

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
DATOS INFORMATIVOS**
**TIPO DE CONVOCATORIA**
 Proyecto Interno  Proyecto Semilla  Proyecto Junior  Proyecto Multi e Interdisciplinario 

Fecha de presentación (dd/mm/aa): 17/10/2017

 Título del proyecto: *(Revisar la guía para la presentación de las propuestas de los proyectos de investigación)*

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EVAPORACIÓN DE VOLÁTILES Y LA FORMACIÓN DE GOMAS EN EL NÚMERO DE OCTANO DE LA GASOLINA

**TIPOS DE INVESTIGACIÓN**
 Investigación básica  Investigación aplicada  Investigación pedagógica 
**DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:**

1. Departamento de Ingeniería Química

**LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):**

1. Tecnología del Petróleo y Gas Natural

**RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES**

| Director                |               |     |                                    |                                  |
|-------------------------|---------------|-----|------------------------------------|----------------------------------|
| Apellidos y nombres     | No. de Cédula | HSS | Departamento                       | Título de mayor nivel y mención. |
| Guzmán Beckmann Liliana | 1713930632    | 144 | Departamento de Ingeniería Química | Máster en Procesos Industriales  |

| Codirector <i>(Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)</i> |               |     |                                    |  |
|---|---------------|-----|------------------------------------|--|
| Apellidos y nombres   | No. de Cédula | HSS | Departamento                       | Título de mayor nivel y mención.                         |
| Quiñones Salvador Marcelo Fernando  | 1708564727    | 72  | Departamento de Ingeniería Química | Máster en Sistema de Transporte de Crudo y sus Derivados |

\* HSS = Horas Semana Semestre



| <b>Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)</b> |      |                                 |                 |   |
|--|------|---------------------------------|-----------------|---|
| Título   | Año  | Institución/Universidad         | Ciudad/País     | Área o línea de investigación de la tesis |
| Ingeniera Química  | 2003 | Escuela Politécnica Nacional    | Quito / Ecuador | Tratamiento de aguas                      |
| Máster en Procesos Industriales  | 2013 | Universidad Central del Ecuador | Quito / Ecuador | Tecnología del Petróleo                   |

| <b>Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)</b> |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
| Año   | Título del proyecto   | Cargo /Actividades realizadas |
| 2016-2019   | Estudio de la producción de biodiesel para el sector automotriz bajo condiciones supercríticas y evaluación de su desempeño mecánico y ambiental en motores de combustión interna encendidos por compresión | Directora                     |
| 2016  | Estudio del efecto de nano aditivos sobre la eficiencia de combustión del diésel y sobre la eficiencia neta de una fuente fija de combustión  | Colaboradora                  |
| 2015-2016   | Estudio del efecto de reductores de viscosidad en crudo pesado  | Directora                     |

| <b>Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)</b>   |
|---|
| <p>E.P.N. Departamento de Procesos Industriales Químicos, ayudante de las cátedras de transferencia de Masa I y II y Diseño de Plantas, asistente del laboratorio de Procesos Químicos. Proyecto de Investigación a nivel laboratorio y a nivel piloto sobre los procesos de fabricación de monoalquil ésteres de ácidos grasos de cadena larga (biodiesel) para su aplicación industrial. 2001 – 2004</p> <p>BAKER ATLAS. Ingeniera de Campo. Operaciones con cable para pozos entubados. Perforaciones. Instalación de tapones, packers, etc. Correlaciones para TCP. Registros de Cemento. Tapones de cemento. Operaciones de liberación de tubería, TCP (Cañoneo con tubería) y registros de hueco abierto. 2004 – 2007.</p> <p>DECIPHER C.A. Gerente de Logística y Procesos. Planificación consumo de aditivos para combustible a nivel nacional. Importación de químicos. Dirección de planta de envasado de aditivos. 2011 – 2014</p> |





**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**  
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

## 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

**LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:**

1. Tecnología del Petróleo y Gas Natural

**1 Proyecto de Investigación**

**Título:**

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EVAPORACIÓN DE VOLÁTILES Y LA FORMACIÓN DE GOMAS EN EL NÚMERO DE OCTANO DE LA GASOLINA

**Resumen del proyecto**

En el presente proyecto de investigación se determinará la correlación que existe entre la evaporación de compuestos volátiles y la formación de gomas con el número de octano de la gasolina Súper y Extra. Los resultados de este estudio permitirán hacer sugerencias para mejorar el procedimiento de fiscalización de comercializadoras de combustibles del Ecuador por parte de la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos (ARCH).

En el proceso de fiscalización las muestras son almacenadas a condiciones ambientales durante largos períodos de tiempo lo que ocasiona la disminución del octanaje a valores aún menores de los medidos inicialmente, como consecuencia, algunas comercializadoras de combustible han sido demandadas con altas sumas de dinero.

Se utilizará una matriz experimental con tres variables de respuesta (presión de vapor Reid, contenido de gomas y número de octano) y cuatro variables experimentales (tiempo, condición de almacenamiento, temperatura y tipo de gasolina), para obtener correlaciones que permitan determinar los factores de mayor influencia en la disminución del octanaje en el tiempo

Estas correlaciones serán validadas y se entregará un documento técnico que respalde el estudio realizado.

**Palabras clave (4-6):**

Gasolina, número de octano, volátiles, gomas.





|   |   |
|---|---|
| 5 | <b>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b>   |
|   | <b>5.1 Objetivos</b>  |
|   | <b>5.1.1 Objetivo General</b>   |
|   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Estudiar la influencia de la evaporación de volátiles y formación de gomas en el número de octano en muestras de gasolina Súper y Extra para diferentes períodos de tiempo y a diferentes temperaturas para establecer la influencia de las condiciones de almacenamiento y el tiempo en el número de octano.</li></ul> |
|   | <b>5.1.2 Objetivos Específicos</b>  |
|   | <ol style="list-style-type: none"><li>a. Caracterizar las muestras de gasolina Súper y Extra</li></ol>  |





- b. Evaluar el efecto del almacenamiento de gasolinas sobre el contenido de volátiles, formación de gomas y número de octano.
- c. Establecer correlaciones entre la evaporación de volátiles y el contenido de gomas con el número de octano para determinar las condiciones y el tiempo máximo de almacenamiento de la gasolina.
- d. Validar las correlaciones obtenidas

**5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.**

Debido a la baja rotación de la gasolina en comercializadoras de zonas rurales o poblados pequeños, las características de este combustible tienden a cambiar con el tiempo. La ARCH realiza controles periódicos de la calidad de los combustibles para fiscalizar que se cumplan los parámetros exigidos por la ley. Frecuentemente ocurre que en la fiscalización el octanaje de la gasolina es inferior a los límites permitidos. Por esta razón al representante legal de la gasolinera se le inicia un sumario administrativo, en este proceso una contra muestra es almacenada aproximadamente seis meses hasta que se realice el nuevo análisis. Debido a este periodo de tiempo la muestra presenta medidas de octanaje menores que al inicio del proceso. Sanciones impuestas por el no cumplimiento de parámetros en la calidad del combustible en el Ecuador no consideran la influencia de la temperatura y el tiempo sobre la disminución del número de octano.

El Laboratorio de Petróleos responde periódicamente solicitudes de Tribunales de Justicia, en los cuales se solicita criterios sobre el efecto del almacenamiento de las muestras de gasolina en temas como: el tiempo apropiado para realizar un análisis de número de octano después de la toma de muestras, las condiciones de almacenamiento de la muestra, el tiempo en el que las propiedades químicas y físicas de una muestra almacenada pueden sufrir alguna variación y el tiempo en el que puede variar el número de octano. Durante el año 2016 el Laboratorio recibió varias solicitudes, por lo que es necesario realizar este estudio.

La gasolina constituye uno de los derivados del petróleo con mayor demanda en el país. El Laboratorio de Petróleos del Departamento de Ingeniería Química cuenta con los equipos y el personal para aportar al país con el proyecto planteado.

**5.3 Productos esperados**

- a. Publicaciones científicas (obligatorio);
- b. Disertación a la Comunidad Politécnica;
- c. Proyecto de Titulación;
- d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);
- e. Aplicación tecnológica construida o implementada;
- f. Patente presentada;
- g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.

**5.4 Detalle de los resultados esperados**

- a. Caracterización inicial de las gasolinas
- b. Determinación de las mejores condiciones de almacenamiento
- c. Correlaciones entre el número de octano, presión de vapor y contenido de gomas
- d. Validación de las correlaciones obtenidas





6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto

6.1.1 Caracterización de las muestras iniciales de gasolina

Se realizará una toma de muestras de gasolina Súper y Extra en una distribuidora de la ciudad de Quito, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 2336 Productos derivados del petróleo. Procedimiento para la inspección de calidad de los derivados de petróleo (INEN, 2002).

La caracterización se realizará inmediatamente después del muestreo. Se asignará una identificación a cada muestra, una letra correspondiente al tipo de gasolina y un número que puede ser del 1 al 18. Es decir, 18 muestras de gasolina Súper y 18 de Extra.

Inicialmente se seleccionará una muestra de gasolina Súper y una de gasolina Extra, mediante la función ALEATORIO.ENTRE del programa EXCEL y de cada una de estas muestras seleccionadas, se determinarán parámetros iniciales con una repetición, que exige la normativa ecuatoriana en cuanto a requisitos de la gasolina (INEN 935, 2010) como se indica en la Tabla 1. donde se muestra la normativa con su última actualización, además del laboratorio donde se realizarán los análisis.

Tabla 1. Análisis requeridos para la caracterización de la muestra

| Análisis   | Método de ensayo  | Laboratorio                   |
|--|---|-------------------------------|
| Número de octano RON   | NTE INEN 2102 Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método Research (RON) (1998)               | Procesos DIQ-EPN              |
| Presión de vapor Reid  | ASTM D 323-15a <i>Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method)</i> (2015)  | Procesos DIQ-EPN              |
| Contenido de gomas   | ASTM D381-12 <i>Standard Test Method for Gum Content in Fuels by Jet Evaporation</i> (2012)   | Procesos DIQ-EPN              |
| Contenido de n-butano, iso-butano, n-pentano, benceno, m-xileno, o-xileno y p-xileno | ASTM D 5134-13 <i>Standard Test Method for Detailed Analysis of Petroleum Naphthas through n-Nonane by Capillary Gas Chromatography.</i> (2013) | Análisis Instrumental DIQ-EPN |

6.1.2 Evaluación del efecto del almacenamiento de gasolinas sobre el contenido de volátiles, formación de gomas y número de octano Research.

El proceso de análisis se realizará en la ciudad de Quito (0,72 atm de presión). Se analizarán muestras de gasolina en las siguientes condiciones:

- Muestras destapadas a temperatura controlada ( $18 \pm 1$  °C)
- Muestras tapadas a temperatura controlada ( $18 \pm 1$  °C)
- Muestras destapadas en congelación ( $-14 \pm 1$  °C)
- Muestras tapadas en congelación ( $-14 \pm 1$  °C)

Las muestras de los tratamientos a  $18 \pm 1$  °C, se colocarán en cámaras cerradas con control de temperatura. En Ecuador no se registran temperaturas menores a cero, sin embargo, se pretende reproducir lo establecido en la norma INEN 2336 Productos derivados del petróleo





**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

Procedimiento para la inspección de calidad de los derivados de petróleo (2002), que determina que la temperatura de almacenamiento de las muestras debe ser como máximo -5 °C, y asegurar que los compuestos volátiles permanezcan en la gasolina. Los recipientes de las muestras son botellas ámbar (INEN 930, 1984, pp. 6, 7) de 1 litro, volumen requerido para todos los análisis. Para los tratamientos con muestras tapadas, los recipientes serán sellados herméticamente para evitar pérdidas por evaporación.

Se elegirán cuatro muestras al azar de gasolina Súper y cuatro con gasolina Extra para cada tipo de tratamiento especificado anteriormente.

Se medirá cada 40 días la presión de vapor Reid, el contenido de gomas y el número de octano Research. Adicionalmente se realizará una cromatografía de gases a los 80 y 160 días después de iniciar el estudio, mediante el método establecido por la norma ASTM D 5134-13 Standard Test Method for Detailed Analysis of Petroleum Naphthas through n-Nonane by Capillary Gas Chromatography (2013), para determinar si existe variación en el contenido de compuestos volátiles como n-butano, iso-butano y n-pentano, y de compuestos aromáticos como benceno, m-xileno, o-xileno y p-xileno; de los cuales según Borgna, Di Cosimo y Fígoli (2001) tienen un número de octano mayor o cercano a cien, excepto el n-pentano que tiene un número de octano inferior. (pp. 22, 23)

En la Tabla 2., se indica el número de análisis a realizar para cada parámetro establecido, para cada tipo de gasolina.

**Tabla 2. Número de análisis**

|                  |                            | Tiempo para realizar el análisis (días) | Número de octano | Presión de vapor Reid | Contenido de gomas | Cromatografía |
|------------------|----------------------------|---|------------------|-----------------------|--------------------|---------------|
| Tipo de gasolina | 18 °C muestras destapadas  | 0                                       | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  |                            | 40                                      | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 80                                      | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  |                            | 120                                     | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 160                                     | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  | 18 °C muestras tapadas     | 0                                       | -                | -                     | -                  | -             |
|                  |                            | 40                                      | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 80                                      | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  |                            | 120                                     | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 160                                     | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  | -14 °C muestras destapadas | 0                                       | -                | -                     | -                  | -             |
|                  |                            | 40                                      | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 80                                      | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  |                            | 120                                     | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 160                                     | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  | -14 °C muestras tapadas    | 0                                       | -                | -                     | -                  | -             |
|                  |                            | 40                                      | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 80                                      | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
|                  |                            | 120                                     | 2                | 2                     | 2                  | -             |
|                  |                            | 160                                     | 2                | 2                     | 2                  | 2             |
| TOTAL            |                            |   | 34               | 34                    | 34                 | 34            |





### 6.1.3 Establecimiento de correlaciones entre la evaporación de volátiles y el contenido de gomas con el número de octano Research para conocer la influencia de los mismos en el número de octano

Para poder establecer correlaciones entre la disminución de volátiles y el contenido de gomas con el número de octano Research, primero se debe establecer un diseño experimental con una matriz de tipo multifactor categórico con tres variables de respuesta, aquellas que se van a medir (presión de vapor Reid, contenido de gomas y número de octano Research) y cuatro variables experimentales, aquellas que se van a controlar (temperatura, tiempo, condiciones de almacenamiento y tipo de gasolina). Con ayuda del programa Statgraphics, se realizará un análisis de correlaciones para establecer la dependencia entre los volátiles y el contenido de gomas con el número de octano. Además, se determinará si la relación existente es estadísticamente significativa.

### 6.1.4 Validación de correlaciones obtenidas

Tres muestras de gasolina se almacenarán bajo las condiciones establecidas y se analizará la presión de vapor Reid, contenido de gomas y número de octano. Los valores obtenidos experimentalmente se compararán con los valores obtenidos mediante las correlaciones matemáticas y se determinará la validez de las ecuaciones desarrolladas.

### Bibliografía

1. ASTM. (2012). *ASTM D381-12 Standard Test Method for Gum Content in Fuels by Jet Evaporation*. doi:10.1520/D0381-12.
2. ASTM. (2013). ASTM D5134-13. Standard Test Method for Detailed Analysis of Petroleum Naphthas through n-Nonane by Capillary Gas Chromatography. doi:10.1520/D5134-13
3. ASTM. (2015). *ASTM D323-15a. Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method)*. doi:10.1520/D0323-15A.
4. Borgna, Di Cosimo y Fígoli. (2001). *Petróleo y Gas Natural*. Recuperado de: [https://books.google.com.ec/books?id=jE6vRSzFqxYC&pg=PA30&dq=numero+de+octano+del+isobutano&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=numero%20de%20octano%20del%20isobutano&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=jE6vRSzFqxYC&pg=PA30&dq=numero+de+octano+del+isobutano&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=numero%20de%20octano%20del%20isobutano&f=false) (Septiembre, 2016)
5. INEN. (1984). *NTE INEN 930 Petróleo crudo y sus derivados. Muestreo*. Recuperado de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0930.1984.pdf> (Septiembre, 2016).
6. INEN. (1998). *NTE INEN 2102 Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método Research (RON)*. Recuperado de: <http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2102.1998.pdf> (Septiembre, 2016).
7. INEN. (2002). *NTE INEN 2336. Productos derivados del petróleo. Procedimiento para la inspección de calidad de los derivados de petróleo*. Recuperado de: <http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2336.2002.pdf> (Septiembre, 2016)
8. INEN. (2015). *NTE INEN 935 Enmienda 2. Gasolina. Requisitos*. Recuperado de: [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_935\\_enmienda.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_935_enmienda.pdf). (Septiembre, 2016)





**6.2 Cronograma de trabajo anual:**

| Actividad   | Porcentaje de avance por mes |           |           |           |           |            | TOTAL      |
|---|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|   | 1-2                          | 3-4       | 5-6       | 7-8       | 9-10      | 11-12      |            |
| Toma de muestras  | 5                            |           |           |           |           |            | 5          |
| Caracterización de muestras de gasolina iniciales   | 10                           |           |           |           |           |            | 15         |
| Evaluación del efecto del almacenamiento de gasolinas sobre el contenido de volátiles, formación de gomas y número de octano Research |                              | 10        | 15        | 10        | 15        |            | 65         |
| Establecimiento de correlaciones entre la evaporación de volátiles y el contenido de gomas con el número de octano Research           |                              |           |           |           |           | 10         | 75         |
| Validación de correlaciones   |                              |           |           |           |           | 10         | 85         |
| Escritura de reporte  |                              |           |           |           |           | 15         | 100        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>20</b>                    | <b>30</b> | <b>45</b> | <b>55</b> | <b>70</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

**7 Fechas de inicio y fin**

Se inicia en Octubre 2017 y se termina en Septiembre 2018

**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:

- Equipo para medir presión de vapor Reid
- Analizador de gomas
- Octanómetro

Se cuenta con colaboración del Laboratorio de Análisis Instrumental del Departamento de Ingeniería Química para realizar cromatografía de gases.

**8.2 Breve justificación del equipo requerido**

No se requiere equipo adicional





ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

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

| 10 Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto                                     |                        |
|--|------------------------|
| Quito, 17 de Octubre del 2017<br><br>Nombre: Liliana Guzmán Beckmann<br>CC: 1713930632 | <br>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 26/09/2017, mediante Resolución No. 30..... 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. |                                    |
| <br>JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO<br>Nombre: OMAR BONILLA H.<br>CC: 1711500122  | Quito, 17/10/2017<br>Lugar y fecha |