



Estudios y Servicios Petroleros S.R.L.

NOTA TÉCNICA N° 87

Hoja 1 de 10

LOS CRUDOS MARCADORES (Tracers) y EL PERFIL QUÍMICO (crude oil assay) DE LOS CRUDOS DE VENTA.

Los petróleos crudos se comercializan en el mundo sobre la base de su perfil químico (crude oil assay) y tomando como referencia crudos internacionales.

Esta nota técnica está referida a esos dos aspectos poco difundidos en el upstream (excepto entre especialistas en comercialización).

Los Crudos de Referencia (tracers).

Los tres crudos de referencia más difundidos en el mundo y sus características esenciales son:

- WTI (West Texas Intermediate) : 39,6 API – 0,24 % S
- Brent (North Sea Brent) : 38,3 API – 0,37 % S
- UAE Dubai : 31 API -2,0 % S

Aunque el perfil químico del crudo evalúa muchas propiedades químicas como veremos luego, las dos más importantes propiedades determinantes del precio del crudo son su API y su contenido de azufre (S).

Un crudo marcador o trazador es aquel cuyo precio sirve como referencia para las transacciones realizadas con otros crudos, se vende o se compra al precio del crudo marcador con un diferencial acordado entre las partes y referido al API y al S del crudo de venta.

El primer crudo internacional fue el Árabe liviano de 34 API pero luego se reemplazó por el WTI y el Brent. La migración hacia otros crudos de referencia se debe a muchas causas, por ejemplo el volumen que el crudo aporta al mercado.

Los países de la OPEP, que controlan el 30 % de la producción mundial de crudo (29 mm bbl/d de 85 mm bbl/d) ofrecen sus crudos con un descuento adicional respecto del WTI porque sus crudos son más pesados y más agrios. Veamos las características de algunos crudos OPEP:



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 2 de 10

Crudo	Origen	°API	S%
Sahara Blend	Argelia	45	0,09
Girasol	Angola	29,9	0,32
Minas	Indonesia	35,3	0,09
Marine	Quatar	34	---
Burban	UAE	39	---
PCF Bachaquero	Venezuela	17	---
Bassora Light	Iraq	37	---
Es Sidra	Libia	37	---
Bonny Light	Nigeria	33,4	0,16
Arabian Light	A. Saudita	32,8	1,97
Irabian Heavy	Iran	30,02	1,77
Kuwait Blend	Kuwait	30,2	2,72

Los crudos de referencia deben representar al mercado comprador y muchas refinerías están comprando “crudos de oportunidad” (ver nota técnica 85) para mejorar sus canastas de procesamiento (más de 80% del gasto de una refinería es el costo del crudo a procesar).

Arabia Saudita abandonó el WTI como crudo de referencia y adoptó el ASCI (Argus Sour Crude Index) que proviene de la mezcla de varios crudos del Golfo de México –crudos intermedios y agrios, más representativos de los crudos árabes, estos son:

Crudo	% S	°API
Mars	1,93	28,8
Poseidón	1,72	30,9
SG Canyon	2,36	28,7
ASCI	1,98	29,1

Kuwait, Iraq, Canadá y Brasil adoptaron el ASCI y México evalúa adoptarlo. El WTI representa a los petróleos dulces y livianos de los cuales las reservas están en disminución . Los crudos Argentinos tpificados son:

- Escalante : 24,1 API – 0,19 % S
- Medanito : 34,9 API – 0,48 % S



Perfil Químico de crudos (crude oil assay –COA).

La palabra “assay” tiene varias acepciones en castellano pero es muy precisa en ingles, usaremos la palabra inglesa por razones de precisión en adelante. Un “crude oil assay” es esencialmente la evaluación química del crudo. Cada crudo tiene características químicas únicas y diferencias cruciales en su calidad. Los resultados de una COA proveen extensivos detalles de análisis para refinadores, traders y productores. Veamos un COA simple de dos tipos de crudos:

Volumen %v destilado	Liviano Dulce	Pesado Agrio
< 99 °F	4,4	3,4
99 - 210 °F	6,5	4,1
210 - 380 °F naftas	18,6	9,1
380 - 510 °F kerosen	13,8	9,2
510 - 725 °F destilados	32,4	19,3
725 - 1.050 °F gas oils	19,6	26,5
< 1.050 °F Residuos	4,7	28,4
S % p	0,3	4,9
°API	34,8	22,0

Como vemos, los rendimientos serán diferentes según el tipo de crudo que se trate y en consecuencia cada una de las fracciones que se obtengan tendrán propiedades diferentes derivadas de una composición química diferente. Por ejemplo, los compuestos del azufre se particionan en los diferentes cortes según su punto de ebullición , se encuentran como mercaptanos (tioles) en los JPI y se miden por titulación potenciométrica, por cuanto son especificación y el refinador debe definir a que proceso de endulzamiento debería recurrir .

Cuando un refinador se provee de crudo, la información llave que necesita conocer además del precio que pagó el crudo (para su análisis de costos) es el denominado COA.Veamos ahora un COA más avanzado de un crudo tipificado Argentino como es el Medanito.



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 4 de 10

°API	32,9
SG	0,86
S %p	0,47
N total-ppm	1.212,03
TAN mgKOH/g	0,7
P. point °C	-23,98
Kuop	12,05
cStk @ 40 °C	8,6
cStk @ 50 °C	6,7
V - ppm	13,06
Ni -ppm	5,01
MCR %p	3,41
Carbon Ramdbottom %p	3,01
Asfaltenos (C ₇)	0,8

Obsérvese que en el anterior COA no se hacen referencias al fraccionamiento sino al crudo entero (whole crude oil) y sus propiedades que, en una operación de Trading condicionan el precio en referencia al crudo “tracer” que se use.

En el anexo pueden verse el análisis de detalle de los diferentes cortes que se obtienen del fraccionamiento del crudo Medanita y sus propiedades.

El COA entrega información detallada y de marketing asistiendo a traders en la toma de decisiones beneficiosas y permitiendo a los refinadores optimizar sus procesos de producción. El COA debe ser tan extensivo como se necesite, cuando la calidad del crudo es muy importante (crudos de oportunidad p.ej) debe incluir el estudio de los cortes. El COA puede incluir una simple caracterización del crudo entero (whole) o bien un fraccionamiento con caracterización de las fracciones obtenidas.

Finalmente veamos el significado de algunos parámetros reportados en un COA.

Gravedad API.

Usualmente medida por el método ASTM D 1298/ D287 es el más simple (hidrómetro) y mide entre 10 (crudo asfáltico) y 50 (condensados) Por definición se refiere a 60F (el st industrial).

Contenido de azufre.

Los crudos contienen entre 0,1 y 5,0 %p normalmente. Se mide como azufre total por ASTM D 4294 o D 5291. más del 5%p se mide por D 1552, una técnica de combustión. Para extremadamente bajos niveles se usa ASTM D 5443 (fluorescencia UV).



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 5 de 10

Pour Point.

Es la temperatura + 3C a la cual una muestra en un vaso recto no se mueve cuando este se invierte. ASTM D 5853 se usa para crudos con PP > a -36C y D97 menores a -36C.

Destilación Simulada.

Se usa ASTM D 5307 (cromatografía gaseosa) .Una curva TBP (true boiling point) se determina ploteando % “destilado” vs. temperatura. No permite estudiar las fracciones.

Destilación Física.

El método ASTM D2892 fracciona en 15 platos teóricos obteniéndose una curva TBP manteniendo una relación de reflujo 5:1 De las fracciones recogidas se evalúan sus propiedades .Un esquema típico de cortes es:

Corte Destilación	Rango Temperatura (°C)
Liviano - Gas natural	Trampa fría
Gasolina liviana	Trampa fria - 70
Nafta liviana	70 -100
Nafta media	100 - 150
Nafta pesada	150 - 190
Kerosen liviano	190- 235
Kerosen pesado	235 - 265
GO atmosférico	265 -343
Residuo atmosférico	mayor a 343

El residuo atmosférico se carga a un destilador a vacío (ASTM D 2892). El método produce fracciones de destilación en el gas oil y rango de lubricantes produciendo un segundo residuo (de vacío). Aunque no hay un esquema se obtienen cortes en intervalos 25-50C.El corte final es a 565C.

Propiedades Físicas de los Cortes.

Densidad

Se expresa en peso por unidad de volumen a 60F. Se mide por varios métodos p. ej ASTM D 287.



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 6 de 10

Punto de Anilina...

Es la menor temperatura a la cual la anilina es soluble en la muestra. Mide la aromaticidad en JP1 y gas oils y es especificación. Se usa la norma ASTM D 611.

Cloud Point.

Es la temperatura a la cual se forma una ligera turbidez atribuida a la formación de cristales de parafina. El método es el ASTM D 2500 (técnica visual). Con tecnología de cambio de fases se usa el método ASTM D 5773.

Punto de Congelación.

Es la temperatura a la cual el cristal comienza a formarse y luego desaparece por calentamiento. Normalmente se hace por D 2386 (visual) y por tecnología de fases por D 592.

Metales.

Se encuentran entre unas pocas ppm y varias miles (heavy oils) .Por sobre 20 ppm (V+Ni) ya son nocivos para los catalizadores. Se miden por AA (métodos viejos) o ICPEs (métodos modernos).

Azufre Mercaptánico.

Proviene de crudos agrios, se usan métodos potenciométricos (titulación con AgNO₃ alcohólico) tales como ASTM D 2887 y UOP 163.

Residuo Micro Carbonoso.

El RMC es proporcional al contenido de asfaltos, normalmente medidos por D 189 (carbón Conradson).

Nitrógeno.

Puede envenenar los catalizadores. Se mide por D 3228 o D 4629.

Indice de Refracción.

Se usa ASTM D 1218, se puede usar para estimar la distribución de moléculas PNA en fracciones.

Presión de Vapor Reid.

Mide la volatilidad de la muestra, normalmente se hace por ASTM D 323 y refiere a 100F en psi .Se mide también en crudos livianos, gasolinas naturales y condensados.

Sales.

El método es conductimétrico, ASTM D 3280 y mide contaminación del petróleo en agua salada.



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 7 de 10

Punto de Humo.

Realizado por ASTM D 1322 determina la máxima altura que llega una llama sin humear en una lámpara. Altos valores indican que el combustible quema limpio. Se mide en jet fuels y kerosenes.

Número de Acidez total (TAN).

El método estándar es el ASTM D664, predice el grado de acidez de petróleo y fracciones. La muestra se disuelve en una mezcla tolueno/IPA/agua y titula con KOH y expresa como mg KOH/g. Los crudos típicamente tienen TAN desde 0,05 a 6 mgKOH/g.

Viscosidad.

Usualmente se mide en centistokes con viscosímetros capilares, el método de referencia es el ASTM D 445.

Para completar esta nota veamos nuevamente los objetivos de un COA y los tipos de COA.

Objetivos de un Crude Oil Assay (caracterización de petróleo crudo).

- Marketing-precio del crudo.
- Transporte del crudo.
- Procesamiento de un crudo nuevo en refinería.
- Expansión / modificación de una refinería : operaciones primarias-secundarias.
- Optimización del rendimiento de productos.
- Agregado de valor.

Tipos de COA, sus objetivos y alcances:

1) COA preliminar .

Objetivos:

- Chequear consistencia de un proveedor de crudo.
- Tener una indicación preliminar de calidad de un nuevo crudo.

Alcances:

- Características del crudo.
- Datos de destilación sin fraccionamiento.



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 8 de 10

2) COA corto.

Objetivos:

- Procesamiento de un nuevo crudo en refinería.
- Chequeo de calidad de un crudo con el tiempo.
- Precio del crudo por benchmarking.

Alcances :

- Características del crudo.
- Microconstituyentes del crudo (S,N,metales trazas).
- Curva TBP.
- Rendimiento y características llave de cortes y residuos.

3) COA detallado

Objetivos :

- Diseño base de una nueva refinería.
- Optimización de rendimiento de productos.
- Selección de procesos secundarios y unidades de tratamiento.
- Modelado y simulación de unidades de refinería.
- Características de marketing.

Alcances :

- Características base y detalle del crudo.
- Microconstituyentes (S,N, metales trazas).
- Rendimientos y características de destilados en el rango atmosférico y de vacío.
- Composición detallada de destilados livianos y composición de hidrocarburos típicos de los destilados medios y de vacío.
- Detallada caracterización de residuos largos y cortos.



NOTA TÉCNICA N° 87
Hoja 10 de 10

MEDANITO - DISTILLATION SUMMARY

	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		10	80	150	200	260	340	450	570	340
TBP Temp At End, °C		80	150	200	260	340	450	570	End	End
TBP Temp At Start, °F		55	175	300	400	500	650	850	1050	650
TBP Temp At End, °F		175	300	400	500	650	850	1050	End	End
Yield at Start, vol%		1.0	6.4	19.2	30.9	42.0	57.5	75.0	86.0	57.5
Yield at End, vol%		6.4	19.2	30.9	42.0	57.5	75.0	86.0	100.0	100.0
Yield of Cut (wt% of Crude)		4.1	11.4	10.9	10.7	15.6	18.4	11.9	16.3	46.6
Yield of Cut (vol% of Crude)		5.3	12.8	11.7	11.1	15.5	17.5	11.0	14.0	42.5
TBP Distillation, vol%	°C Start	10	80	140	200	260	340	450	570	340
	°C 5%	24	81	150	207	264	349	458	577	358
	°C 10%	29	90	153	210	268	354	463	585	369
	°C 30%	38	99	166	221	283	376	481	624	421
	°C 50%	60	116	177	232	300	394	500	662	484
	°C 70%	66	128	188	243	317	418	523	701	583
	°C 90%	71	138	199	254	334	442	550	741	701
	°C 95%	72	142	202	257	339	449	557	764	771
	°C End	80	150	210	260	340	450	570	End	End
TBP Distillation, vol%	°F Start	50	175	290	400	500	650	850	1050	650
	°F 5%	76	177	302	405	507	660	857	1070	676
	°F 10%	84	194	308	410	514	670	865	1085	697
	°F 30%	100	211	330	429	542	708	897	1155	790
	°F 50%	140	240	350	450	572	742	932	1224	904
	°F 70%	150	262	370	470	603	784	973	1294	1081
	°F 90%	159	281	390	490	634	828	1022	1365	1293
	°F 95%	161	287	395	495	642	840	1035	1408	1420
	°F End	175	300	410	500	650	850	1050	End	End