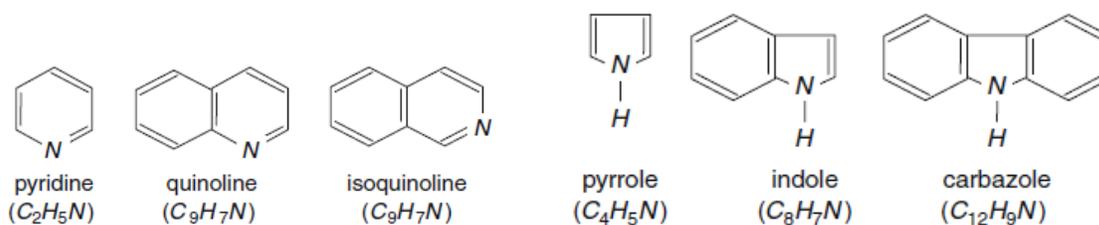
compuesto que presenta un grupo carbonil unido a dos átomos de C



Furano es un hétéro compuesto aromático

2.7 COMPUESTOS NITROGENADOS

- Forman heteroátomos de bajo % en el crudo, la mayoría en fracciones asfálticas
- Más estable que los compuestos de S, por lo tanto, más difícil de remover
- Contribuyen a envenenar catalizadores y formar gomas en gasolina



Heteroátomo de 6 C – compuesto básico o alcalinos

Heteroátomo de 5 C – compuestos no básicos

2.8 ASFALTENOS Y RESINAS

2.8.1 ASFALTENOS:

Son compuestos aromáticos polinucleares condensados, distribuidos en capas unidas entre sí por enlaces saturados. Con el incremento del peso molecular de la fracción de asfaltenos se incrementa también la aromaticidad y el número de heteroátomos. En general, se considera que la estructura de los asfaltenos consiste en un núcleo aromático condensado con cadenas alquílicas laterales y heteroátomos incorporados en muchas de las estructuras cíclicas; el sistema aromático condensado puede tener desde 4 hasta 20 anillos bencénicos Favorecen la formación de coke y deposición de metales causando desactivación en catalizadores

2.8.2 RESINAS:

Son moléculas polares, de estructura similar a los asfaltenos, con menos cantidad de compuestos aromáticos y mayor cantidad de hétero compuestos

3 COMPOSICIÓN DE PRODUCTOS

3.1 LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)

- Grupo de hidrocarburos gaseosos derivados del refino o de la fracción natural
- Etano, propano, butano e isobutano
- Etileno, propileno, butileno e isobutileno
- Se licúan para transporte y almacenamiento

3.2 GASOLINAS

- Mezcla compleja ajustada a una especificación
- Clasificada por su N° de Octano:
- Regular 85-88, medio grado 88-90 y Premium >90
- Mezcla de HC que hierve alrededor de 180°C (355°F) o < 200°C (390°F).
- La mayoría de los HC constituyentes, tienen entre 4 a 12 átomos de carbono y su estructura incluye: parafinas, naftenos e isomerados, sumados a olefinas y aromáticos.

3.3 KEROSENE

- Líquido amarillo pálido, inflamable, usado como combustible, solvente o materia prima de uso petroquímico
- Producto intermedio entre gasolina y diésel, hierve punto ebullición entre 150-300°C
- Se utiliza para base de combustibles tipo JP
- Existen dos categorías, destilado a 200°C y a 300°C

3.4 GASOIL

- Mezcla compleja ajustada a una especificación
- Clasificada por su N° de CETANO (CN)
- 30, 40 y 45
- Facilidad de fluir
- Congelamiento
- Falta de escurrimiento en filtros
- Punto de ebullición menor a 400°C

3.5 FUEL OIL: Usado como combustible en equipos estacionarios

3.6 FUEL OIL RESIDUAL: Combustible de bajo precio, alta viscosidad y azufre

3.7 BASE LUBRICANTE (LUBE OIL): Se distinguen los de base parafínica y nafténica

3.8 ASFALTO: Producto elaborado con corrientes de desasfaltados

3.9 COKE DE PETROLEO: Carbón formado por procesos de conversión contiene asfaltenos y resinas, la composición del grado combustible es 85% C y 4%

4 CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

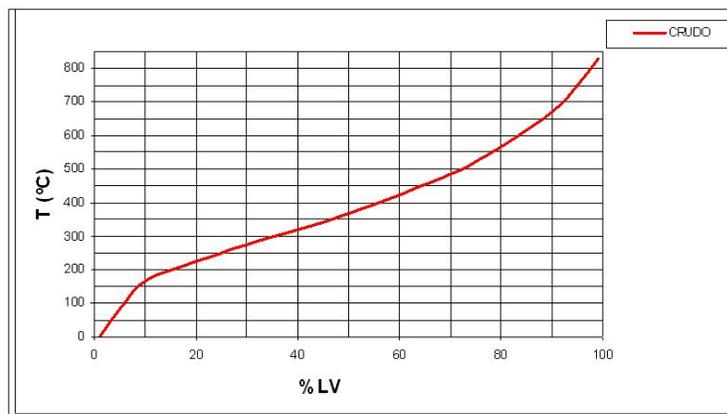
1. FRACCINAMIENTO
2. DESTILACION DE PUNTO DE EBULLICIÓN VERDADERO
3. DESTILACIÓN ASTM
4. DESTILACION SIMULADA POR CROMATOGRAFIA GASEOSA
5. GRAVEDAD API
6. PUNTO DE ESCURRIMIENTO (POUR POINT)

7. VISCOSIDAD
8. INDICE DE REFRACCIÓN
9. PUNTO DE CONGELACIÓN (FREEZING POINT)
10. PUNTO DE ANILINA
11. FLASH POINT
12. N° OCTANO / N° CETANO
13. PUNTO DE HUMO
14. AGUA, SALES Y SEDIMENTOS
15. PESO MOLECULAR

4.1 FRACCIONAMIENTO

4.1.1 TRUE BOILING POINT DISTILLATION

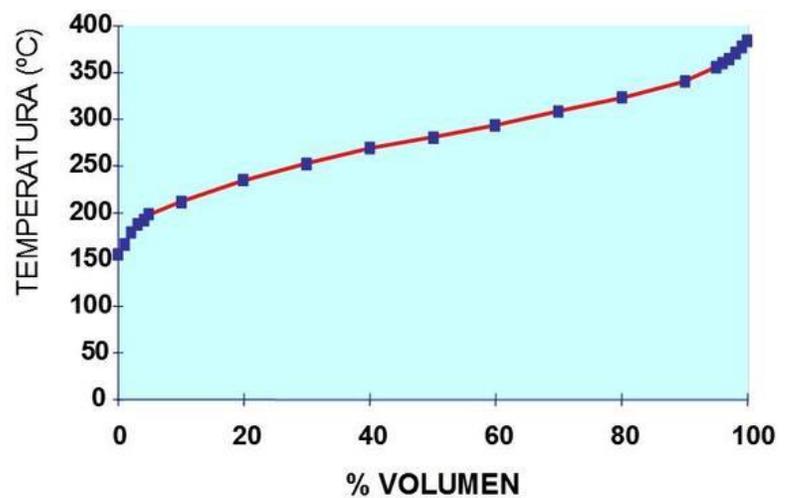
- ASTM 2892
- Curva de destilación de T° de ebullición vs vol. o masa destilada
- Equipo de 15-18 platos teóricos con Relación reflujo de 5:1
- Hasta 340°C (644°F) es atmosférica, para mayores de usa vacío a 10 mmHg y se continua hasta 535°C, luego se convierte a atmosférica
- Permite fraccionar cortes en rangos, que pueden ser luego analizados desde el punto de vista físico y químico





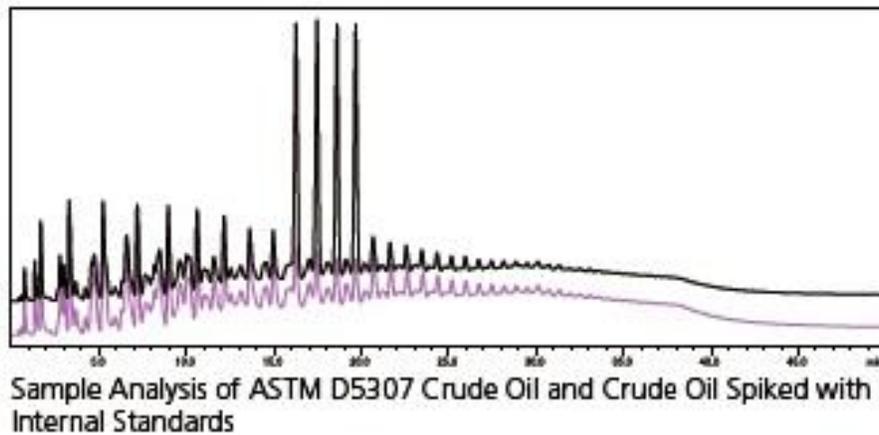
4.1.2 DESTILACIÓN ASTM

- ASTM D86 ATMOSFÉRICA - ASTM D1160 presión reducida
- Curva de destilación de T° de ebullición vs vol. o masa destilada
- Equipo de 1 plato teóricos sin reflujo - COLUMNA SIMPLE
- Es atmosférica hasta 400°C, para mayores de usa vacío
- Permite fraccionar cortes en rangos, que pueden ser luego analizados desde el punta de vista físico y químico



4.1.3 DESTILACIÓN SIMULADA POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA

- ASTM D5307
- Puede separarse en fracciones o cortes de rangos de T° de ebullición



4.2 GRAVEDAD API – DENSIDAD

- ASTM D1298
- La densidad califica al crudo, sobre todo comercialmente
- $API = (141.5/SG) - 131.5$
 - SG = Gravedad específica del crudo respecto al agua 60°F (15.6°C)

Crude Category	Gravity
Light crudes	API > 38
Medium crudes	38 > API > 29
Heavy crudes	29 > API > 8.5
Very heavy crudes	API < 8.5

4.3 POUR POINT o PUNTO DE ESCURRIMIENTO

- ASTM D97
- Punto definido como la menor temperatura a la cual la muestra fluye
- Indica la dificultad de transporte del fluido
- Indica el tipo de base del crudo, parafínica o aromática
- Bajo pour point indica bajo contenido de parafina

4.4 VISCOSIDAD

- ASTM D445 y D446
- Indica la resistencia a fluir
- Se utiliza la viscosidad cinemática (cSt) en centistokes y puede expresarse en USS (Universal Sayboly Seconds)
- Se mide a 100°F (37.8°C) o 210°F (99°C)

4.5 INDICE DE REFRACCIÓN

- ASTM D1218
- Relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en el fluido
- Usada para integrar correlaciones matemáticas
- No puede ser aplicado a todos los HC (coloreados)
- Necesita tratamiento previo la muestra

4.6 PUNTO DE CONGELACIÓN (Freezing Point)

- ASTM D4790 – D16
- Temperatura mínima a la cual la muestra se solidifica a presión atm.
- Indica concentración de parafinas y asfaltenos
- Muy importante para JP y algunos combustibles especiales.

4.7 PUNTO DE ANILINA

- ASTM D611
- Temperatura mínima a la cual una mezcla de 50% de anilina y 50% de muestra, es miscible
- Indica concentración de aromáticos, alto punto de anilina indica alto contenido de parafinas.
- Utilizado para combustibles diesel.

4.8 FLASH POINT

- ASTM D1711-D09 Y D1695
- Temperatura mínima a la cual suficiente vapor es producido en la superficie del líquido, provocando una ignición espontánea si se presenta una chispa

- Indica la inflamabilidad del producto, importante para transporte y almacenamiento.
- Flash point bajo, indica alto potencial de riesgo de ignición

4.9 N° DE OCTANO

- ASTM D2700
- Capacidad del producto de resistir la autoignición, cuando es sometido a aumento de la presión y temperatura
- N-heptano se asigna n°O=0 y a iso octano asigna n°O=100
- Detonación ocurrida en forma similar a la referida por una mezcla, volumétrica equivalente, entre estos compuestos.
- Ej 90 Octanos significa que el poder antidetonante es similar a una mezcla de 90% de iso octano en n-heptano.
- RON y MON

4.10 N° DE CETANO

- ASTM D976
- Capacidad del producto de LOGRAR autoignición, cuando es sometido a aumento de la presión y temperatura
- Alfa metil naftaleno CN=0 y hexadecano CN=100
- Detonación ocurrida en forma similar a la referida por una mezcla % volumétrica equivalente entre estos compuestos,
- Ej 50 cetanos significa que el poder detonante es similar a una mezcla de 50% de hexadecano en alfa metil naftaleno.
- IC = Índice de cetano: calculado a partir de la curva de destilación y la densidad

4.11 SMOKE POINT

- ASTM D1322
- Evalúa la capacidad de quemado de combustibles, como kerosene y JP
- Medida como la altura máxima generada por una llama libre de humo (mm)

4.12 AGUA, SALES Y SEDIMENTO

- ASTM D6470

- Evalúa la cantidad de agua, sales disueltas en agua y sedimentos en crudo
- Cl_2Mg , $ClNa$, Cl_2Ca son los más comunes
- Sales causan problemas de procesamiento, corrosión, abrasión, desactivación de Cat.
- Sedimentos no solubles: arenas, rocas, lodo, etc

4.13 PESO MOLECULAR

- Evaluados por métodos indirectos
- Los pesos moleculares promedios de fracciones de petróleo se ubican entre 100 y 500
- Utilizados para integrar paquetes de correlaciones

5 ANALISIS QUIMICOS

1. ANÁLISIS ELEMENTAL
2. RESIDUO DE CARBÓN
3. ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS DETALLADOS
4. ANÁLISIS SARA

5.1 ANÁLISIS ELEMENTAL

- ASTM D2622
- Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry – Sulfuros en petróleo
- ASTM D5708
- Determinación de Metales en petróleo (Fe, Ni y Va)

Métodos de absorción atómica, espectrometría de rayos X y plasma de Argón

5.2 RESIDUO DE CARBÓN

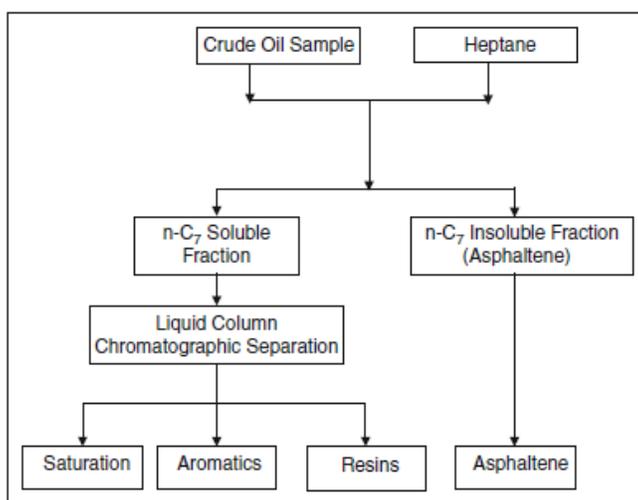
- ASTM D189 - Conradson Carbon Residue (CCR)
 - Anticipa la performance de los procesos de craqueo y coqueo. Tendencia a la formación de carbón a elevada temperatura
- ASTM D524 - Ramsbottom Carbon Residue (RCR)
- ASTM D4530 Micro Carbon Residue (MCR)

5.3 ANÁLISIS DETALLADO DE HC

- ASTM D5445
- CROMATOGRAFIA GASEOSA y HPLC con estándares conocidos
- PIONA (Parafins, Iso parafines, Olefines and Aromatics)

5.4 ANÁLISIS SARA

- ASTM D4124 – SARA (Saturate, Aromatics, Resins and Asphaltenes)
 - Utilizado en cortes de crudo pesado, crudos o residuos



TEST ASTM

TBP (°F)	ASTM distillation (D86/D1160)	True boiling point (D2892)	Simulate distillation (D5307)	API/SG (D1298)	Total sulphur (D4294)	Mercaptants (D3227)	H ₂ S (D325)	Total nitrogen D4629	Viscosity (2 Temp) D445 (D446)	Pour point (D97)	Organic chlorides (D4929)	Acid number (D664)	Carbon residue (D189)	Metals (D5708)	Cetane index (D4737)	Aniline point (D611)	Smoke point (D1322)	Octane number (D2700)	Vapour pressure (D323)	Wax and asphaltene	Sediment and water (D473)	Salt content (D6470)	Refractive index (D1218)
Crude	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x
LPG	x	x	x	x																			
LSR 90-180	x	x	x	x	x	x	x				x							x					
HSR 180-380	x	x	x	x	x	x	x				x					x							x
Kero 380-520	x	x	x	x	x	x	x	x			x				x	x	x						x
LGO 520-610	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x			x	x	x						x
HGO 610-800	x	x		x	x			x	x	x			x	x						x			
VGO 800-1050				x	x			x	x	x			x		x	x				x			x
VR 1050+				x	x			x	x				x	x						x			

6 PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE CRUDO Y FRACCIONES DE PETRÓLEO

- Dada la complejidad de composición del crudo y sus fracciones, no pueden estimarse sus propiedades como compuestos puros.
- Las propiedades evaluada de un bulk, no siempre indican a las propiedades de la mezcla.
- Utilizando propiedades representativas de la mezcla, como:
 - Temperatura de ebullición media
 - Gravedad específica
 - Peso molecular

SON ÚTILES PARA PREDECIR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA

6.1 PREDICCIÓN DE PROPIEDADES TERMOFÍSICAS

Thermodynamic properties Enthalpy Heat capacity Compressibility factors Equilibrium <i>K</i> -values Flash curves Transport properties Viscosity Thermal conductivity Diffusivity Physical properties Densities Volumes
--

6.1.1 DATOS DE ENTRADA

- Gravedad Específica
- BPC (boiling point curve) – AST o TBP distillation
- Viscosidad Cinemática
- Índice de Refracción (*n*)
- Peso molecular (*M*)

Deben ser evaluadas en condiciones de laboratorio realmente en la muestra, excepto TBP o *M*, que pueden ser calculadas

- Gravedad Específica

$SG_{oil} = \rho_{oil} / \rho_{agua} \quad @1 \text{ atm}, 60^\circ\text{F} (15.6^\circ\text{C})$

$API = 141.5 / (SG) - 131.5$

determinación picnométrica o densimétrica proveniente de °Be

- CONVERSIÓN ENTRE TBP Y DESTILACIÓN ASTM
- Se encontró la ecuación de aproximación-Riazi y Daubert (API), indicando T° Ra
 - °Ra = °F+459.67
 - °C = 5/9(Ra-491.67)

Volume % distilled	<i>a</i>	<i>b</i>
0	0.9167	1.0019
10	0.5277	1.0900
30	0.7429	1.0425
50	0.8920	1.0176
70	0.8705	1.0226
90	0.9490	1.0110
95	0.8008	1.0355

$$TBP = a(\text{ASTMD86})^b \quad (\text{ecuación 3.3})$$

6.1.2 VALORES MEDIOS DE ESTIMACIÓN

Analizando la curva de destilación ASTM D86, se consideran 5 valores de temperaturas de ebullición, en función de los volúmenes destilados. (10,30,50,70 y 90%)

- VABP (volumen average boiling point)= T° promedio volumétrica de ebullición

$$VABP = \frac{T_{10} + T_{30} + T_{50} + T_{70} + T_{90}}{5}$$

- MeABP = T° media promedio de ebullición

$$MeABP = VABP - \Delta$$

$$\ln \Delta = -0.94402 - 0.00865(VABP - 32)^{0.6667} + 2.99791 SL^{0.333}$$

$$SL = \frac{T_{90} - T_{10}}{90 - 10}$$

6.1.3 FACTOR WATSON (K)

Indica la performance estimada para procesos de craking térmico

12,5 <K<13 Crudos de base parafínica

10.5 <K<12.5 crudos de base nafténica

K<10 crudos de base aromática

$$K = \frac{(\text{MeABP})^{1/3}}{\text{SG}}$$

Ejemplo n° 1

- Datos de destilación ASTM D86 indican y gravedad API es 62

Volume % distilled	0	10	30	50	70	90	95
Temperature (°C)	36.5	54	77	101.5	131	171	186.5

a-Convertirlos a TBP usando método API

b-Calcular el factor Watson (K)

Resolución:

a – Conversión de datos de Tb ASTM a TBP

Conversión con ecuación 3.3 (obtiene temperatura TBP en °C)

Volume % distilled	D86 T (°C)	TBP (°C) API method equation (3.3)
0	36.5	14.1
10	54	33.4
30	77	69.0
50	101.5	101.6
70	131	135.2
90	171	180.5
95	186.5	194.1

$$\text{VABP} = \frac{129.2 + 170.6 + 214.7 + 267.8 + 339.8}{5} = 224.4 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{SL} = 2.6325$$

$$A = 18.279$$

$$\text{MeBP} = 224.4 - 18.3 = 206.1 \text{ } ^\circ\text{F} \quad \text{or} \quad 96.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$SG = \frac{141.4}{62 + 131.5} = 0.7313$$

$$K = \frac{(206.1 + 460)^{1/3}}{0.7313} = 11.94$$

6.2 CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMOFÍSICAS

6.2.1 PESO MOLECULAR (M)

- Necesarios para cálculos de balance de materia y energía
- Existen métodos para su determinación experimental por cromatografía de permeado en gel o depresión de punto de congelamiento
- Ecuación de Pedersen

$$M = 42.965[\exp(2.097 \times 10^{-4}T_b - 7.78712 SG + 2.08476 \times 10^{-3}T_b SG)] T_b^{1.26007} SG^{4.98308}$$

M= Peso molecular de la fracción de petróleo

T_b = MeATB temperatura media promedio de ebullición (K)

SG = gravedad específica @60°F

6.2.2 VISCOSIDAD (v)

- Necesarios para cálculos de diseño
- Ecuación de Pedersen para fracciones de petróleo (Centistokes)

$$\log v_{210} = -0.463634 - 0.166532(API) + 5.13447 \times 10^{-4}(API)^2 - 8.48995 \times 10^{-3}K(API) + \frac{8.0325 \times 10^{-2}K + 1.24899(API) + 0.197680(API)^2}{API + 26.786 - 2.6296K}$$

@ 210°F (99°C)

$$\log v_{100} = 4.39371 - 1.94733K + 0.127690K^2 + 3.2629 \times 10^{-4}(API)^2 - 1.18246 \times 10^{-2}K(API) + \frac{0.17161K^2 + 10.9943(API) + 9.50663 \times 10^{-2}(API)^2 - 0.860218K(API)}{API + 50.3642 - 4.78231K}$$

@ 100°F (37.8°C)

API = gravedad API

K = factor watson

6.2.3 INDICE DE REFRACCIÓN (n)

- Necesarios para integrar correlaciones
- No siempre pueden ser evaluadas las propiedades de fracciones experimentalmente

Ecuación de HUANG

$$n = \left(\frac{1 + 2I}{1 - I} \right)^{1/2} \quad I = a \exp(bT_b + cSG + dT_bSG) T_b^e SG^f$$

Constants	Light fractions	Heavy fractions
Molecular weight range	70–300	300–600
Boiling point range (°F)	90–650	650–1000
<i>a</i>	2.266×10^{-2}	2.341×10^{-2}
<i>b</i>	3.905×10^{-4}	6.464×10^{-4}
<i>c</i>	2.468	5.144
<i>d</i>	-5.704×10^{-4}	-3.289×10^{-4}
<i>e</i>	0.0572	-0.407
<i>f</i>	-0.720	-3.333

I= Factor de caracterización de HUANG

T_b = MeATB temperatura media promedio de ebullición (Ra)

SG = gravedad específica @60°F

M= peso molecular de la fracción de petróleo

7 ANÁLISIS DE CRUDO – CRUDE OIL ASSAY

Es un conjunto de procedimientos, técnicas y metodologías estandarizadas para la evaluación química en laboratorio, de materias primas asociadas al petróleo crudo. Los resultados de las pruebas de ensayo de crudo (crude assay) proporcionan datos exhaustivos detallados de análisis de hidrocarburos para los refinadores, los comerciantes de petróleo y los productores. Los datos del ensayo aportan información necesaria a las refinerías para determinar si una materia prima de petróleo crudo es compatible para una refinería de petróleo en particular o si el petróleo crudo podría causar problemas de rendimiento, calidad, producción, ambientales y de otro tipo

7.1 CRUDO MEDANITO – CRUDE ASSAY

%

Distillation Summary	Light	Medium	Heavy	Kero	Atm	Light	Heavy	Vac	Atm	
	Naphtha	Naphtha	Naphtha		Gas Oil	VGO	VGO	Resid	Resid	
TBP Temp At Start, °C	10	80	150	200	260	340	450	570	340	
TBP Temp At End, °C	80	150	200	260	340	450	570	End	End	
Yield at Start, vol%	1.2	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	51.9	
Yield at End, vol%	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	100.0	100.0	
Yield of Cut (wt% of Crude)	4.9	11.3	7.2	8.0	15.0	19.3	14.9	18.5	52.7	
Yield of Cut (vol% of Crude)	6.4	13.0	7.8	8.3	15.1	18.5	13.7	15.8	48.1	
TBP Distillation, vol%	°C Start	10	79	150	200	260	340	450	570	340
	°C 5%	28	81	152	203	264	345	455	578	353
	°C 10%	28	90	155	207	269	350	460	586	367
	°C 30%	36	98	164	219	285	371	481	624	425
	°C 50%	60	118	174	232	301	392	504	671	492
	°C 70%	69	126	184	243	317	414	528	738	578
	°C 90%	69	142	195	255	332	438	555	861	731
	°C 95%	72	146	197	257	336	444	563	926	813
	°C End	79	150	200	260	340	450	570	End	End

Crude assay-TBP y T° expresadas en función de % de destilado

La caracterización puede realizarse a nivel de inspección simple o a nivel de ensayo completo. Las pruebas pueden incluir la caracterización del petróleo crudo de los crudos enteros y las diversas fracciones del intervalo de ebullición producidas a partir de la destilación física o simulada mediante diversos procedimientos.

Summary of Major Cuts	Whole Crude	Light Naphtha	Medium Naphtha	Heavy Naphtha	Kero	Atm Gas Oil	Light VGO	Heavy VGO	Vacuum Resid	Atm Resid
TBP Temp At Start, °C	Start	10	80	150	200	260	340	450	570	340
TBP Temp At End, °C	End	80	150	200	260	340	450	570	End	End
Yield at Start, vol%		1.2	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	51.9
Yield at End, vol%		7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	100.0	100.0
Yield of Cut (wt% of Crude)		4.9	11.3	7.2	8.0	15.0	19.3	14.9	18.5	52.7
Yield of Cut (vol% of Crude)		6.4	13.0	7.8	8.3	15.1	18.5	13.7	15.8	48.1
Gravity, °API	32.9	84.0	58.0	49.3	40.0	34.1	26.7	20.9	9.4	19.0
Specific Gravity	0.86	0.66	0.75	0.78	0.82	0.85	0.89	0.93	1.00	0.94
Sulfur, wt%	0.47	0.01	0.01	0.02	0.04	0.18	0.45	0.67	1.35	0.83
Mercaptan Sulfur, ppm		7	13	4	4					
Nitrogen, ppm	1213	0	0	1	1	18	403	1342	5029	2295
Hydrogen, wt%		16.3	14.4	14.4	13.8	13.3	12.9	12.3		
Viscosity @ 40 °C (104 °F), cSt	8.60	0.43	0.61	1.00	1.77	4.34	24.22	3.30E+02	3.E+06	5.53E+02
Viscosity @ 50 °C (122 °F), cSt	6.70	0.40	0.56	0.88	1.51	3.50	16.62	1.74E+02	7.E+05	2.92E+02
Viscosity @ 100 °C (212 °F), cSt	2.62	0.31	0.40	0.56	0.83	1.53	4.44	1.98E+01	4.E+03	3.19E+01
Viscosity @ 135 °C (275 °F), cSt	1.64	0.28	0.34	0.45	0.64	1.02	2.42	7.86E+00	4.E+02	1.24E+01

Crude assay-TBP y Heterocompuestos y viscosidad cinemática

Summary of Major Cuts	Whole Crude	Light Naphtha	Medium Naphtha	Heavy Naphtha	Kero	Atm Gas Oil	Light VGO	Heavy VGO	Vacuum Resid	Atm Resid
Freeze Point, °C	46	-124	-99	-72	-42	-7	24	46	71	57
Pour Point, °C	-24	-130	-104	-75	-46	-12	19	41	73	18
Smoke Point, mm (ASTM)	5	38	35	30	24	17	8	3	1	3
Aniline Point, °C	80	72	56	59	64	73	86	97	105	96
Total Acid Number, mg KOH/g	0.7	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Cetane Index, ASTM D4737				44	47	56				
Diesel Index	58	135	77	68	59	56	50	43	21	39
Characterization Factor (K Factor)	12.0	12.7	11.9	11.9	11.8	11.8	11.9	12.1	12.0	12.0
Research Octane Number, Clear		71.9	61.5	37.6						
Motor Octane Number, Clear		71.5	60.6							
Paraffins, vol%		90.9	53.4	42.1	36.5					
Naphthenes, vol%		9.1	33.8	43.9	46.2					
Aromatics, vol%		0.0	12.8	13.8	17.1					
Thiophenes, vol%										
Molecular Weight	255	103	117	145	176	227	316	469	813	443
Gross Heating Value, MM BTU/bbl	5.90	4.81	5.30	5.50	5.72	5.87	6.06	6.22	6.51	6.26
Gross Heating Value, kcal/kg	10888	11617	11272	11160	11006	10905	10753	10631	10286	10569
Gross Heating Value, MJ/kg	45.6	48.6	47.2	46.7	46.0	45.6	45.0	44.5	43.0	44.2
Heptane Asphaltenes, wt%	0.8								4.3	1.5
Micro Carbon Residue, wt%	3.4								17.8	6.5
Ramsbottom Carbon, wt%	3.0								15.7	5.7
Vanadium, ppm	13								70	25
Nickel, ppm	5								27	10
Iron, ppm	3								17	6

Crude assay -Propiedades termofísicas y metales