

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SEMILLA PIS-16-03
"Caracterización de los crudos Napo, Oriente y efecto en el asfalto generado en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)"

En la ciudad de Quito D.M., a los doce días del mes de febrero del año dos mil veintiuno, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Semilla **PIS-16-03 "Caracterización de los crudos Napo, Oriente y efecto en el asfalto generado en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)"**, por una parte la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **M.Sc. Ignacio Bladimir Cerón Guerra** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-03**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma para el lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- b) El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprueba el Informe Final de Evaluación de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2016, entre los proyectos aprobados en el informe se encuentra el denominado "*Caracterización de los crudos Napo, Oriente y efecto en el asfalto generado en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)*", presentado por el M.Sc. Ignacio Cerón.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0443-M del 6 de marzo de 2017, se notifica la aprobación del proyecto, y mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0744-M del 10 de abril de 2017, se informa a los Directores de los proyectos Semilla 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

| | |
|-----------------------------------|---|
| Código de Proyecto | PIS-16-03 |
| Nombre del Proyecto | <i>Caracterización de los crudos Napo, Oriente y efecto en el asfalto generado en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)</i> |
| Director del Proyecto | IGNACIO BLADIMIR CERON GUERRA |
| Colaboradores del Proyecto | ALVARO VINICIO GALLEGOS ERAS PABLO ANDRES TREJO TAPIA |
| Departamento | Petróleos (DPET) |
| Líneas de Investigación | Facilidades de superficie |
| Objetivo | Caracterizar el asfalto de la REE utilizando normas ASTM y el efecto en el asfalto |
| Duración del Proyecto | <ul style="list-style-type: none"> • Inicio: 17 de abril del 2017 • Fin planificado: 17 de octubre del 2018 • Duración total: 18 meses |
| Entrega del Informe Final | 6 de septiembre del 2018 |
| Presupuesto asignado | \$ 9.924,83 USD (nueve mil novecientos veinticuatro dólares americanos, con 83/100) |
| Presupuesto ejecutado | \$ 5.776,44 USD (cinco mil setecientos setentaiséis dólares americanos, con 44/100) |



3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-DPET-2018-0571-M del 6 de septiembre de 2018 el M.Sc. Ignacio Cerón, Director del Proyecto PIS-16-03, presenta el Informe Final del Proyecto Semilla que dirige; el informe es revisado por la Dirección de Investigación, que emite las observaciones mediante Memorando EPN-DIPS-2019-0332-M del 29 de mayo de 2019.

El 5 de febrero de 2021, el M.Sc. Ignacio Cerón entrega la información pendiente para el cierre del proyecto, que junto con el Informe Final se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- El crudo carta de la Refinería Estatal Esmeraldas, tiene una gravedad API de 24,7 °API por lo que se caracteriza como un crudo mediano en función de los grados API, y se caracteriza como crudo Oriente en función de la clasificación interna del Ecuador. Corresponde a la familia de los nafténicos, tiene 1,44 % de azufre que le da la calidad de crudo agrio.
- El crudo Napo tiene una gravedad API de 18 °API por lo que se caracteriza como un crudo pesado en función de los grados API, y se caracteriza como crudo Napo en función de la clasificación interna del Ecuador. Corresponde a la familia de los Asfalténicos, tiene 2,18 % de azufre que le da la calidad de crudo agrio.
- La producción de petróleo de un yacimiento viene generalmente acompañada por agua cuya cantidad y grado de salinidad depende principalmente de la edad del yacimiento. Por lo general mientras más viejo es el yacimiento productor mayor será la cantidad de agua asociada al crudo.
- Altos porcentajes de agua humedecen preferencialmente la superficie del metal y favorecen la corrosión, y según Esaklul: En los pozos con un corte de agua bajo <50 % la vida de la tubería de producción es aproximadamente de 5 años, pero una vez que el corte de agua aumenta, la vida de la tubería disminuye drásticamente y llega hasta seis meses aproximadamente para pozos con corte de agua por encima de 90 %. El contenido de sedimentos en el crudo Oriente se realizó con el ensayo basado en la norma ASTM D – 473, y dio como resultado 0,006 % en volumen que es un porcentaje bajo y se encuentra dentro del rango. La presencia de sedimentos en los crudos puede causar el taponamiento de las tuberías y formaciones pastosas en el asiento de los tanques de almacenamiento de difícil limpieza lo que conlleva a un vaciado del tanque, produciendo pérdida en el tiempo de producción y costos adicionales.
- El ensayo para determinar contenido de asfaltenos se lo realiza basado en la norma D – 3279, y dio como resultado 7,47 % en peso. La cantidad de asfaltenos está directamente ligada de forma inversa a la estabilidad del crudo, entre menor es este valor más estable es el crudo. La cantidad de azufre en crudo Oriente es de 1,44 % en peso, lo que indica que es un crudo agrio. La ejecución del ensayo está basada en la norma ASTM D – 4294. El azufre puede variar entre 0,1 y 8 %; este contenido está relacionado con la densidad del crudo y, por tanto, con su calidad.
- El azufre es el heteroátomo más abundante en el crudo y el que más afecta el proceso de transporte y refinación. Los altos niveles de azufre en el flujo pueden desactivar los catalizadores que aceleran las reacciones químicas en ciertos procesos de refinación, provocar la corrosión en el equipo o recipientes que lo contienen, generar la emisión a la atmósfera de compuestos contaminantes y malolientes de azufre, que están sujetos a estrictos controles reglamentarios. Los asfaltos, sedimentos y heteroátomos presentes en el crudo se acumulan en muchos lugares a lo largo del sistema de producción, desde el interior de la formación hasta las bombas, la tubería de producción, los cabezales de los pozos, las válvulas de seguridad, las líneas de flujo y las instalaciones en superficie. Estos componentes presentes en el crudo también producen la corrosión y bloqueo.

- El ensayo de contenido de nitrógeno se realizó basado en la norma ASTM D – 5762, con un resultado de 2.167,68 ppm. La industria petrolera es la tercera generadora de óxidos de nitrógeno, los óxidos de nitrógeno reaccionan con la luz solar y son componentes de la lluvia ácida, la exposición de altos niveles de óxidos de nitrógeno puede causar problemas para la salud. El ensayo de contenido de sal se ejecuta, basado en la norma ASTM D -3230, con un resultado de 11,38 ptb. Los problemas del contenido de sal en el crudo son la disminución del diámetro del pozo lo que lleva a una disminución de la producción; las sales que se depositan en las tuberías, en los tubos de los intercambiadores disminuyen la transferencia de calor, y en los tubos de los hornos crea puntos calientes que favorece a la deposición de coque.
- El número de ácido es un parámetro que indica la cantidad ácidos orgánicos presentes en el crudo o fracción. Se mide en miligramos de KOH requeridos para neutralizar la acidez de un gramo de muestra, valores por encima de 0,15 se consideran elevados. El crudo Oriente obtuvo un resultado de número de ácido de 0,17 mg KOH/g que es elevado, el ensayo se realizó basado en la norma ASTM D – 664. La presión de vapor de los crudos es utilizada para el manejo y el tratamiento general e inicial de evaporación de disolventes volátiles del petróleo. El ensayo para medir esta propiedad está basado en la norma ASTM D – 323 obteniendo un resultado de 18,98 Kpa; es el primer ensayo que se debe realizar.
- La medida de la presión de vapor es importante conocer debido que en el transcurso de las diversas operaciones de trasiego que es el llenado y vaciado de cisternas y tanques, se aprecian pérdidas de hidrocarburos ligeros; para evitar estas pérdidas es recomendable utilizar tanques de techo flotante. El punto de vertido junto con la viscosidad se debe considerar en el transporte y bombeo de los hidrocarburos, y en las estaciones del año principalmente el invierno y las tierras gélidas. El ensayo se lo realiza basado en la norma ASTM D – 97, obteniendo como resultado - 39°C.
- El ensayo de contenido de carbonos nos indica la tendencia a la formación de coque. En crudos más pesados es normal que se obtengan valores más altos de este parámetro y se considera guarda una relación estrecha con el contenido de asfaltenos y en cierta forma con la estabilidad de estos en el medio que los contiene. El ensayo de este parámetro se lo realiza basado en la norma ASTM D – 4530, obteniendo como resultado 8,62 % m/m. La medida de la viscosidad de los crudos a diferentes temperaturas es importante para el cálculo de las pérdidas de carga en los oleoductos, tuberías y condiciones de la refinería; para especificaciones de bombas e intercambiadores, y para definir las posibilidades de bombeo de los productos y el tipo de régimen de los caños.
- La magnitud de la viscosidad depende de la conformación química del crudo y de la temperatura ambiente, de manera que, a mayor proporción de fracciones ligeras, menor es la viscosidad como en el caso del crudo Oriente. El resultado de viscosidad obtenido a 30 °C es 62,55 mm²/s, a 40 °C es de 33,04 mm²/s, a 50 °C es 34,26 mm²/s, el ensayo se realizó basado en la norma ASTM D – 445. El crudo Oriente al tener un API de 24,7 se clasifica como un crudo mediano con bajo contenido de agua y sedimentos. Es un crudo agrio con residuos de carbono y de asfaltenos de rango bajo y dentro de los límites de aceptación. Por estas razones se sugiere una tubería de acero al carbón y aleaciones con níquel, cromo y molibdeno, lo que brinda mayor seguridad industrial y performance de las instalaciones petroleras.
- La calidad de asfalto depende del tipo de crudo y de los componentes. El crudo Oriente al ser un crudo mediano con un API de 24,7 tiene mayor rendimiento en la obtención de productos destilados medios debido a que pertenece al grupo de petróleo de base intermedia, sin embargo, cumple con las propiedades para ser procesado en la Refinería Esmeraldas y de este se obtiene los dos tipos de asfaltos AC – 20 y RC – 250.



- El presente trabajo también sirvió para constatar que los ensayos realizados en el Departamento del Laboratorio de la Refinería Esmeraldas cumplen con los procedimientos y los reglamentos basados en las normas ASTM.
- El asfalto de la refinería REE, es el AC-20 y tiene la viscosidad de 672,9 Pas a 60 °C, con la norma ASTM D2171_NTE INEN 810. El índice de penetración es de 75 dmm, y según la norma ASTM D%_NTE INEN 918 a 25 °C, 100 gr y 5 seg. Estas características son de asfaltos medios y son sujetos de mejoramiento. Por tal razón en la fase 3 de esta investigación, intentamos ensayar pruebas de asfalto modificado preliminarmente con nano partículas locales. Este asfalto es de mejor calidad del proveniente de crudos parafínicos.
- Las condiciones reales del Asfalto AC-20, requiere modificación en los factores de Viscosidad y Rigidez. Respecto a la nanopartícula utilizada es un tipo de arcilla, tipo nanoclay que tiene en la base química, óxido de Aluminio y Silicio en un porcentaje sobre el 60 % del cuerpo amorfo. Esta característica es muy positiva porque hay la posibilidad de integrar la partícula al contenido de asfalto AC-20 y modificar las propiedades antes descritas. La obtención de la partícula fue exitosa y se usó métodos mecánicos para lograr una partición muy apropiada de la masa de arcilla, que se adquirió en la provincia de los Tsáchilas y Santa Elena.
- Los parámetros visco elásticos que fueron evaluados por el Reómetro son: Modelo Complejo en Corte G* (determina la propiedad viscosa del ligante) y Ángulo de Fase δ . Estas propiedades del actual asfalto y envejecidos y/o modificados en los hornos RTFO y PAV, definen un grado mayor en calidad en bajas y altas temperaturas dentro de su desempeño. El grado de asfalto Natural es PG64-22(AC-20) y se quiere llegar a obtener al menos asfaltos de grado PG 70-28.

PRODUCTOS:

- Artículo aceptado para revisión: "A Physical - Chemical characterization of east crude in the Esmeraldas State Refinery"; Bastidas Mónica, Cerón Bladimir, Gallegos Álvaro; "Revista Facultad de Ingeniería" (Scopus Q3); ISSN: 01206230, 24222844; febrero 2021.
- Ponencia a la comunidad politécnica: "Las nanopartículas y sus potenciales aplicaciones en la recuperación mejorada de petróleo en Ecuador"; Cerón B., Paucar M., Rivera G.; VIII Jornadas Ciencias de la Tierra, EPN; mayo 2017.
- Proyecto de titulación de Ingeniería en Petróleos: "Caracterización físico-química del crudo Oriente en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)"; Bastidas Ulcuango Mónica Patricia; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19723>; septiembre 2018.
- Proyecto de titulación de Ingeniería en Petróleos: "Caracterización físico-química del crudo napo en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)"; Zamora Aguilar Estela Isabel; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20214>; abril 2019.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Semilla PIS-16-03 fue de \$ 9.924,83 USD (nueve mil novecientos veinticuatro dólares americanos, con 83/100), y se ejecutaron \$ 5.776,44 USD (cinco mil setecientos setenta y seis dólares americanos, con 44/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5. FINALIZACIÓN:

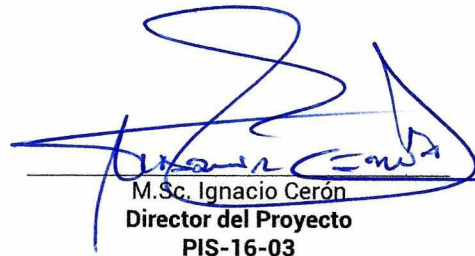
Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Semilla PIS-16-03 "Caracterización de los crudos Napo, Oriente y efecto en el asfalto generado en la Refinería Estatal Esmeraldas (REE)".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los doce días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.



Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación



M.Sc. Ignacio Cerón
Director del Proyecto
PIS-16-03

sp/cr

