



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Ingeniería Química /
- 2.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Petróleo Crudo /
- 2.

1 Proyecto de Investigación

Título:

Estudio del efecto de reductores de viscosidad en crudo pesado

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

En el presente proyecto de investigación se evaluará la eficiencia de cuatro productos reductores de viscosidad para crudo pesado. Los productos utilizados se encuentran en etapa de prueba, de los resultados de este trabajo se procederá a implementar el uso del viscorreductor que presente mejores resultados en las líneas de transporte de crudo que tienen problemas debido a altas presiones causadas por la alta viscosidad el crudo que transportan.

Para simular los cambios térmicos que atraviesa el crudo desde que sale de la formación, se realizarán pruebas en el laboratorio de viscosidad a distintas temperaturas en condiciones de calentamiento y enfriamiento. Adicionalmente se probarán cuatro diferentes dosis de los reductores de viscosidad.

Para validar la eficiencia del reductor de viscosidad escogido se procederá con pruebas de inyección del químico en línea de transferencia desde Auca Sur 1 hacia la estación Auca Sur (Petroamazonas). Finalmente se realizará una estimación económica para el sistema propuesto que incluirá línea base, variaciones del consumo energético de la bomba y la rentabilidad estimadas del proyecto.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Palabras clave (4-6):
Petróleo, crudo, viscosidad, reductores de viscosidad.

Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación



5	<p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Estudiar el efecto de reductores de viscosidad en crudo pesado <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Caracterizar el crudo sin reductores de viscosidad.b. Caracterizar los reductores de viscosidad.c. Evaluar la eficiencia de los reductores de viscosidad en laboratorio.d. Validar la eficiencia de los reductores de viscosidad con pruebas de campo. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>Alrededor del 60% de las reservas probadas con las que cuenta el estado ecuatoriano se clasifican como crudo pesado y extrapesado. El campo Ishpingo-Tambococha-Tiputini es en su mayoría crudo pesado. En los últimos años se ha generado una reducción en la producción de pozos debido al maduramiento de los yacimientos del país. Estas dos condiciones obligan a las empresas operadoras a extraer crudo cada vez de menor grado API.</p> <p>La alta viscosidad en el crudo tiene las siguientes consecuencias:</p> <ul style="list-style-type: none">• No es posible su extracción con los actuales métodos utilizados en el país• Elevada presión en las líneas de flujo. Esta presión puede superar los límites máximos de operación que pueden desencadenar incluso en rupturas de las tuberías con derrames.• En la operación, el crudo pesado ocasiona un deficiente llenado en la bomba de transferencia dificultando el transporte <p>A nivel mundial se cuenta con varias opciones para reducir la viscosidad como: inyección de diluyentes, calentamiento de la línea de transporte mediante vapor, inyección de reductores de fricción, entre otras. La opción más utilizada es mezclar el crudo pesado con un hidrocarburo más liviano de menor °API.</p> <p>En el país los productos químicos reductores de viscosidad no son de uso generalizado, mientras que las otras opciones no han sido implementadas. Sin embargo, existe el interés de las operadoras nacionales para que se realicen avances que aporten con información para la producción de pozos actuales y exploratorios que trabajan con crudo pesado y extrapesado.</p> <p>5.3 Productos esperados</p> <table><tr><td>a. Publicaciones científicas (obligatorio);</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>b. Disertación a la Comunidad Politécnica;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>c. Proyecto de Titulación;</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>e. Aplicación tecnológica construida o implementada;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>f. Patente presentada;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.</td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table> <p>5.4 Detalle de los resultados esperados</p> <ol style="list-style-type: none">a. Se espera caracterizar dos muestras de crudo que están en el rango desde 12 hasta 22 °API. Se caracterizará °API, contenido de agua y sedimentos, viscosidad, estabilidad de los asfaltenos, insolubles en n-heptano y contenido de Vanadio y Níquel.	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	<input checked="" type="checkbox"/>	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>	c. Proyecto de Titulación;	<input checked="" type="checkbox"/>	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	<input type="checkbox"/>	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>	f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>	g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	<input type="checkbox"/>
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	<input checked="" type="checkbox"/>														
b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>														
c. Proyecto de Titulación;	<input checked="" type="checkbox"/>														
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	<input type="checkbox"/>														
e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>														
f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>														
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	<input type="checkbox"/>														



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

- b. Se caracterizará en los reductores de viscosidad los siguientes parámetros: densidad, pH, color y olor
- c. Se espera encontrar las condiciones óptimas de funcionamiento de los reductores de viscosidad. Las pruebas de los cuatro tipos de viscorreductores incluyen un proceso de calentamiento y posterior enfriamiento para observar el comportamiento de la viscosidad del crudo. Las temperaturas en un rango 40 a 80 °C. También se varía la dosificación del reductor de viscosidad en el crudo desde 400 ppm a 1000 ppm. Se prevé encontrar mayores reducciones de la viscosidad a las temperaturas más altas y con las dosificaciones de químicos más altas.
- d. El mejor resultado obtenido se validará en pruebas de campo por medio de la inyección del químico en línea de transferencia desde Auca Sur 1 hacia la estación Auca Sur (Campo Auca – Petroamazonas). En estas pruebas se proyecta que se reporten presiones menores en las líneas de flujo.

6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo



6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Se procederá de la siguiente manera:

1.1 Caracterización del crudo sin reductores de viscosidad

Se tomarán muestras de 2 tipos de crudo de diferentes campos siguiendo la Norma INEN 930 (*Muestreo no automático para petróleo crudo*).

Las muestras obtenidas se analizarán en laboratorio. Los análisis para la caracterización del crudo son:

- Densidad API: servirá para clasificar al crudo dentro de los parámetros establecidos como pesados (12 a 22.3 °API) (ASTM D1298).
- Análisis BS&W, contenido de agua y sedimentos por centrifugación: permitirá determinar el corte de agua libre, emulsión y agua total en el crudo (ASTM D4007).
- Análisis de prueba de viscosidad: determinará las propiedades reológicas de no newtonianos a través de un viscosímetro rotacional. La viscosidad dinámica se tomará directamente del equipo Cannon 2020 LVDV E (ASTM D2196).
- Prueba de Oliensis: determinará la estabilidad de los asfaltenos. La inestabilidad de los componentes del crudo se produce por cambios de presión, temperatura y adición de químicos externos (Delgado, 2006, p. 21). Los asfaltenos precipitan en forma de sólidos (Subiaga, A. y Cuattrocchio, A., 2001, p. 3).
- Análisis de insolubles en n-heptano: utilizará el mismo principio que el numeral anterior pero en este procedimiento se mezcla 1:1 crudo / n-heptano y se toma el porcentaje de precipitado sobre el total de la muestra, en un tubo de ensayo (ADT, ASTM D3279).
- Contenido de Vanadio y Niquel: los crudos pesados se caracterizan por el alto contenido de metales dentro de la estructura de los mismos asfaltenos (Campos et al., 2012, p. 2). La determinación de estos metales se realizará con la utilización de Absorción Atómica en el equipo marca Perkin Elmer modelo AAnalyst 300 (ASTM D5863).

1.2 Caracterización de reductores de viscosidad

Los reductores de viscosidad experimentales que se evaluarán en este estudio se designan (VRX1 – VRX2 – VRX3 – VRX4). Estos productos entregan estabilidad al crudo evitando la precipitación de materia orgánica (parafinas, asfaltenos y naftenos).

La caracterización física de los productos reductores de viscosidad consistirá en analizar la densidad, pH, estado físico, color y olor. Se dispone con hojas de seguridad de los viscorreductores, estos documentos contienen la información necesaria y permitida para el desarrollo de este estudio. Incluyen la funcionalidad y seguridad de los productos.

Tabla 3.2 Caracterización de reductores de viscosidad

	Procedimiento	Norma
i	Método de Prueba Estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica), o gravedad API del petróleo y productos de petróleo líquido por el Método del hidrómetro	ASTM D-1298
ii	Procedimiento para el pH de soluciones acuosas con electrodo de vidrio	ASTM E70
iii	Estado físico, color, olor	Inspección sensorial

(Champion MSDS, 2014)



1.3 Evaluación de la eficiencia de los reductores de viscosidad en laboratorio

El crudo durante el proceso de extracción, transporte y deshidratación atraviesa por una amplia gama térmica (30 °C - 140 °C, aprox.), modificando su reología. Para simular los cambios térmicos que atraviesa el crudo se realizarán pruebas de viscosidad a distintas temperaturas en condiciones de calentamiento y enfriamiento. Los problemas de viscosidad en zonas productoras son consecuencia de la inestabilidad propia del crudo y de bajas temperaturas alcanzadas en la noche o con presencia de precipitaciones (Champion Technologies, 2014).

Para seleccionar el mejor producto se realizarán pruebas de viscosidad con las variables de temperatura y dosis que se detallan en la Tabla 3.3.1 y Tabla 3.3.2. Los químicos viscorreductores no pueden preservarse varios días por la posible volatilización de componentes. Para asegurar la repetitividad en los resultados se preparará los químicos cada vez que se realicen las pruebas (Briceño, 2007, p. 93).

Las temperaturas a las cuales se realizarán las mediciones de viscosidad se encuentran detalladas en la Tabla 3.3.1.

Tabla 3.3.1 Temperaturas para pruebas de viscosidad

Condición	Temperatura (°C)	Condición	Temperatura (°C)
Calentamiento	40	Enfriamiento	70
	50		60
	60		50
	70		40
	80		-

Las dosis de los reductores de viscosidad que se emplearán se encuentran detalladas en la Tabla 3.3.2.

Tabla 3.3.2 Dosis para pruebas de viscosidad

Dosis (ppm-crudo)
400
550
700
1000

En base a los datos anteriores se obtendrá la curva Viscosidad (μ) vs Temperatura (T) mediante regresión logarítmica de las variables en estudio en las etapas de calentamiento y enfriamiento que permita predecir el comportamiento reológico de los crudos seleccionados (Naseri et al., 2004, p. 173).

Para la evaluación de los productos reductores de viscosidad en el laboratorio se tienen los procedimientos de Prueba de Oliensis (ADT, ASTM D1370) y Asfaltenos insolubles en n-heptano (ADT, ASTM D3279) de la dosis de aplicación recomendada a ser comparados con los datos iniciales de crudo sin producto químico.

1.4 Validación de la eficiencia de los reductores de viscosidad en campo

Para validar la eficiencia del reductor de viscosidad que en laboratorio presente mejores resultados (VRXX) se procederá con: (i) el diseño del sistema de inyección, (ii) pruebas de inyección de químico en línea de transferencia desde Auca Sur 1 hacia la estación Auca Sur.

Finalmente se realizará una estimación económica para el sistema propuesto que incluirá línea base, variaciones del consumo energético de la bomba y la rentabilidad estimadas del proyecto.



Bibliografía

1. Briceño, M. (2007). Evaluación de los reductores de viscosidad en crudos pesados de Occidente. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico no publicado). Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela.
2. Campos, G., Rivas, E., Sanchez, L., Cáceres, A., Bravo, B., Chávez, G., Ysambert, F., Marquez, N. y Acevedo, S. (2012). Estudio de recuperación de vanadio y níquel en un crudo pesado y en su fracción de asfaltenos y maltenos por ICP-OES. Ciencia, 20 (1), 52-59. Recuperado de <http://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/10037> (Diciembre, 2014)
3. Champion Technologies. (2014). Flow improvers evaluation by means of the brookfield viscometer (Septiembre, 2014)
4. Delgado, J. (2006). Asfaltenos: composición, agregación, precipitación. Recuperado de <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S369A.pdf> (Noviembre, 2014)
5. Naseri, A., Nikazar, M. y Dehghani, M. (2005). A correlation approach for prediction of crude oil viscosities. Journal of Petroleum Science and Engineering 47, 164-174. doi:10.1016/j.petrol.2005.03.008
6. Subiaga, A. y Cuattrocchio, A. (2001). Partes fundamentales y reología de asfaltos para uso vial. Recuperado de <http://www.firp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202005/007%20-%20cila%20reologia.pdf> (Noviembre, 2014)

6.2 Cronograma de trabajo anual:

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Muestreo de crudo y selección de los crudos	10						10
Caracterizar el crudo sin reductores de viscosidad.		20					30
Caracterizar los reductores de viscosidad			20				50
Evaluar la eficiencia de los reductores de viscosidad en laboratorio				20			70
Validar la eficiencia de los reductores de viscosidad con pruebas de campo					15	15	100
TOTAL	10	30	50	70	85	100	100



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

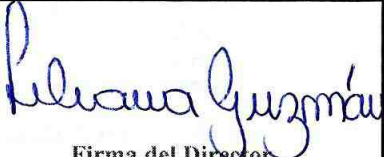
7	Fechas de inicio y fin	
	Se inicia en Septiembre 2015 y se termina en Agosto 2016	

8	Infraestructura, equipos y fondos adicionales.	
	8.1 Infraestructura y equipos En el Laboratorio de Petróleos se cuentan con los siguientes equipos para este trabajo: <ul style="list-style-type: none">• Hidrómetros• Centrífuga• Viscosímetro Rotacional Se cuenta con el apoyo del Departamento de Metalurgia Extractiva para realizar el análisis de metales en el equipo de Absorción Atómica	
	8.2 Breve justificación del equipo requerido No se requiere equipo adicional	

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)		
	<u>Primer Año</u>		
	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje de Ejecución (%)
	1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>		
	Subtotal		
	2. Maquinaria y Equipos		
	Subtotal		
	3. Reactivos y materiales de laboratorio		
	Subtotal		
	4. Literatura especializada		
	Subtotal		
	5. Viajes técnicos y de muestreo		
	Subtotal		
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
	Subtotal		
	TOTAL PRESUPUESTO	0,00	100



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 29 de Junio del 2015 Nombre: Liliana Guzmán Beckmann CC: 1713930632	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ingeniería Química **al que pertenece el Director del Proyecto**, en Sesión del mediante Resolución No. y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.

JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO
Nombre:
CC:

Lugar y fecha