



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L

CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

“OBTENCIÓN DE COMPUESTOS AROMÁTICOS BENCENO, TOLUENO Y XILENOS PRESENTES EN LA NAFTA REFORMADA DE LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS POR EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO UTILIZANDO COMO DISOLVENTE SULFOLANO”

AUTOR: VILLACRÉS CHIRIBOGA, GABRIEL NICOLAY

DIRECTOR: ING. DONOSO QUIMBITA, CATERINE ISABEL, MSC.





INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Introducción

BTX

Importaciones

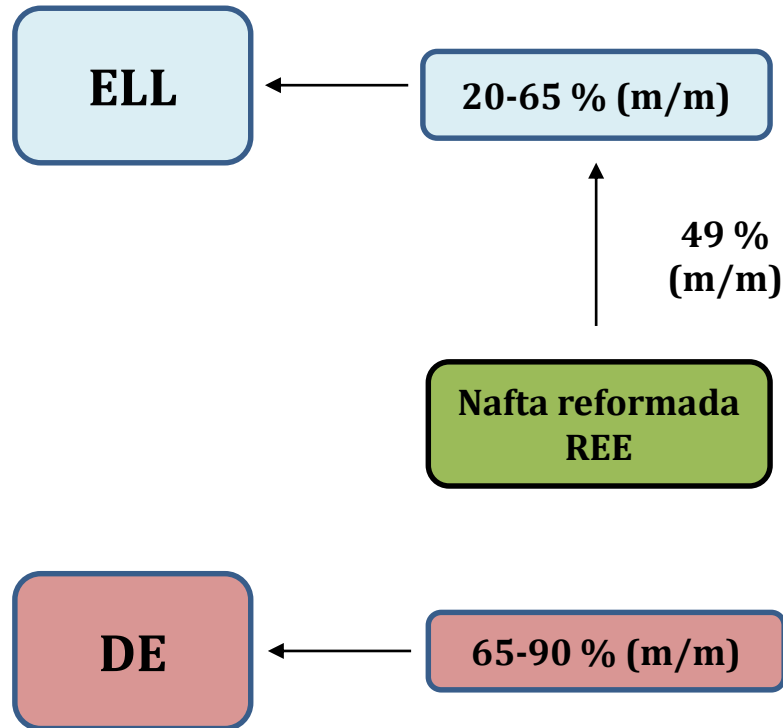


Sulfolano

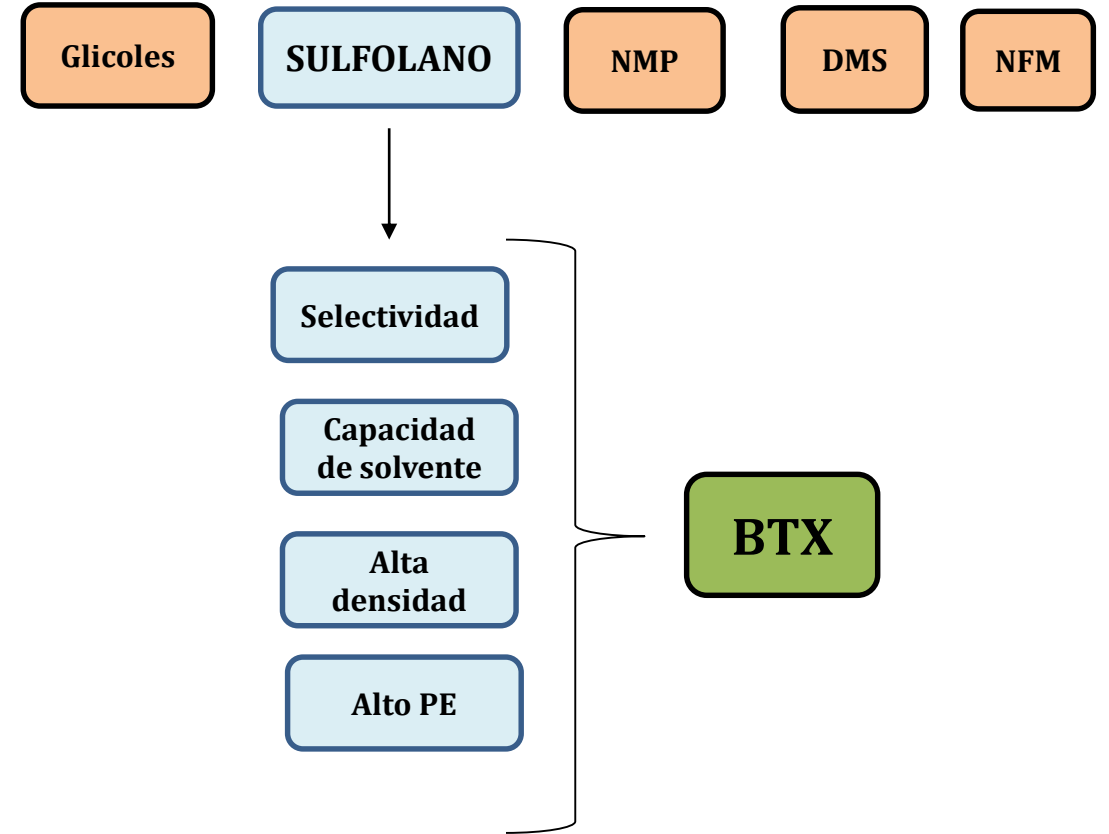


Nafta reformada

¿Por qué se utilizó ELL y no otra técnica de extracción?



¿Qué solvente utilizar para la ELL?



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Obtener compuestos aromáticos benceno, tolueno y xilenos presentes en la nafta reformada de la Refinería Estatal de Esmeraldas por extracción líquido-líquido utilizando sulfolano como disolvente selectivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la influencia en el porcentaje de recuperación de BTX, al separar la fracción de parafinas de bajo peso molecular (C_3 - C_5) de la nafta reformada.
- Determinar las condiciones óptimas de temperatura y relación solvente /alimentación (SF), para una recuperación del 75% de BTX por extracción líquido-líquido con sulfolano.
- Cuantificar el contenido de BTX utilizando cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas.



Hipótesis

¿Se podrá recuperar el 75% de compuestos aromáticos al realizar la extracción de nafta reformada con sulfolano?



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



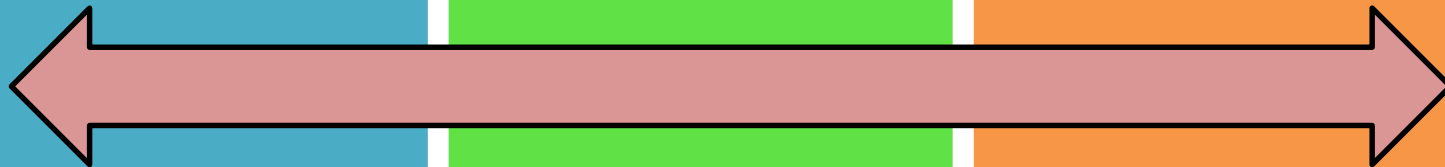
**Recolección de
nafta reformada**



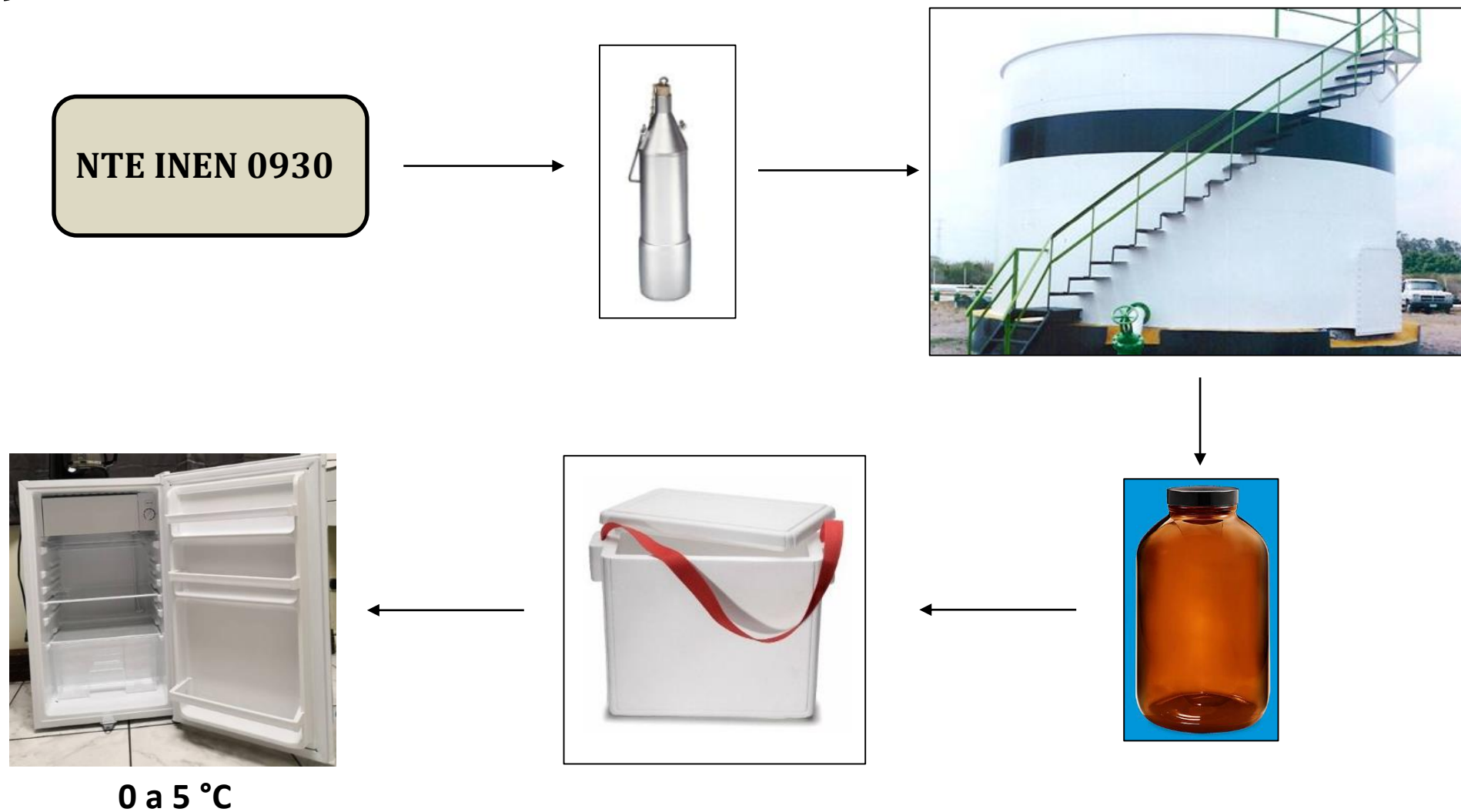
**Acondicionamiento
de nafta**



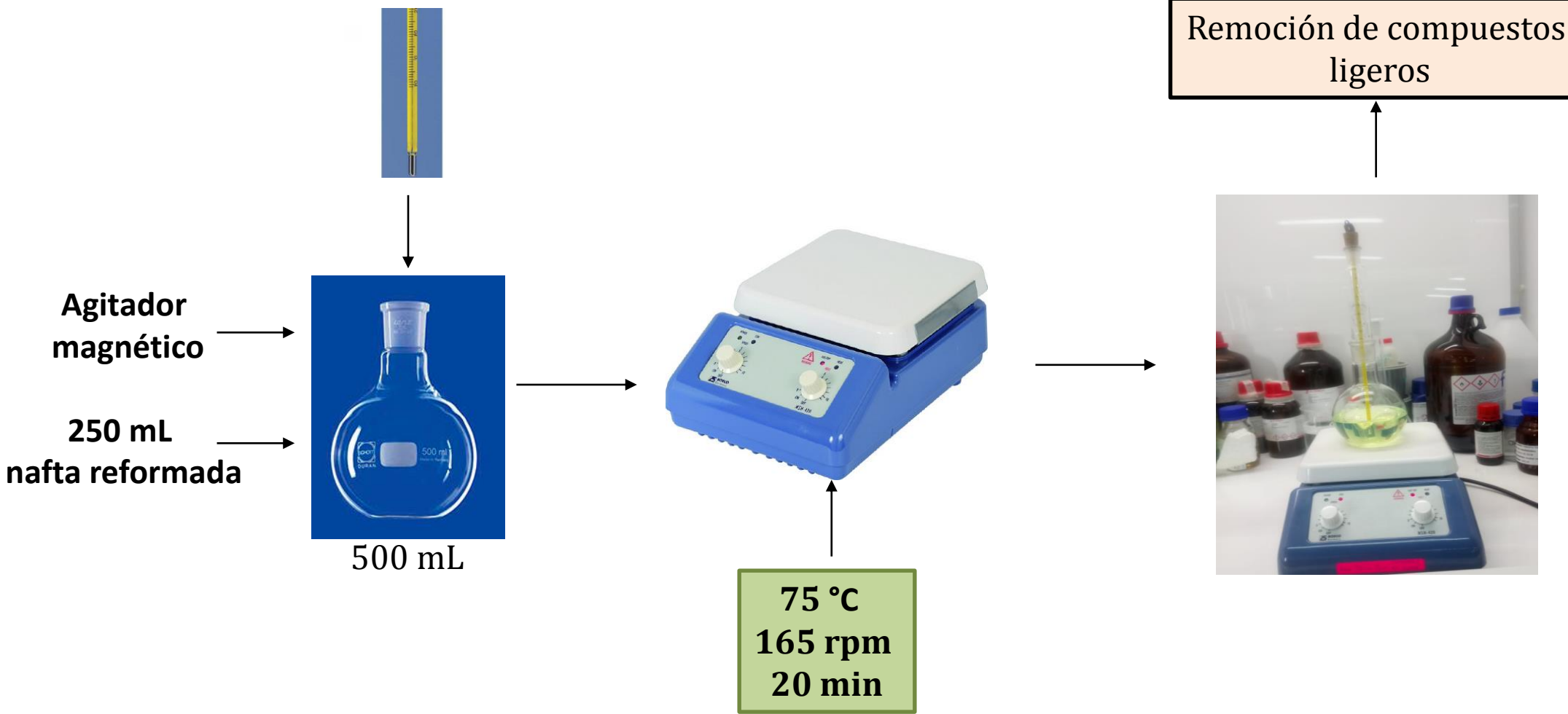
Proceso de ELL



1) Recolección de nafta reformada



2) Acondicionamiento de nafta reformada



Condiciones para la ELL

Temperatura: 50 y 70 °C
S/F: 3, 4 y 5

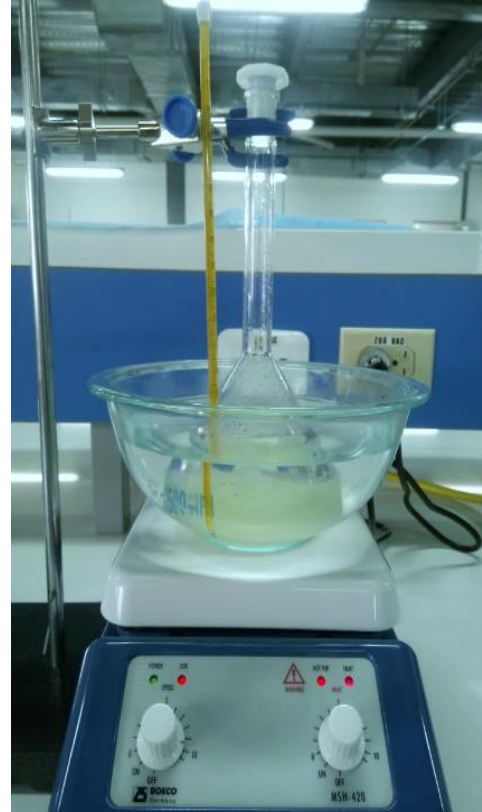
Tratamiento	Factores	
	Temperatura (°C)	Relación (S/F)
1	50	3:1
2	75	3:1
3	50	4:1
4	75	4:1
5	50	5:1
6	75	5:1

3) Proceso de ELL

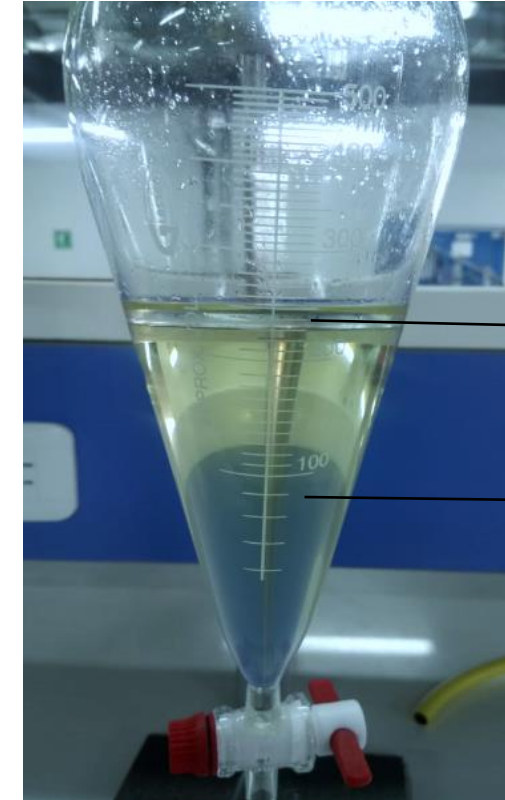
- Sulfolano
- Nafta reformada

S/F= 3, 4, 5

Agregar gravimétricamente



50, 75 °C
1000 rpm
4 horas



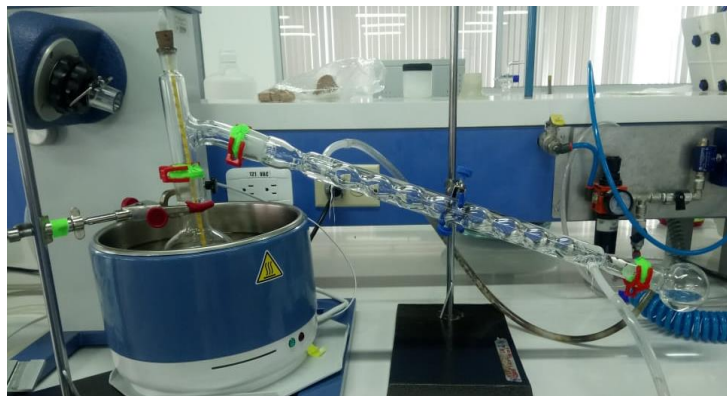
8 horas

Refinado

Extracto

3) Proceso de ELL

Extracto



20 °C /10 min
hasta 180 °C



Destilado
BTX

Destilación
simple

GC/MC





INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Efecto del proceso de acondicionamiento en la nafta reformada

Repeticiones	Volumen inicial (mL)	Volumen final (mL)
1	250	240
2	250	240
3	250	240
4	250	240
Total	1000	960

10 mL : vapor (compuestos ligeros)

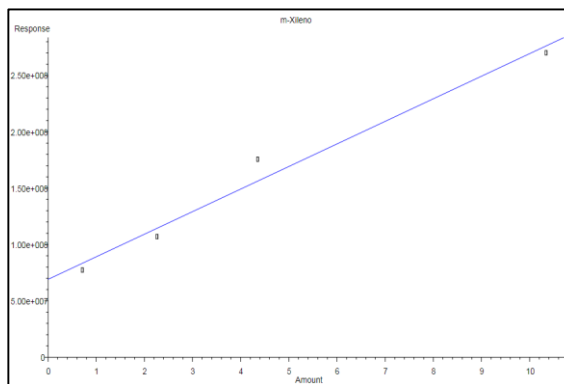
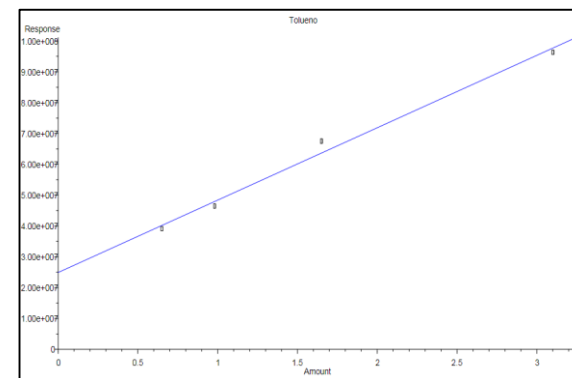
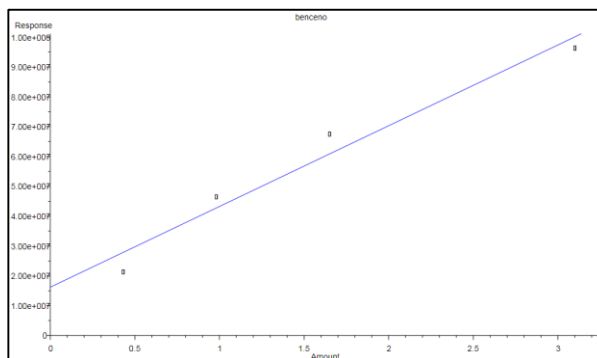
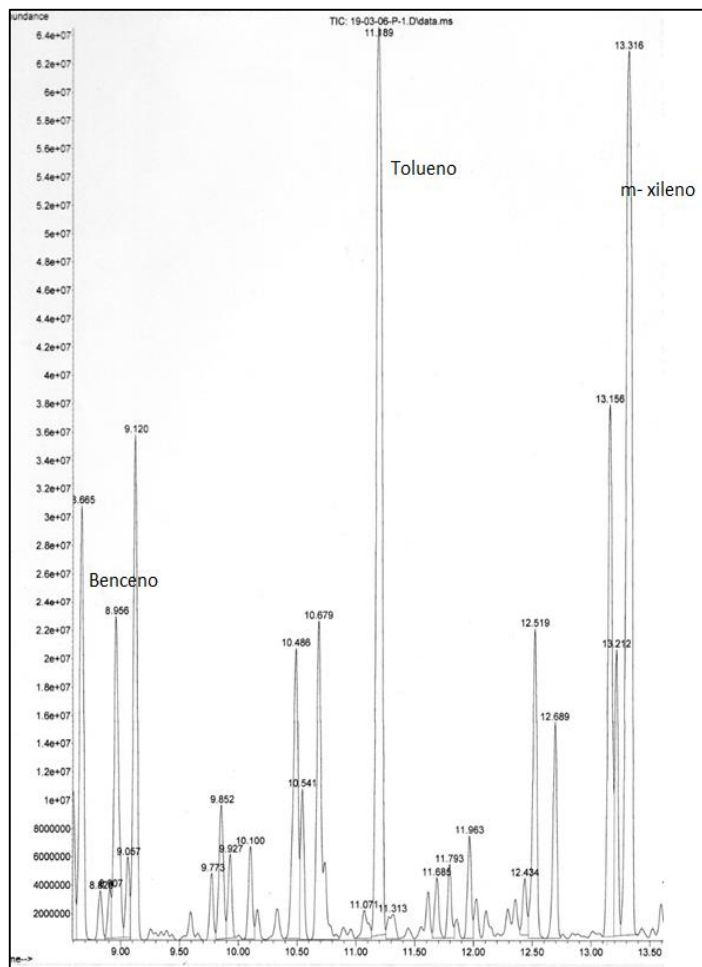
Proceso de ELL

T = 75 °C

S/F = 5

Compuesto	Nafta reformada	Nafta reformada acondicionada
% BTX	55,023	75,029

Cálculo de los porcentajes en masa de los BTX



Compuesto	Nº pico	Tiempo de retención (min)	Área	% m/m
Benceno	4	8,956	63144286	1,73
Tolueno	15	11,189	213976952	8,08
m-xileno	25	13,316	211993207	7,21

Recuperación de BTX de la fase de extracto

Trata.	Factores		Recuper. BTX %
	T (°C)	S/F	
1	50	3	44,251
2	75	3	51,606
3	50	4	57,204
4	75	4	62,020
5	50	5	70,528
6	75	5	75,029

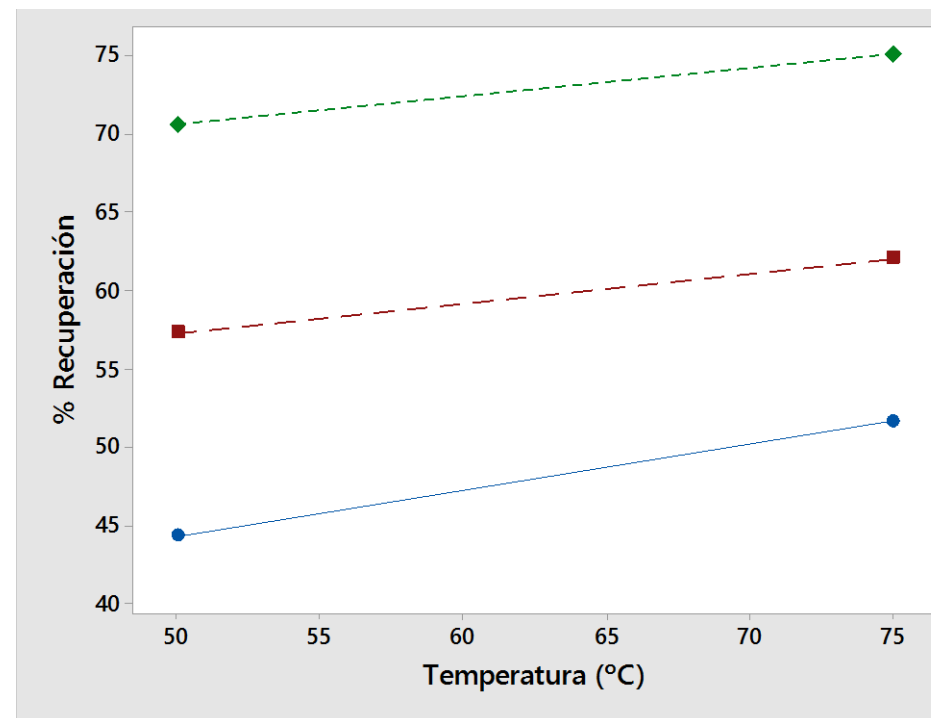
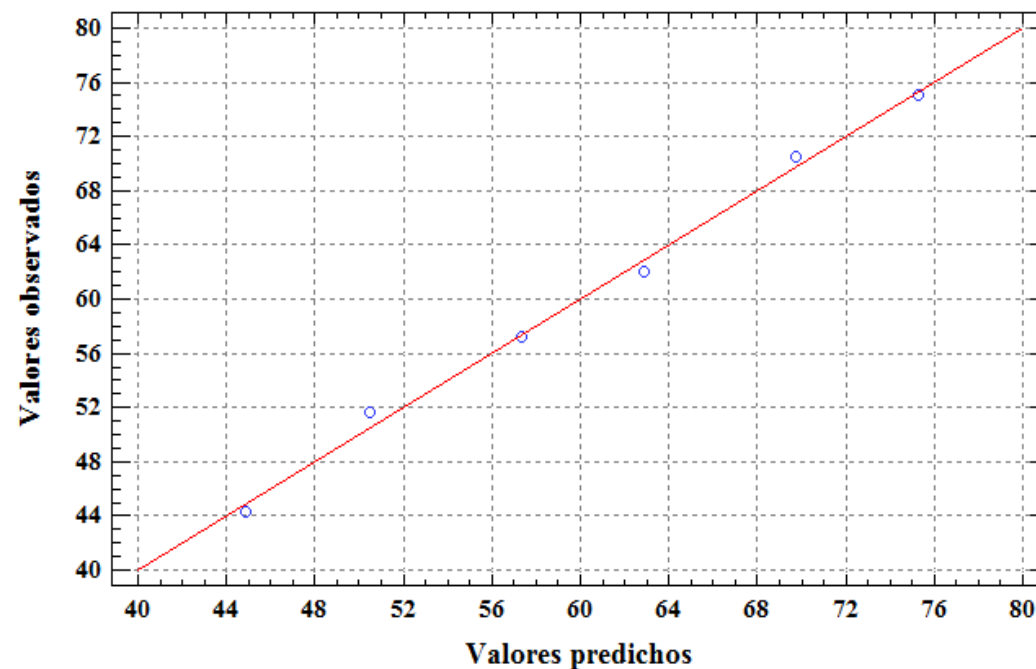
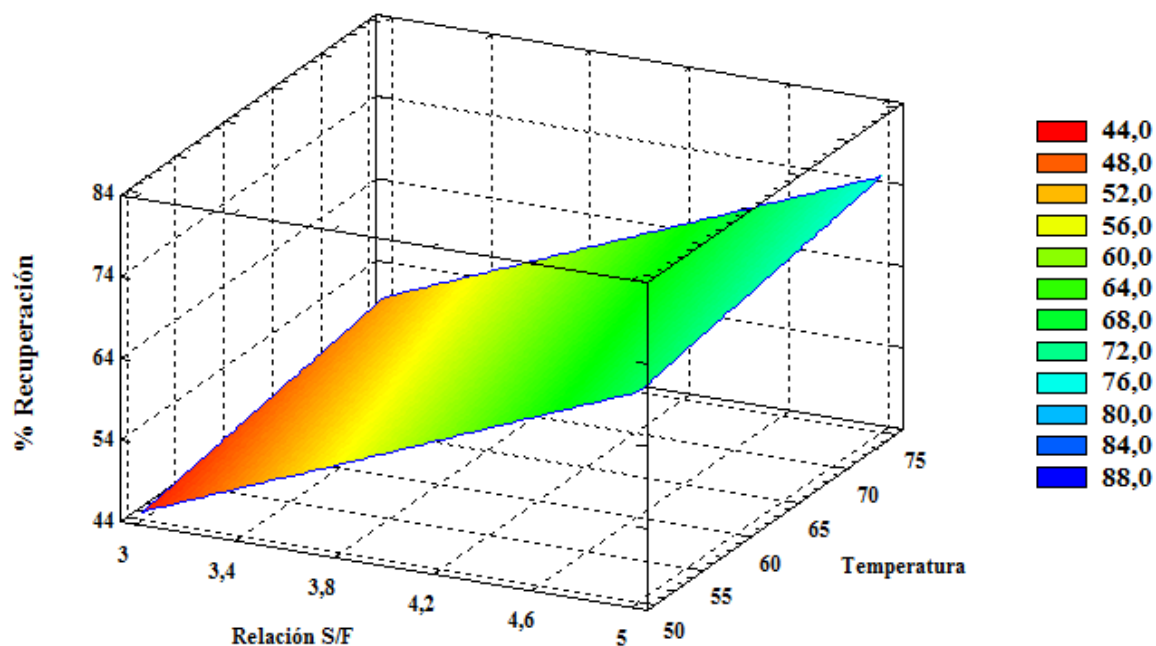


Gráfico de dispersión del % de Recuperación vs Temperatura
(Relación S/F: ● 3:1, ■ 4:1, ◆ 5:1)

Interacción entre la relación solvente/alimentación y temperatura

$$\%Recuperación = -3,487 + 12,425 * Relación \frac{S}{F} + 0,222293 * Temperatura$$

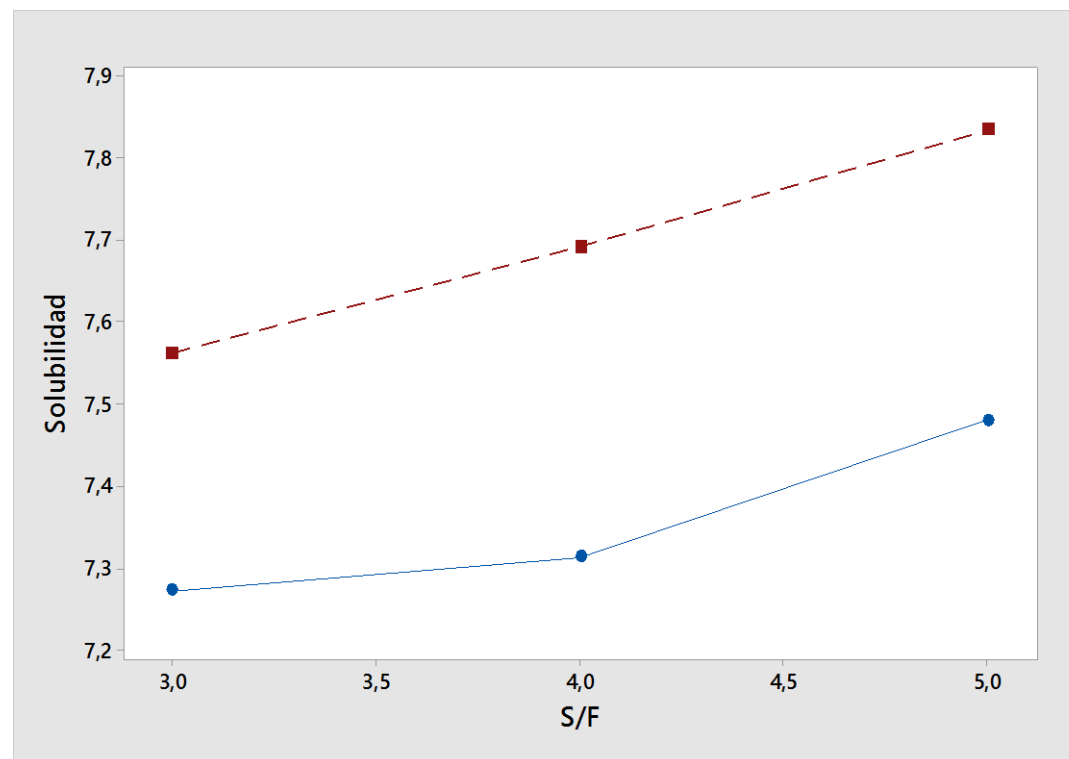


Superficie de respuesta de la interacción entre la S/F y T

Valores predichos vs Valores observados

Efecto de la solubilidad de la nafta acondicionada en sulfolano

Relación (S/F)	Temperatura (°C)	Solubilidad
5	75	7,833
5	50	7,480
4	75	7,691
4	50	7,313
3	75	7,561
3	50	7,273



Solubilidad de nafta acondicionada vs relación S/F

(Temperatura: ● 50 °C; ■ 75 °C)

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proceso de acondicionamiento de nafta reformada mediante la evaporación de los compuestos ligeros ayudó a incrementar el porcentaje de recuperación de BTX, ya que al realizar el proceso de ELL con sulfolano de la nafta reformada y nafta acondicionada, el porcentaje de recuperación pasó de 55,023 a 75,029%, respectivamente.
- Las condiciones óptimas en el proceso de ELL utilizando sulfolano como solvente para obtener una recuperación del 75% de BTX fueron las del tratamiento seis, esto es: una relación solvente/alimentación de 5:1 a la temperatura de 75 °C en una sola etapa, cumpliendo de esta manera la hipótesis planteada.
- El método utilizado en los ensayos de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC/MS) y con el uso de la columna DB-624, permitieron la cuantificación de los BTX, ya que se obtuvieron cromatogramas con una separación óptima de los compuestos, sin solapamiento de picos y sin interferencia de ruido.

CONCLUSIONES

- Con los resultados de este trabajo de investigación, la nafta reformada de la Refinería Estatal de Esmeraldas sirve como materia prima para recuperar altos porcentajes de BTX utilizando la ELL con sulfolano, ya que el contenido de aromáticos es del 49% (m/m) lo que corresponde a la técnica de separación utilizada.
- La recuperación de BTX empleando sulfolano concuerda con estudios similares realizados en laboratorio, sin embargo esta recuperación resulta inferior a la obtenida en procesos a escala industrial, ya que las condiciones de operación son más severas, por ejemplo la temperatura de operación es de 110 °C y el proceso de ELL se realiza en multietapas.
- Las variables que ayudan a incrementar el porcentaje de recuperación de BTX son: la temperatura, la relación solvente alimentación y el contenido de aromáticos en la nafta. Además las condiciones de agitación de cuatro horas a mil rpm durante el proceso de ELL ayudaron a conseguir una alta recuperación, lo que es análogo con los resultados reportados en bibliografía. Por último la solubilidad de nafta reformada en sulfolano aumenta a medida que la temperatura aumenta.



CONCLUSIONES



- El modelo matemático indica que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables S/F y temperatura, lo que significa que el modelo se ajusta a los resultados obtenidos y así poder predecir el porcentaje de recuperación de BTX dentro de los rangos experimentados.
- Para finalizar, el presente trabajo de investigación sirve como base experimental para la Industria Petroquímica en el Ecuador, ya que no existen estudios preliminares acerca de la recuperación de BTX en el país.



- Es conveniente almacenar la nafta reformada en contenedores con hielo o algún tipo de refrigerante, para que no existan pérdidas por evaporación al momento de ser transportada y así preservar la muestra al momento de realizar algún tipo de análisis.
- Para evitar inconvenientes en el proceso de ELL, es necesario que el sulfolano se encuentre a los 30 °C ya que su temperatura de fusión es de 26 ° C.
- Se recomienda realizar pruebas de regeneración de sulfolano empleando agua como solvente, para conocer su factibilidad de regeneración e incrementar las recuperaciones de BTX.



- Realizar una simulación del proceso de ELL en un programa de procesos químicos, como: Aspen Hysys, ChemCad, Pro II, entre otros. Para obtener mayor información del comportamiento de la nafta reformada de la Refinería Esmeraldas con sulfolano a escala industrial.
- Sería importante utilizar un sistema de columnas de destilación para poder separar los BTX en componentes individuales, ya que de esta manera se obtendrían sus derivados con mayor valor agregado.



GRACIAS