



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE MEZCLAS RESINAS-ASFALTENOS DE CRUDOS ECUATORIANOS DE DIFERENTE PROCEDENCIA, MEDIANTE UN EQUIPO DE DISPERSIÓN DE LUZ CONSTRUIDO EN LOS LABORATORIOS DE PETROQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS, ESPE, EXTENSIÓN LATACUNGA.

AUTORA: RIVADENEIRA PROAÑO, DANIELA ALEXANDRA

DIRECTOR: MSc. LUNA ORTIZ, EDUARDO DAVID

LATACUNGA

2019



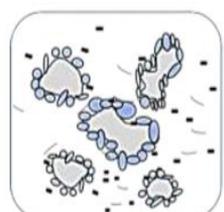
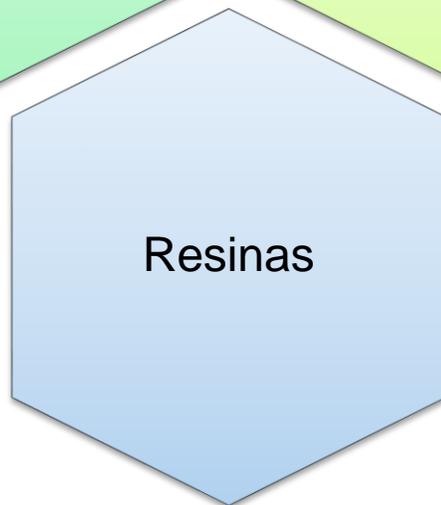
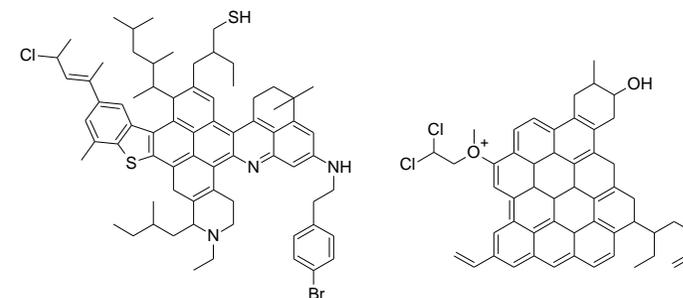
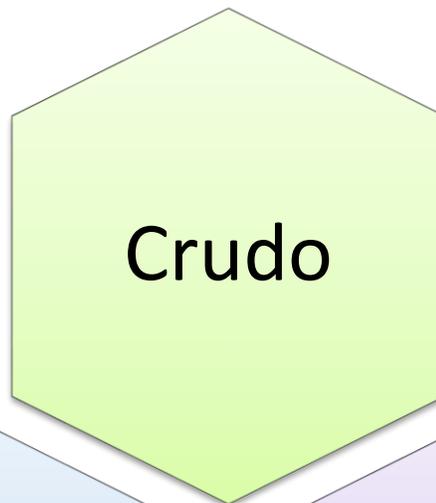
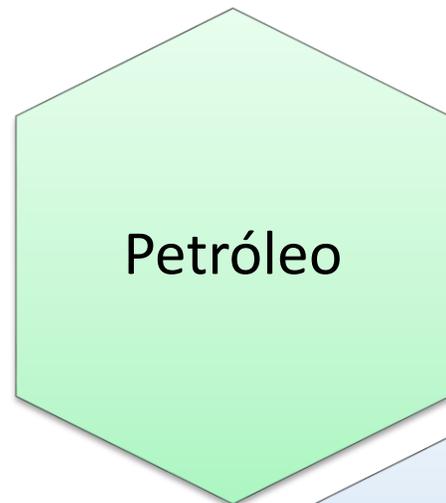
INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

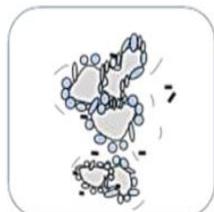
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

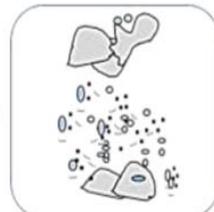
Introducción



Precipitación



Floculación

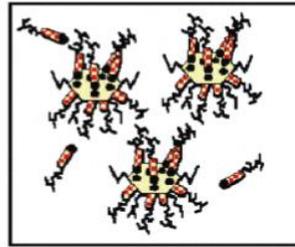
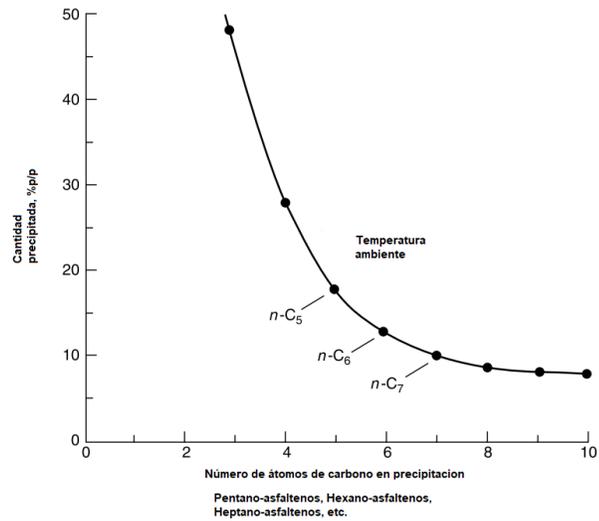


Deposición

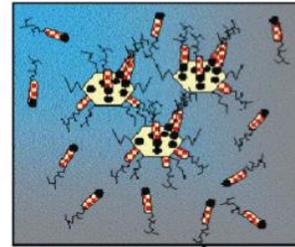


Acumulación de los asfaltenos en las tuberías

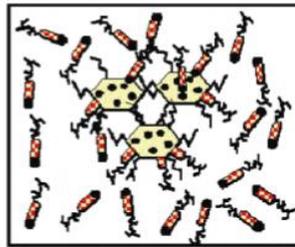
Precipitación de asfaltenos en parafinas lineales



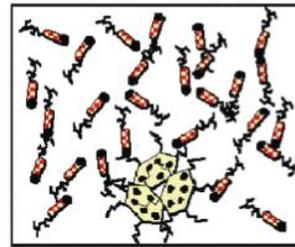
(a)



(b)



(c)



(d)

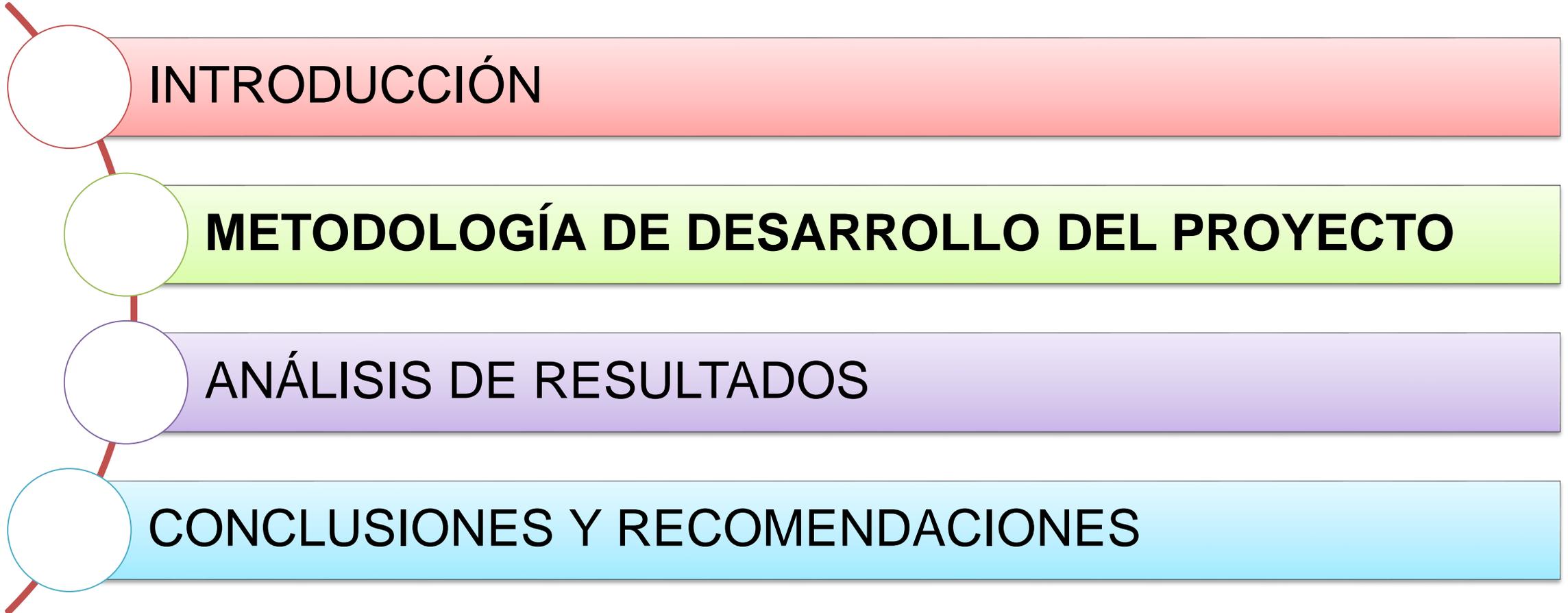
OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

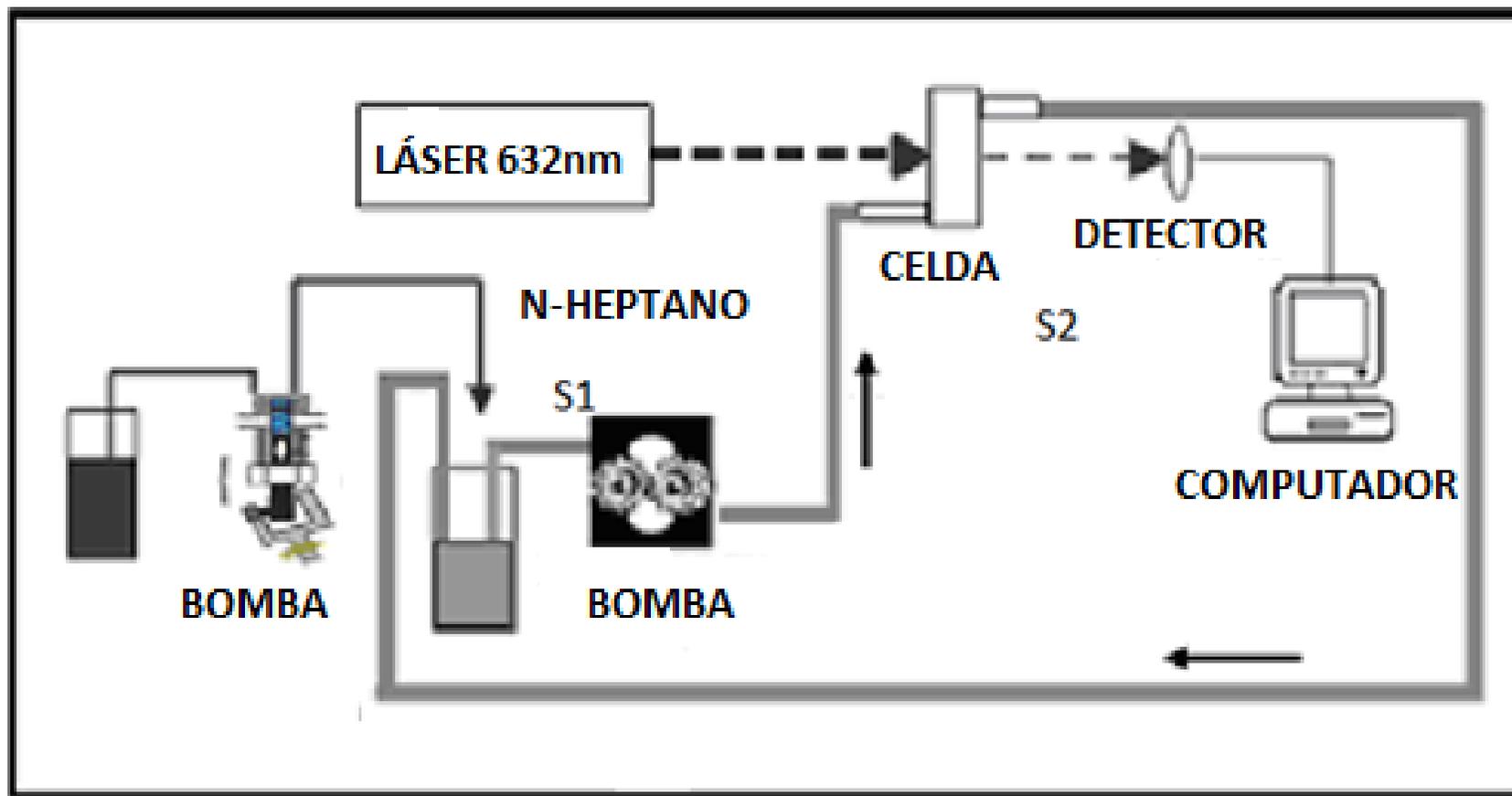
- Estudiar la estabilidad de mezclas resinas-asfaltenos de crudos ecuatorianos de diferente procedencia, mediante un equipo de dispersión de luz construido en los laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Extensión Latacunga.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

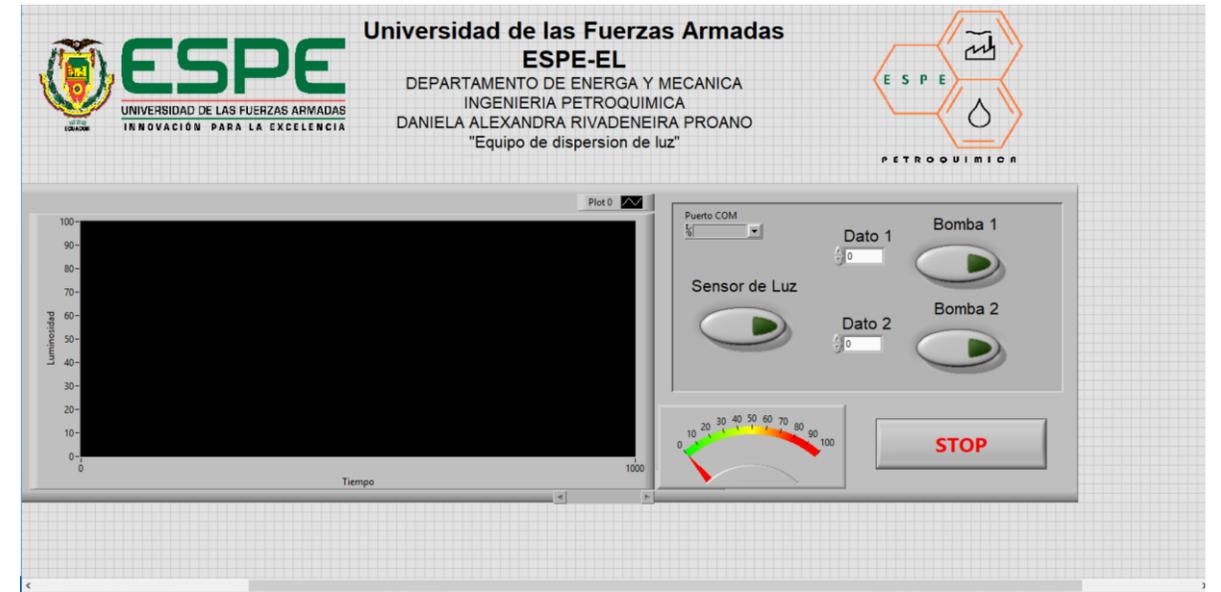
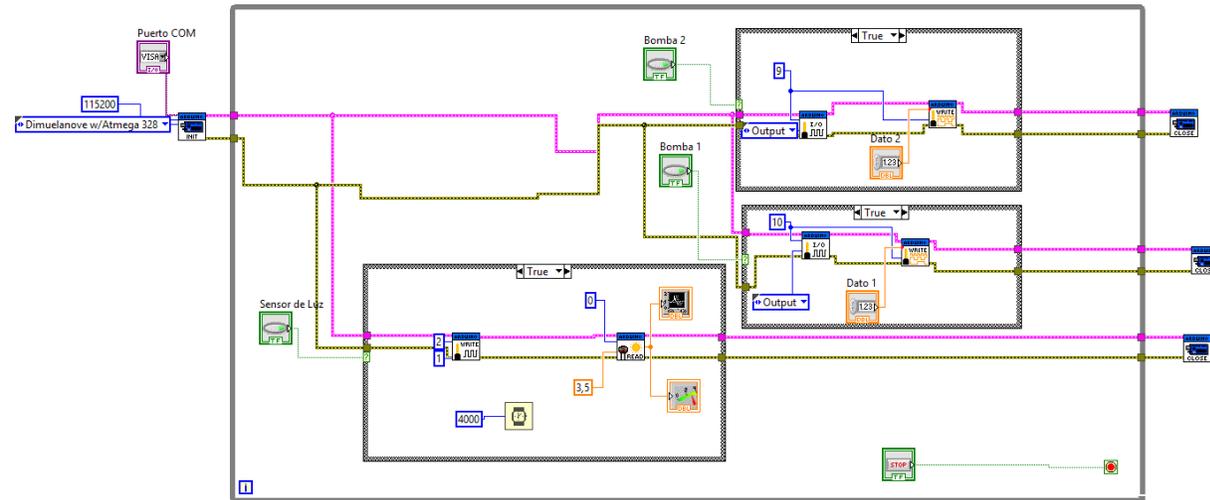
- Construir un equipo de dispersión de luz mediante la comunicación del software LAVIEW y Arduino.
- Determinar el umbral de floculación de diferentes mezclas resinas-asfaltenos mediante el equipo de dispersión de luz, utilizando n-heptano como agente precipitante.
- Demostrar de forma cualitativa a través del método de la mancha el umbral de floculación con el equipo de dispersión de luz.
- Evaluar los efectos de la concentración del tipo de resinas utilizadas en la estabilidad de los diferentes asfaltenos en solución.
- Establecer con base a los resultados obtenidos cuales son las mezclas de crudos más favorables en términos de la estabilidad.



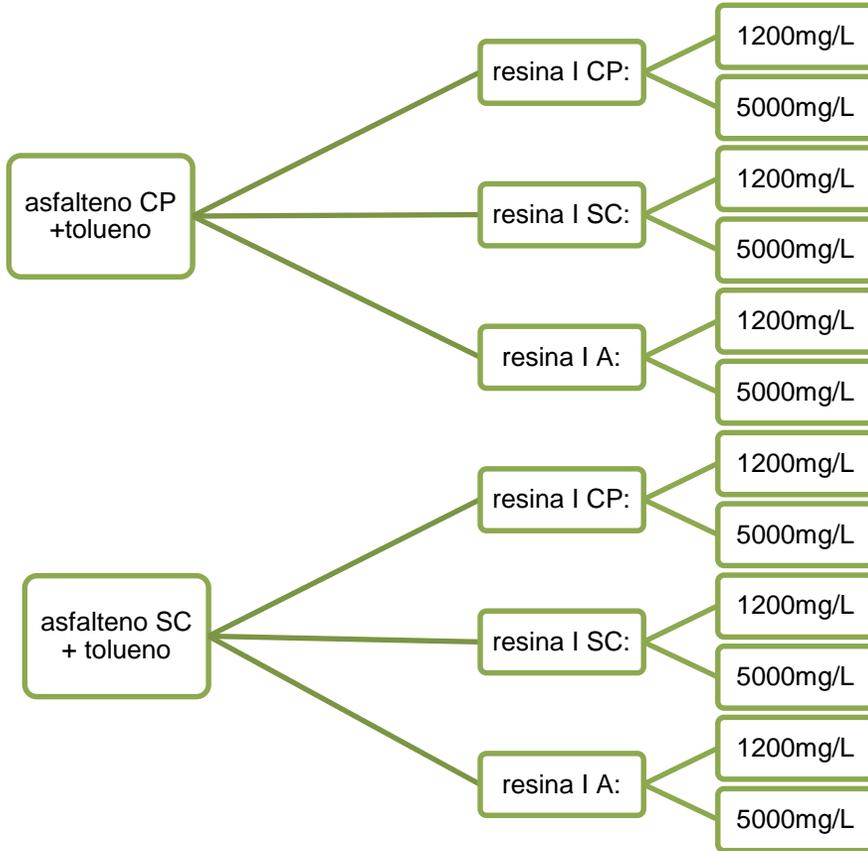
Construcción del Equipo de Dispersión de Luz



Construcción del Equipo de Dispersión de Luz



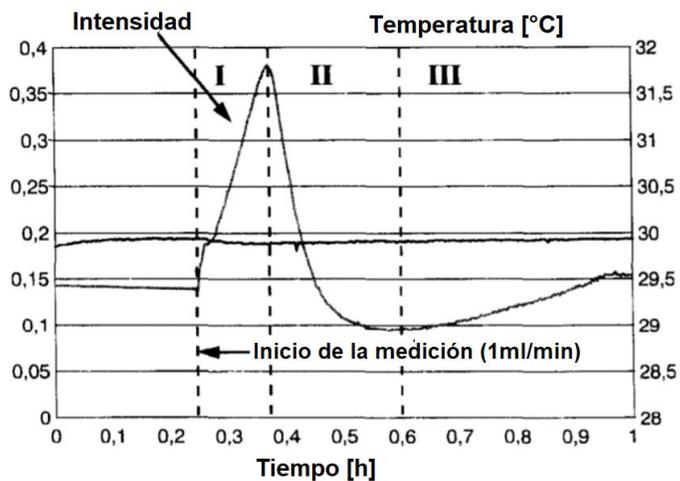
Obtención de muestras



agitación leve durante 24 horas

Estabilidad de las resinas sobre los asfaltenos en solución

$$\text{Estabilización} = \frac{F_A - F_0}{F_0} * 100\%$$



F_A : punto de floculación de la solución en presencia de resinas.

F_0 : punto de floculación de la solución en ausencia de resinas.

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

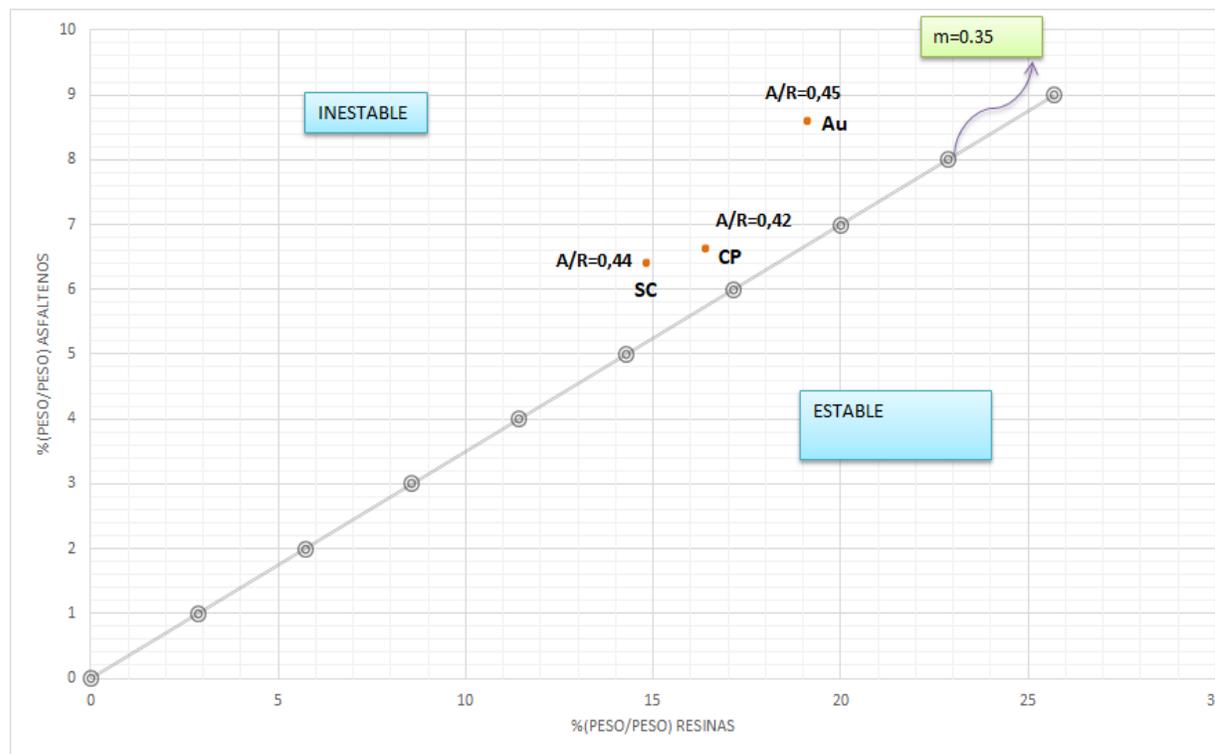
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

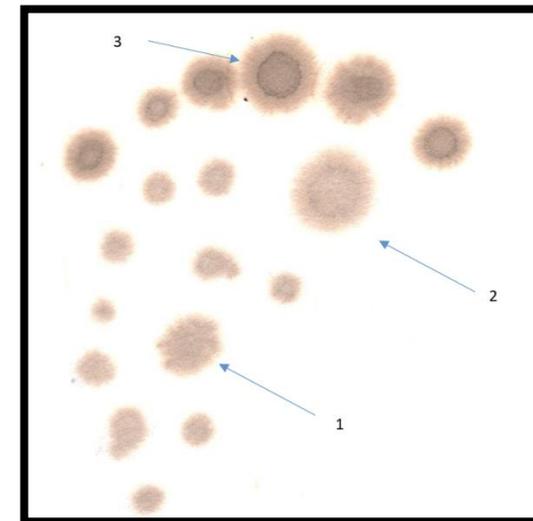
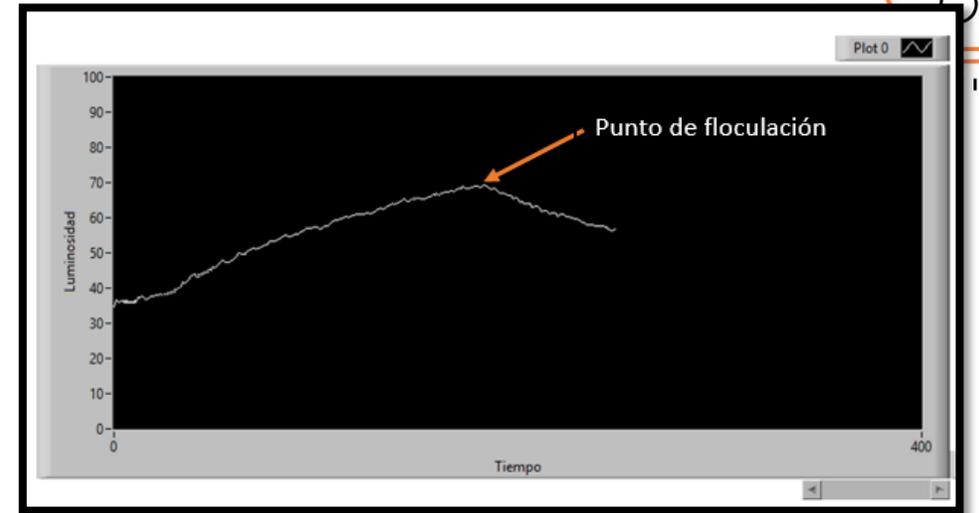
Gravedad API de los crudos estudiados

Tipo de Crudo	°API a 15.6°C	Procedencia
Sacha Central	25.3	Bloque 60 Sacha
Coca Paraíso	23.2	Bloque 07
Auca	22.2	Bloque 61

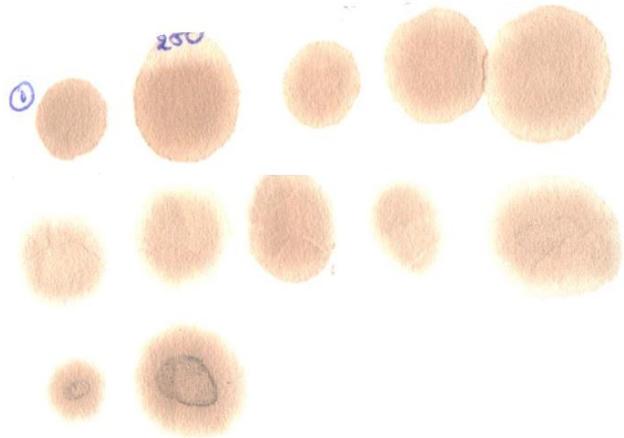
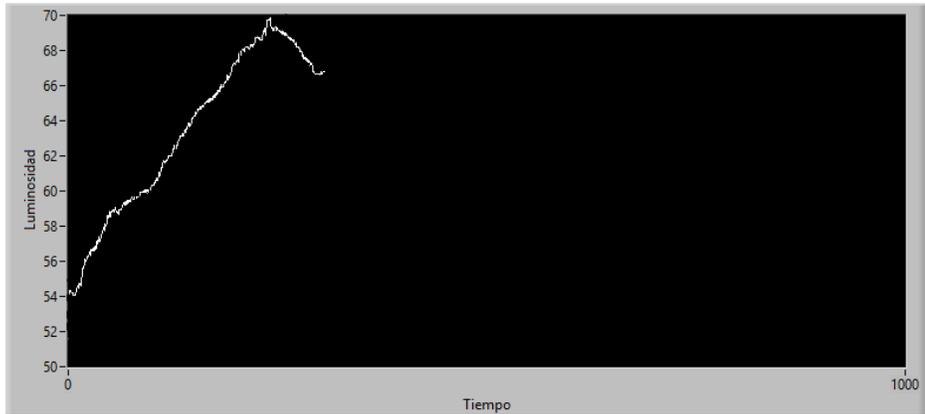
Estabilidad del crudo en función de la relación Asfaltenos/Resinas



Funcionamiento del equipo de dispersión de luz



- Asfaltenos SC + Resinas SC



	Resina CP		Resina SC		Resina Au	
	1mg/ml	5mg/ml	1mg/ml	5mg/ml	1mg/ml	5mg/ml
Asfalteno CP	2,421	36,848	5,845	38,946	4,357	17,160
	3,281	37,009	6,606	40,882	1,114	20,387
	4,142	38,475	6,117	39,453	7,585	21,356
Asfalteno SC	4,875	44,051	3,243	38,842	5,691	26,278
	6,099	42,775	4,467	37,526	7,833	27,395
	5,283	43,234	4,789	36,868	6,405	28,084

Análisis de varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Asfaltenos	47,4239	1	47,4239	5,90	0,0218
B:Resinas	378,285	1	378,285	47,04	0,0000
C:Concentración	7681,09	1	7681,09	955,17	0,0000
AB	1,51052	1	1,51052	0,19	0,6680
AC	20,0779	1	20,0779	2,50	0,1253
BB	99,3933	1	99,3933	12,36	0,0015
BC	495,505	1	495,505	61,62	0,0000
Error total	225,164	28	8,04157		
Total (corr.)	8948,45	35			

R-cuadrada = 97,4838 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 96,8547 %

Error estándar del est. = 2,83577

Error absoluto medio = 1,94622

Estadístico Durbin-Watson = 2,19279 (P=0,6936)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,101832

Análisis de efectos estandarizados.

Gráfica de efectos estandarizados



Gráfica de Probabilidad Normal para Estabilidad

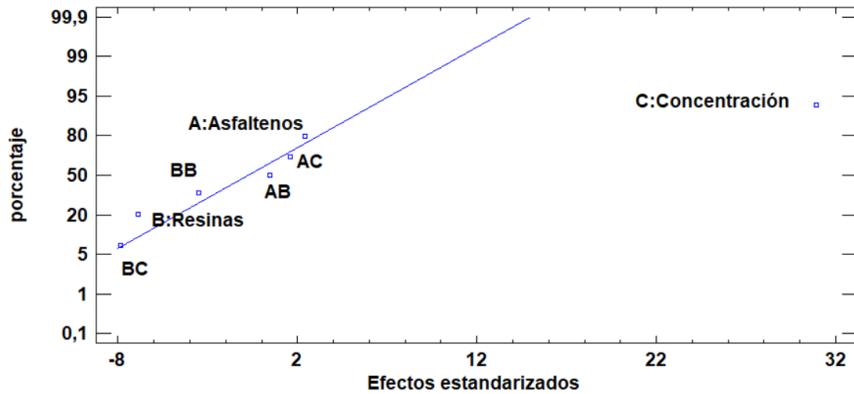
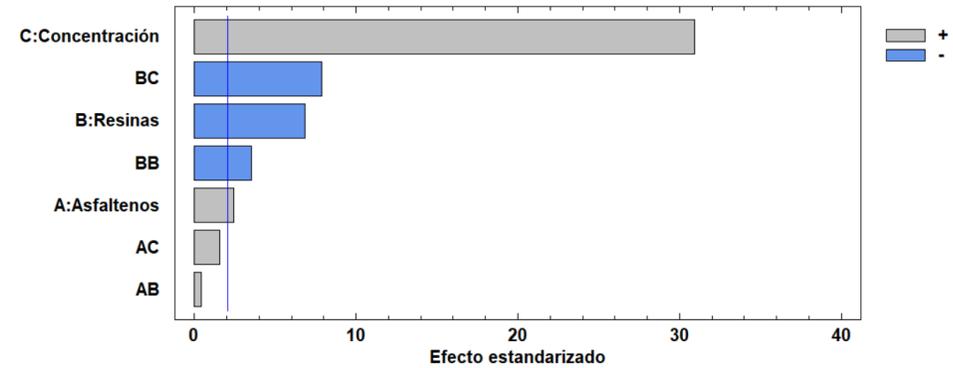


Diagrama de Pareto para la estabilidad de asfaltenos



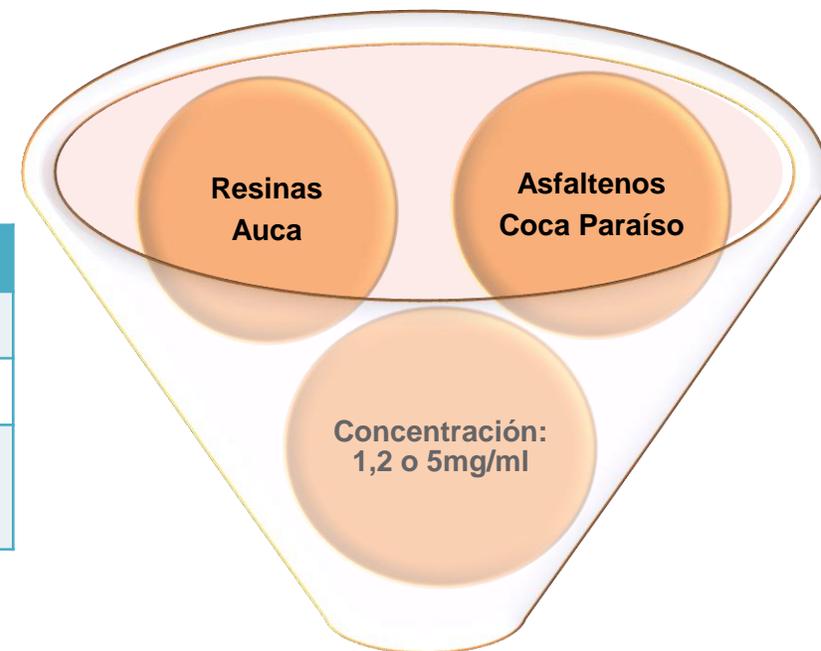
Diagrama de Pareto Estandarizada para Estabilidad



Optimización de respuesta



Factor	Bajo	Alto	Óptimo
A: Asfaltenos	-1,0	-1,0	1,0
B: Resinas	-1,0	0,0	-1,0
C: Concentración	-1,0	1,0	1,0



Solución con estabilidad más significativa del 43,353%

Solución con la estabilidad más baja

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se realizó el diseño y construcción del equipo de dispersión de luz que permitió la visualización inmediata de las curvas de intensidad de luz para cada mezcla, es decir el umbral de floculación a través de la interfaz. De la misma forma, fue posible controlar el encendido y apagado del láser para que el haz de luz se disperse al atravesar la solución que fluye en la celda de cuarzo.
- Mediante la comunicación del software Arduino y LabVIEW fue posible diseñar la interfase del equipo de dispersión luz, la que permitió la adición del agente precipitante a 0,7 ml/min y la recirculación de la solución a 14,14ml/min, por medio del accionamiento de las bombas. La cantidad n-heptano agregado fue el adecuado para inducir la formación de flóculos en la solución de asfaltenos, resultando soluciones lo suficientemente claras para permitir el paso de luz hacia el detector.

- El equipo de dispersión de luz fue viable para realizar estudios de estabilidad de mezclas resinas-asfaltenos, se determinó que el efecto de la concentración de resinas es proporcional al volumen de agente precipitante, porque al aumentar la concentración de las resinas se necesita un mayor volumen de n-heptano para provocar el umbral de floculación de los asfaltenos en solución.
- A través del método de la mancha se logró validar de una manera cualitativa los resultados obtenidos mediante del equipo de dispersión de luz, porque al momento que se registraba el punto máximo de intensidad de luz en el equipo, se observó el inicio de la floculación en el papel filtro en todas las soluciones en estudio.
- Mediante el diseño experimental se evaluó el efecto de las variables independientes que influyen en la estabilidad de los diferentes asfaltenos en solución, determinando que el factor predominante es la concentración, seguido del tipo de resina y por último el tipo de asfalteno en estudio. La concentración de 5mg/ml de resinas permitió una mayor estabilización en todas las soluciones en estudio.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se estableció que la mezcla de asfaltenos del crudo Sacha Central y las resinas del crudo Coca-Paraíso con una concentración de 5mg/ml, presentan la estabilidad más significativa con el 43,353%, esto se debe a que las resinas provienen de un crudo menos inestable, por lo que inhibe la floculación y posterior deposición de los asfaltenos. En conclusión esta mezcla es la más favorable en términos de estabilidad.
- La mezcla de asfaltenos del crudo Coca-Paraíso y resinas del crudo Auca presentaron una estabilidad del 4,352% y 19,634% a concentraciones de 1,2mg/ml y 5mg/ml respectivamente, siendo las más bajas en comparación de las demás mezclas de crudos. Por lo tanto la mezcla de estos crudos puede ocasionar problemas de precipitación y acumulación de asfaltenos en las distintas etapas del tratamiento del crudo.

Recomendaciones

- Mejorar el equipo de dispersión de luz para eliminar el ruido proveniente del funcionamiento de las bombas, al momento de detectar la señal de intensidad de luz.
- Se propone realizar el mismo estudio de estabilidad de mezclas resinas-asfaltenos pero con crudos que tenga una diferencia significativa en su gravedad API, para determinar si las resinas provenientes de un crudo extra pesado son capaces o no de estabilizar de una mejor manera a otros crudos.
- Se sugiere determinar el umbral de floculación de las diferentes mezclas con otras concentraciones de resinas, para obtener mejores resultados en términos de estabilización.

