

**ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE EMULSIONES A PARTIR DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO POST- CONSUMO**

ROSA BEATRÍZ ACEVEDO PÉREZ

ANGÉLICA RAMÍREZ PINTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2013

**ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE EMULSIONES A PARTIR DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO POST- CONSUMO**

ROSA BEATRIZ ACEVEDO PÉREZ

ANGÉLICA RAMÍREZ PINTO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERAS QUÍMICAS

DIRECTOR:

JOSÉ CARLOS GUTIÉRREZ GALLEGO

Químico M. Sc

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

BUCARAMANGA

2013

DEDICATORIA

A Dios, por las bendiciones recibidas y fortalecerme en salud, conocimientos y fe, por darme fuerzas para salir adelante a pesar de los problemas que se presentaron en el transcurso de la carrera para alcanzar ésta meta asimismo por su bondad y amor.

A mis padres Rosa Inés y Héctor Manuel, por el apoyo y consejos que me llevaron a ser una persona de bien. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos Mauricio y Orlando por el apoyo mutuo en nuestra formación profesional, a mi hermanita Leito la niña de mis ojos por sus tiernos consejos y sus palabras de apoyo que me fortalecían día a día. ¡Los quiero!

A mi amiga Anyelina, con la que compartimos momentos, alegres y felices, pero que nunca se desvió nuestro rumbo... Terminar nuestra meta. Gracias por su paciencia, apoyo y compañía.

A todos mis amigos, los del colegio por su apoyo y cariño que aún me ofrecen, los de la Universidad porque fueron fortaleza en la lucha para cumplir éste sueño. ¡Gracias a todos!

ROSA BEATRÍZ ACEVEDO PÉREZ

DEDICATORIA

A mis padres, MARIA CRISTINA, ZOLIA ROSA y CESAR AGUSTO
Por ser mí apoyo
incondicional toda la vida,
por todo el amor y la comprensión en los
momentos difíciles.

A mis hermanos CESAR AUGUSTO, JOHANA PATRICIA e IVAN JASSER
por la compañía y el respaldo brindados siempre,
aun cuando la distancia nos separa.

A mis amigas y amigos, a todos aquellos que conocí en el transcurso
de la carrera, algunos ya graduados y otros continúan
en la lucha, pero que han sido una familia en una ciudad
desconocida para la mayoría, por la compañía y la ayuda
desinteresada, muchas gracias por darme el privilegio de haberlos conocido.

A mi compañera ROUS, por el gran esfuerzo realizado
para la culminación del proyecto después de una serie de sucesos
infortunados, por su paciencia y compañía. Gracias.

ANGÉLICA RAMÍREZ PUNTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las bendiciones recibidas en el transcurso de la vida, por darnos sabiduría y perseverancia para alcanzar nuestras metas.

A la Universidad Industrial de Santander por ser alma mater de excelentes profesionales, al permitir nuestra vinculación a ella y sobre todo por brindarnos el conocimiento necesario para enfrentar las diferentes situaciones de nuestra vida laboral.

Al profesor José Carlos Gutiérrez, por ser más que un excelente director, un amigo que compartió sus conocimientos y experiencias que nos fortalecerá en nuestro campo profesional.

A don Eduardo Carreño y don Wilson Carreño por el apoyo brindado en las prácticas de laboratorio y acompañamiento de las diferentes etapas del proyecto.

A nuestros compañeros del grupo de investigación en química industrial y de polímeros: Elizabeth Rico, Elizabeth Dosa, Laura, Johana y Silvia por el apoyo brindado en el transcurso de ésta etapa.

A don Luis y doña Nubia quienes estuvieron muy atentos en el desarrollo de nuestro proyecto, además de brindarnos una amistad sincera e incondicional durante su estadía en la universidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. MARCO TEORICO	22
1.1 Poliestireno expandido.....	22
1.1.1 El EPS y su contaminación mundial.....	22
1.1.2 Reciclado del EPS.....	23
1.1.3 Código de identificación del EPS.....	24
1.2 Emulsiones	24
1.2.1 Definición	24
1.2.2 Tipos de Emulsiones.....	25
1.2.3 Estabilidad de las Emulsiones.....	25
1.2.4 Conductividad de la Emulsión	27
1.2.5 Constante dieléctrica	27
1.2.6 Agente Emulsificante	27
1.2.7 Pintura.....	29
2. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	30
2.1 Acondicionamiento de materias primas:	31
2.1.1 Principales componentes de la Emulsión.....	31
2.1.2 Proceso de Emulsificación.....	31
2.2 Caracterización de los componentes de la Emulsión y las Muestras	32
2.2 Clasificación de la Emulsión.	32
2.3 Aplicabilidad de la Emulsión.	33
2.3.1 Elaboración de Pinturas	33
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	34
3.1 Proceso de Emulsificación:.....	34
3.2 Caracterización sustancia de referencia (Benceno).	35

3.3 Caracterización de las muestras.....	36
3.4 Clasificación de la Emulsión:	39
3.5 Elaboración de Pinturas.	39
4. CONCLUSIONES	43
5. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
ANEXOS.....	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de polímero y solución en las muestras.....	34
Tabla 2. Datos experimentales sustancia de referencia.....	35
Tabla 3. Temperatura de rompimiento y constante dieléctrica de las muestras...	38
Tabla 4. Composición muestra final.....	38
Tabla 5. Componentes y composiciones de las pinturas realizadas.....	39
Tabla 6. Evaluación cualitativa de las pinturas obtenidas.....	42

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Emulsiones obtenidas.....	34
Imagen 2. Proceso de Emulsificación.....	38
Imagen 3. Prueba de Caracterización.....	39
Imagen 4. Pinturas Obtenidas	40
Imagen 5. Prueba sobre madera.....	40
Imagen 6. Prueba sobre tela.....	41
Imagen 7. Prueba sobre cartón.....	41
Imagen 8. Prueba sobre arcilla.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Monómero del Poliestireno.....	22
Figura 2. Código EPS para PS.....	24
Figura 3. Tipos de Emulsiones.....	25
Figura 4. Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de las Emulsiones.....	26
Figura 5. Tensión superficial y disminución de la Tensión superficial.....	28
Figura 6. Fases de una emulsión.....	28
Figura 7. Diagrama general del proceso.....	30

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. Constante dieléctrica Vs Temperatura muestras 1,2 y 3.....	36
Gráfica 2. Constante dieléctrica Vs Temperatura Muestra 4. 25-58 °C.....	37
Gráfica 3. Constante dieléctrica Vs Temperatura Muestra 4. 25-46 °C.....	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Ficha de seguridad del xileno.....	49
ANEXO B: ficha de seguridad nonil fenol.....	52
ANEXO C: datos experimentales de capacitancia y constante dieléctrica de los componentes de la emulsión y las muestras.....	55
ANEXO D: Equipos utilizados.....	58
ANEXO E: Acondicionamiento de materias primas.....	59
ANEXO F: Rompimiento de las emulsiones	60

ABREVIATURAS

PS: Poliestireno.

EPS: Poliestireno Expandido.

O/W: Emulsión aceite en agua.

W/O: Emulsión agua en aceite.

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE EMULSIONES A PARTIR DE POLIESTIRENO EXPANDIDO POST- CONSUMO*

AUTORES: ACEVEDO PÉREZ, Rosa Beatriz, y RAMÍREZ PINTO, Angélica **

PALABRAS CLAVES: Poliestireno post- consumo, Xileno, Nonilfenol, Emulsión, Constante dieléctrica

Con el objetivo de dar un aporte para solucionar la problemática ecológica creada por el Poliestireno expandido post consumo, éste trabajo de investigación propone una alternativa de empleo de dicho material en la obtención de emulsiones agua/tensoactivo/polímero. La elaboración de la emulsión empieza desde el tratamiento del EPS con el xileno comercial, obteniendo una solución viscosa que se emulsifica en una solución acuosa de Nonilfenol al 10%, agitando a una velocidad de 13000 rpm con el Ultraturrax, control de la temperatura para evitar el rompimiento de la emulsión; en el protocolo se preparan cuatro emulsiones variando la cantidad de polímero en cada una de ellas. Seguidamente se caracteriza el tipo de emulsión obtenida por medio de calentamiento hasta encontrar el valor de la temperatura donde cada emulsión se desestabiliza, midiendo los cambios de constante dieléctrica y capacitancia con la temperatura. Analizados los resultados obtenidos se elige la muestra con mayor cantidad de polímero pues presenta mayor resistencia térmica y menor grado de rompimiento. Como ejemplo de aplicación de las emulsiones obtenidas, se elabora pinturas plásticas de base acuosa, añadiendo caolín blanco como base, aceite de linaza como plastificante y pigmentos minerales que definen su color. Se ensayan en diferentes tipos de sustratos (tela, madera, cartón y ladrillos) para ver su desempeño, se observa que en el cartón y la tela el resultado es mejor debido a la consistencia y cubrimiento obtenidos.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías fisicoquímicas, Ingeniería Química. Director: M.Sc. José Carlos Gutiérrez Gallego.

ABSTRACT

TITLE: STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF EMULSION FROM POST-CONSUMER POLYSTYRENE*

AUTHORS: ACEVEDO PÉREZ, Rosa Beatriz, and RAMÍREZ PINTO, Angélica**

KEYWORDS: post-consumer polystyrene, Xylene, nonylphenol, Emulsion, Dielectric Constant.

With the purpose to give a contribution to solve ecological problems created by the post-consumer expanded polystyrene, this research paper proposes an alternative use for this material in the production of polymer emulsions water/surfactant/polymer. The preparing of the emulsion start from EPS treatment with commercial xylene, obtaining a viscous solution which emulsified in an aqueous solution of 10% nonylphenol, stirring at a speed of 13,000 rpm with the Ultra turrax, temperature control to avoid the breaking of the emulsion, in the protocol the four emulsions are preparing by varying the amount of polymer in each emulsion. Then we characterized the type of emulsion obtained by heating to find the value of the temperature where each emulsion is destabilized, measuring changes in the dielectric constant and capacitance with temperature. When we have the result we analysing the results and choose which shown in greater select the amount of polymer has the highest thermal resistance and the lowest degree of breakdown. For example the application of the emulsions obtained, is for made water-based plastic paint, adding white kaolin as the base, linseed oil as plasticizer and mineral pigments which define its color. This material are tested in different types of material (fabric, wood, cardboard and bricks) to see their performance, and we can observed that in the cardboard and fabric the result is better for the consistency and coverage obtained.

* Project of degree

** Physicochemical Engineering Faculty, Chemical Engineering. Director: M.Sc. José Carlos Gutiérrez Gallego

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas ambientales más relevantes y preocupantes que actualmente se vive es la generación de residuos sólidos que se desechan a diario; [14] entre dichos residuos se encuentra clasificado el Poliestireno expandido (EPS) por sus siglas en inglés, más conocido en Colombia como icopor, material inerte que tarda en promedio de 500 a 1000 años en degradarse y es uno de los materiales más agresivos con el medio ambiente (si no es reciclado) pues no es biodegradable [20]. Por ésta razón la última opción que se debe escoger es llevarlo a los rellenos sanitarios.

Con el objetivo de procesar el EPS material 100% reciclable [31], [19] y prolongar su vida útil plantea una nueva alternativa de reciclaje, ya que en la actualidad se desconocen procesos eficientes. Además obtener un proceso rentable que presente soluciones económicas, ambientales, sociales y tecnológicas que genere fuentes de empleo y sea benéfico para la sociedad. Para reemplazar las técnicas de reciclaje comunes y tediosas para el manejo de residuos poliméricos post consumo como son el reciclaje mecánico y el reciclaje químico, éste trabajo de investigación propone el reciclaje fisicoquímico, que a diferencia de los anteriores, implica cambio de fase y transformación en los estados de agregación del material. Ésta técnica de reciclaje, se efectúan operaciones básicas separación como sedimentación de impurezas. Además, nos permite transformar al desecho plástico en fuente de materia prima para utilizarlo de manera más rentable y eficiente en la producción de nuevos materiales.

Llevando a cabo el proceso fisicoquímico se obtiene un producto recuperado de Poliestireno, sustancia altamente viscosa utilizada en la elaboración de emulsiones que alcanzan gran estabilidad, razón por la cual se hacen atractivas para implementarlas en varios procesos. Además se desarrolla una estrategia

sostenible ya que se recicla un material poco amigable con el ambiente y se espera obtener rentabilidad en el proceso empleado ya que en su mayoría, las materias primas utilizadas son de bajo costo.

ESTADO DEL ARTE

Dentro del grupo de Investigación en Química Industrial y de Polímeros de la Universidad Industrial de Santander se realizan estudios sobre técnicas de transformación y reciclaje de residuos poliméricos post-consumo que permitan obtener un producto de valor agregado y de ésta manera se contribuya con la disminución de impacto ambiental ocasionada por éstos. Dentro de algunas técnicas se menciona la elaboración de emulsiones polímero/solvente/emulsionante, como precursoras en la elaboración de madera plástica entre otras.

Para la elaboración de emulsiones a partir de residuos sólidos post-consumo se han variado las materias primas a utilizar como el solvente orgánico, el tensoactivo y el polímero post- consumo, como solvente orgánico se ha ensayado con Tolueno, Xileno, Acetato de etilo, Acetato de amilo entre otros. Como tensoactivos se han utilizado el Nonil fenol, cocoamida y la lecitina de soya y como polímeros post- consumo se se han querido tratar envases de polietileno (PS), Poliestireno expandido (EPS) y Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) , cuyo objetivo siempre ha sido obtener una emulsión estable.

De manera general, en la literatura de investigación sobre polímeros se desconoce el estudio de obtención de emulsiones a partir de material reciclable, ya que para el tratamiento de éstos residuos se han empleado otras técnicas que no van más allá de un reciclaje mecánico. Un aporte significativo de buenas prácticas de reutilización del EPS. Se resalta el proyecto ECO-EPS el cual propone alternativas que pretende aumentar de forma significativa la tasa de recuperación y reciclado de los envases y embalajes de Poliestireno expandido usados.

1. MARCO TEORICO

1.1 Poliestireno expandido

El Poliestireno Expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del Poliestireno expandible, el cual se obtiene de la Polimerización del estireno en presencia de un agente expansor (pentano). Técnicamente se define como "Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre-expandidas de Poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire". [29]

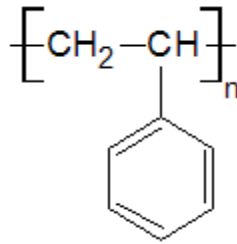


Figura 1. Monómero del Poliestireno [29]

1.1.1 El EPS y su contaminación mundial

Una de las problemáticas ambientales actualmente es el gran número de desechos sólidos que se genera a diario, dentro de los cuales se encuentra el EPS. El principal problema de éste material por ser un producto no biodegradable y presentar estabilidad frente a muchos productos químicos por ser un sustrato inerte, es imputrescible, no enmohece ni se descompone, su vida útil puede llegar a más de 100 años.

El gran valor ambiental del EPS es su capacidad de reciclado del 100%. Gracias a esta singular característica, este material se presenta como la alternativa más

viable en términos de reutilización y optimización en el uso de los recursos naturales, sin verse por ello mermada la calidad y su capacidad aislante.

En Colombia la producción de basura reciclable es de 28.800 toneladas y solo alrededor de 2.800 son procesadas para ser reutilizadas. [7]

1.1.2 Reciclado del EPS

- Recuperación Energética: Es la obtención de energía, normalmente en forma de calor a partir de la combustión de los residuos. Especialmente utilizado en los residuos sucios. [21]
- Reciclado Mecánico: Muchos plásticos son reciclados físicamente, para ello, generalmente son recolectados, lavados y molidos. Una vez molidos se les calienta (funde) y da la forma que se desea para su nueva aplicación. Este proceso es relativamente sencillo, pero no puede aplicarse a todos los plásticos ni realizarse numerosas veces, los plásticos reciclados son de menor calidad que el material nuevo (material virgen). Cada vez que el material es reciclado sufre un proceso de degradación que disminuye sus propiedades. Además, el reciclaje físico requiere que el material se encuentre libre de impurezas y contaminación, no sólo de sustancias tóxicas o peligrosas, sino también de otros plásticos o materiales. Este es uno de los inconvenientes más grandes para lograr un buen reciclaje físico, la separación de los materiales.[24]
- Reciclado Químico: Es una alternativa al reciclaje físico que implica cambios en la estructura química del material. El reciclaje químico no necesita los complicados pasos de purificación que son indispensables para el reciclaje físico. Además, permite utilizar al desecho plástico como fuente de materia prima, no sólo para producir nuevamente el material original sino producir otros materiales con diferentes características.[24]

1.1.3 Código de identificación del EPS

La Asociación de la Industria del Plástico (SPI, siglas en inglés) creó un código especial con el fin de identificar los contenidos de resinas de envases y contenedores para su respectiva separación, de esta manera favorecer la labor de los recicladores y proporcionar un sistema uniforme para los fabricantes. [2]

De esta manera el EPS se identifica como:

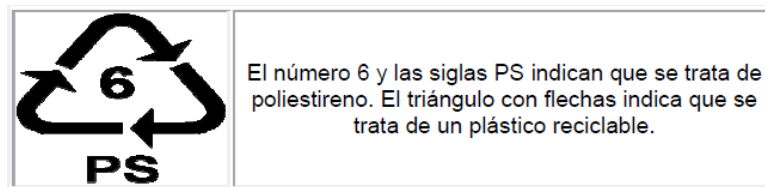


Figura 2. Código EPS para PS [10]

1.2 EMULSIONES

1.2.1 Definición

Las emulsiones son sistemas conteniendo dos fases líquidas inmiscibles, generalmente agua (W) y aceite (O), una de las cuales ha sido dispersada en otra (fase continua) en forma de gotas de tamaño microscópico con ayuda de un aparato de agitación mecánica. Esta dispersión está estabilizada por un tercer componente llamado agente emulsificante o surfactante (S), que es una molécula anfifila, que posee un grupo polar afín al agua y grupo no polar afín al acetite, y por tanto se adsorbe espontáneamente en la interfase. [6]

La concentración de surfactante es variable, pero en la práctica existen dos límites. Por debajo de 0,1%, no hay suficiente surfactante para estabilizar la emulsión. En el caso contrario, donde se logra una mayor estabilidad, se observa que la concentración de surfactante es aproximadamente entre el 0,2- 3 % de la emulsión, más allá de un 5% en la concentración de surfactante no se obtiene

ningún resultado. Por razones de eficiencia y de costos se usa en general mezclas de surfactantes.

1.2.2 Tipos de Emulsiones

Se presentan dos tipos de emulsiones, cuando la fase dispersada es apolar (O) y la fase externa es polar (W), la emulsión se conoce como aceite/agua (O/W), estas son generalmente de uso interno. Cuando la fase dispersa es agua y el medio dispersante es aceite la emulsión será de agua/aceite (W/O). Estas son insolubles en agua, no lavables, oclusivas y grasosas. Las emulsiones O/W son miscibles en agua, lavables, pueden absorber agua, no son oclusivas ni grasosas.

Pueden existir morfologías más complejas, como lo son las emulsiones múltiples. Si las gotas de aceite de una emulsión O/W contienen en su interior gotitas de agua, se dice que se tiene una emulsión múltiple de tipo W/O/W. En forma análoga, se pueden tener emulsiones de aceite en agua en aceite O/W/O. [8]

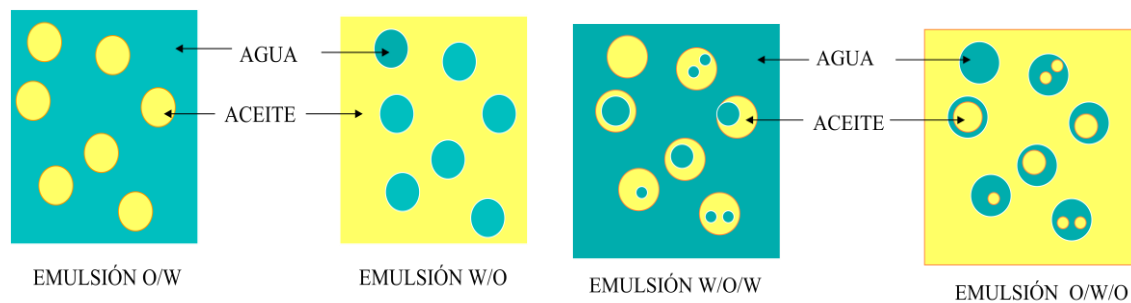


Figura 3. Tipos de Emulsiones. Fuente: Autoras

1.2.3 Estabilidad de las Emulsiones

Las Emulsiones son termodinámicamente inestables. La energía libre asociada a la superficie incrementa la energía libre total del sistema. Por lo tanto la emulsión tiende a romperse espontáneamente reduciéndose de este modo el área interfacial.

El proceso de ruptura de las emulsiones puede ocurrir mediante cuatro mecanismos de inestabilidad diferentes: La Figura 4 muestra una representación gráfica de cada una de los procesos.

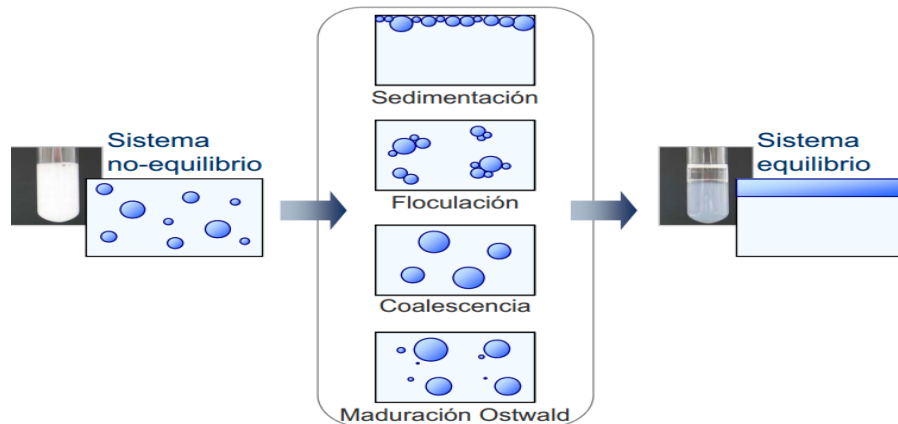


Figura 4. Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de las Emulsiones [11]

- “Creaming”/sedimentación. Proceso causado por la acción de la gravedad, produciendo un gradiente vertical de concentración de las gotas sin variar la distribución del tamaño de las mismas. Para las emulsiones O/W, las gotas de aceite son menos densas que la fase continua y acuosa, por tanto ocurre el “*creaming*”. [3]
- Floculación. Adhesión de gotas sin fusionarse y no existe una variación en la distribución de tamaño de gotas.[3]
- Coalescencia. Fusión de gotas para crear unas gotas más grandes con la eliminación de parte de la interfase líquido/líquido.[3]

La estabilidad de las emulsiones estará determinada especialmente por la cinética de los procesos de floculación y de coalescencia. Los principales parámetros involucrados son:

- La distribución del tamaño de las gotas
- Temperatura

- La viscosidad de las fases continua y su variación con la temperatura
- La naturaleza de la película interfacial
- La existencia de barreras eléctricas o estéricas superficiales.

1.2.4 Conductividad de la Emulsión

Las conductividades en una emulsión, debido a las dos fases que lo conforman, son diferentes, puesto que la fase acuosa contiene electrolitos disueltos. También dependen de la naturaleza de la fase continua o dispersante, ya que es la que transporta las cargas. Por otra parte, la fase dispersa no tiene la conductividad entre los electrodos. Por esta razón una emulsión cuya fase continua es agua (con electrolito) O/W posee una alta conductividad, caso contrario a una emulsión de fase externa orgánica W/O su conductividad es baja. Esta característica permite identificar el tipo de emulsión de un dato de conductividad bastante aproximado. [24]

1.2.5 Constante dieléctrica

Tanto en una solución como en una emulsión, es necesario considerar los efectos químicos, estructurales y eléctricos, los cuales conducen a las interacciones que se establecen en los componentes de dichas sustancias.

Para que se establezca una difusión uniforme, es necesario que una de las dos sustancias disocie en la otra facilitando así el proceso de solvatación; dicho proceso depende tanto de la constante dieléctrica del solvente como de la polaridad de las moléculas del soluto y el solvente.

1.2.6 Agente Emulsificante

La mayoría de los agentes emulsificantes constan de moléculas que contienen una mezcla de grupos polares y no polares.

Tiene dos funciones generales:

1. Reducir la tensión entre los líquidos a emulsificar

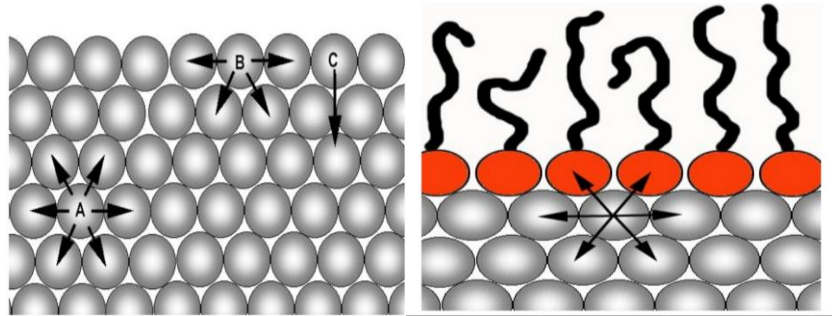


Figura 5. Tensión superficial y disminución de la Tensión superficial. [18]

2. Prevenir la coalescencia de las gotas dispersas.

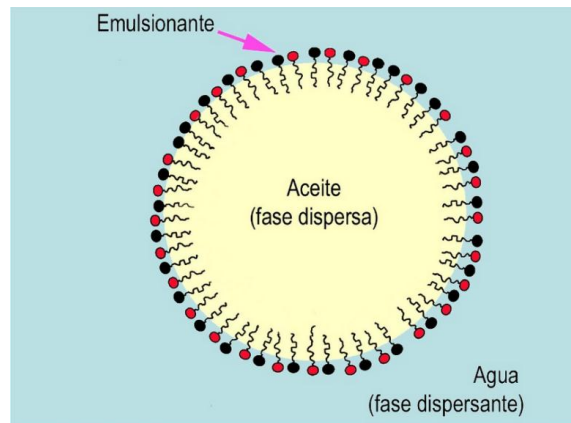


Figura 6. Fases de una emulsión. [18]

1.2.6.1 Nonil fenol.

Tensoactivo no-lónico de carácter hidrofílico, líquido incoloro a temperatura de 25°C. Es soluble en agua, en alcoholes de bajo peso molecular y solventes orgánicos. Usado como emulsificante primario para una gran variedad de formulaciones. Es un excelente surfactante para formular limpiadores de uso

doméstico e industrial. Funciona también como dispersante, solubilizante y co-emulsificante en aplicaciones especializadas para la industria en general. [23]

1.2.7 Pintura.

Una pintura puede definirse como el producto que presentado en forma líquida o pastosa, aplicada por el procedimiento adecuado sobre una superficie, se transforma por un proceso de curado en una película sólida, plástica y adherente que protege y/o decora aquella. Básicamente, se compone de los siguientes elementos:

- **PIGMENTOS**: Su función consiste primordialmente en conferir color y opacidad a la capa de pintura.
- **LIGANTES**: Es el componente básico de la pintura a la que confiere la posibilidad de formar película una vez curada por el procedimiento específico de cada tipo. De él dependen las propiedades mecánicas y químicas de la pintura, y por tanto su capacidad protectora.
- **DISOLVENTES**: Su misión consiste básicamente en permitir la aplicación de la pintura por el procedimiento elegido, confiriéndole una consistencia apropiada ya que en general una pintura sin disolvente, sólo a base de pigmento y ligante, tendría una viscosidad muy elevada. Otra de sus misiones es la de facilitar la fabricación de la pintura y mantener su estabilidad en el envase.
- **ADITIVOS**: Son productos químicos de acción específica que se añaden a los componentes principales de la pintura, ya citados, en pequeñas proporciones para conseguir una mejora de calidad, evitar defectos, producir efectos especiales, acelerar el endurecimiento, conferir tixotropía, matizar, etc. [22]

2. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

El siguiente esquema representa detalladamente el proceso llevado a cabo en la obtención de una emulsión polimérica a partir de EPS post-consumo y su caracterización.

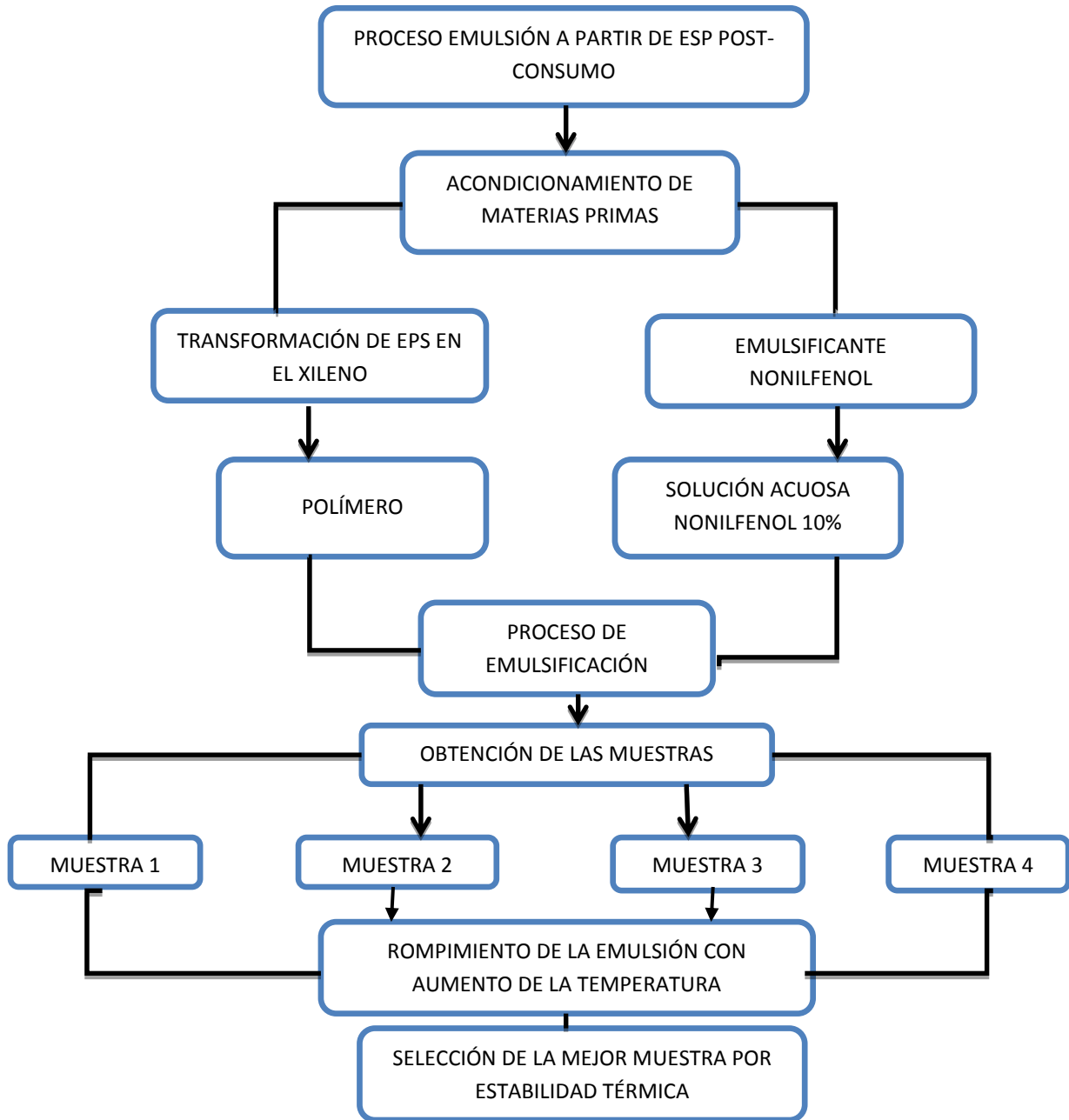


Figura 7. Diagrama general del proceso. Fuente Autoras

2.1 Acondicionamiento de materias primas:

2.1.1 Principales componentes de la Emulsión

- Se transformaron los bloques de EPS usados y sin previo proceso de limpieza con un solvente orgánico (Xileno) aproximadamente 2 Litros, al cual se le agregaba lentamente fragmentos del EPS donde comienza a fundirse en el Xileno hasta un punto de saturación máximo. En ésta etapa se obtiene un líquido altamente viscoso que se deja en reposo por algunos días para que se precipiten las impurezas provenientes de la suciedad de los bloques de Icopor.
- Se preparó una solución acuosa al 10% de Nonilfenol.

2.1.2 Proceso de Emulsificación

Se eligió la variable con la que se va a trabajar en el proceso de emulsificación, en éste caso se decide variar la cantidad de polímero en cada emulsión, sin variar la cantidad de solución en cada muestra además de la velocidad de agitación del **Ultra-turrax modelo CHOTT DI-148 digital** (13000 rpm). El objetivo principal de ésta etapa era obtener una emulsión que presentara adecuadas características y máxima estabilidad.

La primera muestra presentó las características requeridas por lo que se decidió realizar 3 muestras más en la que se duplicaba la cantidad de polímero en una cantidad de solución base.

De las cuatro muestras obtenidas se evaluó la influencia de la cantidad polímero en cada una de ellas para realizar una muestra final con las mismas características de la que se elige como la mejor.

2.2 Caracterización de los componentes de la Emulsión y las Muestras

Para caracterizar los componentes de la emulsión es necesario conocer valores de capacitancia y constante dieléctrica en diferentes intervalos de temperatura.

Se trabajó con un **Termostato** donde se utilizó aceite como fluido de calentamiento. Con ayuda de electrodos conectados a una termocupla y un capacitor, se registran datos de capacitancias y temperaturas. El resultado es un promedio aritmético de tres tomas cada cinco minutos aumentando 5°C la temperatura del termostato.

Para las muestras, la variación de la temperatura en el termostato se hace hasta el punto donde se desestabilizan y se registra dicho valor de temperatura de la termocupla que corresponde al valor donde se observa el rompimiento de la emulsión.

La medida de la constante dieléctrica de los componentes y las muestras se obtiene a partir de la caracterización de una sustancia de referencia (Benceno), de la cual se conoce por literatura el valor de la constante dieléctrica para el Benceno a 20°C es 2,28.

Los valores obtenidos de Capacitancia y Constante dieléctrica definieron el tipo de emulsión (OW ó W/O).

2.2 Clasificación de la Emulsión.

Por medio de una sencilla y eficaz prueba se pudo especificar el tipo de emulsión que se obtuvo. Consistió en tomar 1mL de la emulsión en cuatro tubos de ensayo y se agregaron 1 mL al primer tubo, 2 mL al segundo, 3 mL al tercero y 4 mL al cuarto, con el fin de observar si presentaba afinidad con el agua o de lo contrario si ocurría rompimiento de la emulsión al aumentar la cantidad de agua, de ésta forma se percibía el carácter hidrófilo o hidrófobo.

2.3 Aplicabilidad de la Emulsión.

2.3.1 Elaboración de Pinturas

Partiendo de la muestra final se toma como base para la elaboración de una pintura donde se le adicionaron los componentes esenciales, pues se corría el riesgo que a mayor cantidad de sustancias agregadas se desestabilizara la emulsión.

Éste fue un pequeño ensayo para analizar el comportamiento de la emulsión al adicionarle otros compuestos, además de darle un uso aplicativo a ésta.

A la emulsión fueron agregados componentes que permitían un acercamiento a un producto similar a una pintura. Los componentes principales fueron:

- Caolín blanco: Usado principalmente como pigmento extendedor blanco, reemplazando parcialmente el dióxido de titanio en pinturas, contribuye dando brillo y opacidad a la pintura.
- Pigmentos minerales: Su principal misión es la de dar color y opacidad a la pintura. Se usaron pigmentos minerales de color morado, rojo y verde.
- Aceite de linaza: Utilizado como plastificante, es el encargado de formar la película protectora durante los procesos de aplicación y curado junto con el polímero.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS.

3.1 Proceso de Emulsificación:

La cantidad de polímero que contiene cada emulsión se muestra en la siguiente tabla.

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
SOLUCION DE NONILFENOL (10%) (g)	89.49	79.82	80.2	79.78
TOTAL POLIMERO (g)	36.75	44.24	84.51	161.81

Tabla 1. Composición de polímero y solución en las muestras

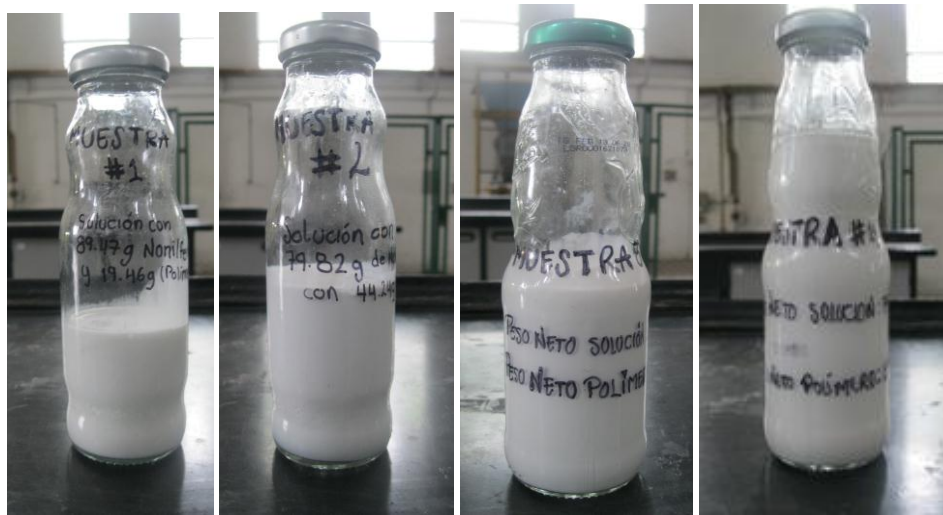


Imagen 1. Emulsiones obtenidas

Debido a un comportamiento similar en las cuatro muestras, que no permitió seleccionar la mejor emulsión a simple vista, se implementó un estudio más riguroso para analizar la estabilidad de cada una de ellas aumentando la temperatura. De ésta manera resultó más acertada la elección de la mejor muestra.

3.2 Caracterización sustancia de referencia (Benceno).

Con datos experimentales de capacitancia a diferentes temperaturas y el valor de constante dieléctrica a 20°C se obtuvieron los valores de constante dieléctrica para las muestras y sus componentes.

Por definición de capacitancia se tiene que $C = k \frac{A}{l}$

Donde C= Capacitancia, k= Constante dieléctrica, A=Área de los electrodos y l= Distancia de separación entre ellos.

Relacionando dos capacitancias se tiene: $\frac{C_1}{C_2} = \frac{k_1}{k_2} * \frac{\frac{A}{l}}{\frac{A}{l}}$

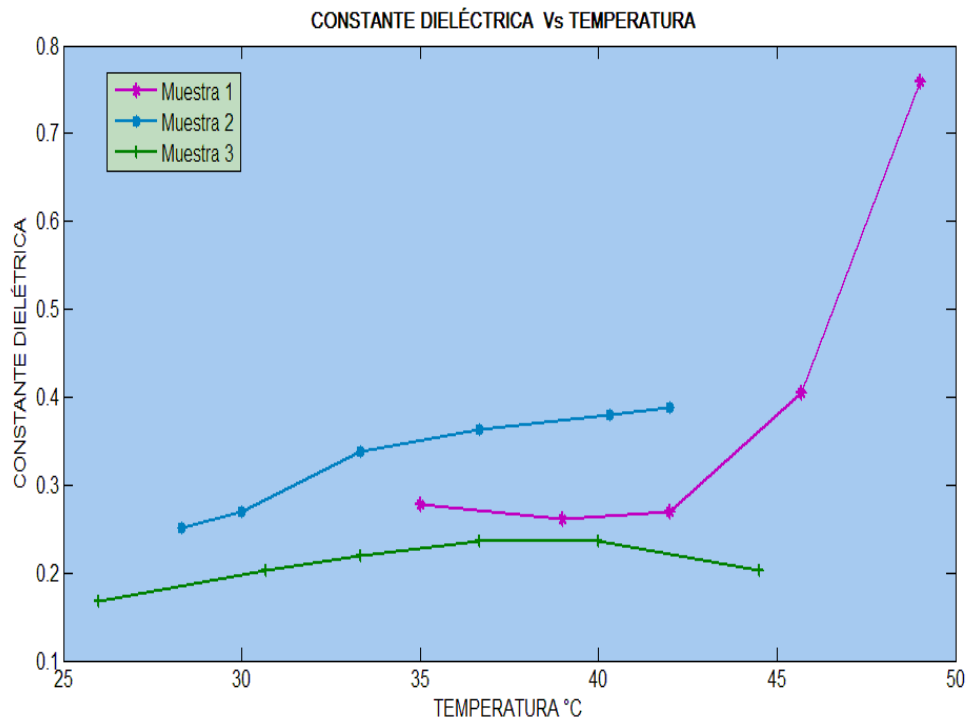
Asumiendo que el área de los electrodos y distancia de separación son iguales se tiene como resultado: $\frac{C_1}{C_2} = \frac{k_1}{k_2}$

BENCENO		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
32	0,085	0,717
34	0,093	0,785
36	0,098	0,827
37	0,114	0,962
39	0,105	0,886
40	0,149	1,257
43	0,190	1,603
44	0,174	1,468
46	0,263	2,219
48	0,266	2,245
49	0,403	3,401
54	0,785	6,624
56	1,013	8,548

Tabla 2. Datos experimentales sustancia de referencia

3.3 Caracterización de las muestras.

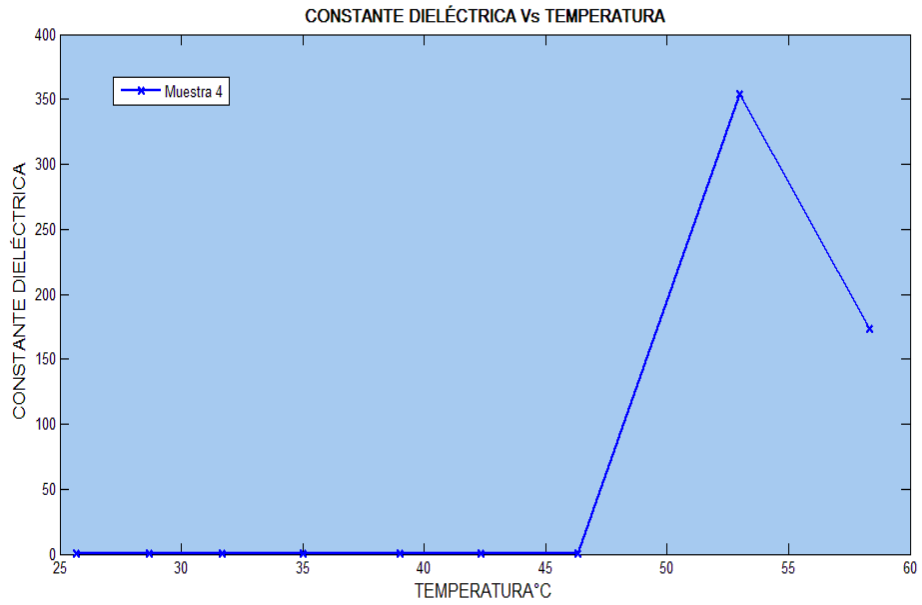
Con los datos experimentales de las emulsiones y la sustancia de referencia se puede apreciar el comportamiento de la constante dieléctrica en función de la temperatura para cada una de ellas en las siguientes gráficas.



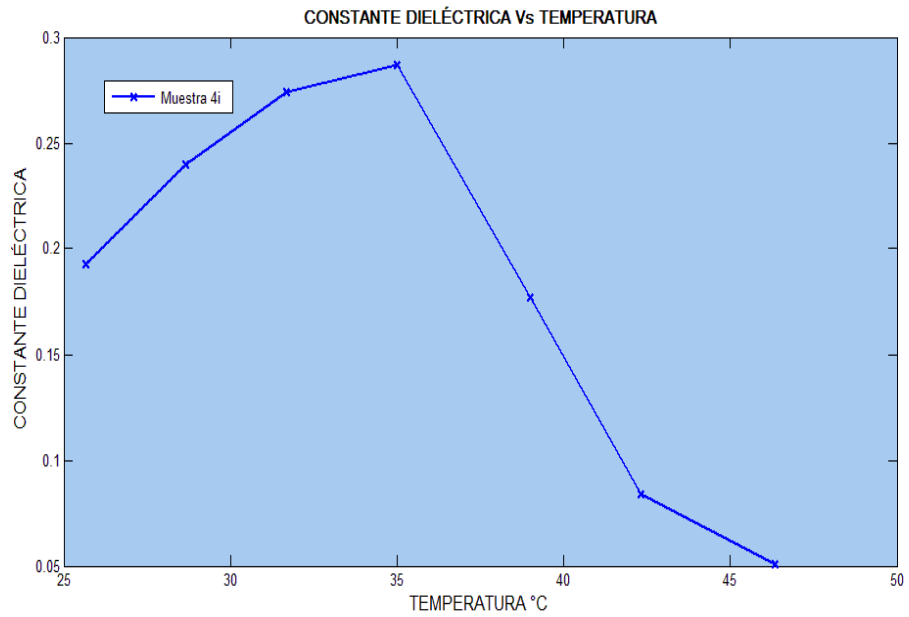
Gráfica 1. Constante dieléctrica Vs Temperatura muestras 1,2 y 3

Para la emulsión número 4 se presentan dos gráficas, la segunda describe mejor el comportamiento del intervalo 25- 46 °C ya que para los dos últimos datos registrados se presentó un cambio relevante con respecto a los datos anteriores. Esta alteración se asocia a cambios internos aún no visibles vinculados a principios de inestabilidad.

Sin embargo a la muestra se le aumentó la temperatura hasta observar su rompimiento.



Gráfica 2. Constante dieléctrica Vs Temperatura Muestra 4. 25-58 °C



Gráfica 3. Constante dieléctrica Vs Temperatura Muestra 4. 25-46 °C

En la siguiente tabla se resumen la temperatura de rompimiento y la constante dieléctrica para cada muestra:

Muestra	Temperatura °C (Rompimiento)	Constante Dieléctrica
1	49	0,759
2	42	0,388
3	44,5	0,203
4	58,33	173,827

Tabla 3. Temperatura de rompimiento y constante dieléctrica de las muestras

Debido a la capacidad de resistencia al aumento de temperatura, se elige como mejor opción la muestra 4 para realizar una muestra final con las mismas características que fue utilizada para la elaboración de pinturas.

La siguiente tabla presenta la composición de la muestra final.



Imagen 2. Proceso de Emulsificación

	MUESTRA FINAL
SOLUCION DE NONILFENOL (10%) (g)	276.10
TOTAL POLIMERO (g)	525

Tabla 4. Composición muestra final

3.4 Clasificación de la Emulsión:

De la prueba realizada para saber si la emulsión es de carácter hidrófilo o hidrófobo se observa que es una emulsión de carácter hidrófilo, ya que se dispersa fácilmente en agua aún con un aumento de la cantidad agregada con igual medida de emulsión sin desestabilizarse.



Imagen 3. Prueba de Caracterización

3.5 Elaboración de Pinturas.

Establecida la muestra final, se elaboraron tres pinturas con las siguientes especificaciones.

		PINTURA I	PINTURA II	PINTURA III
EMULSIÓN (g)		121.52	120.07	123.93
PIGMENTO	Color	Morado	Rojo	Verde
	Cantidad (g)	9.9	20	17.88
CAOLÍN (g) fondo de la pintura		23.37	19	12.4
ACEITE DE LINAZA (mL) plastificante		3	3	3

Tabla 5. Componentes y composiciones de las pinturas realizadas



Imagen 4. Pinturas Obtenidas

Las pinturas obtenidas fueron ensayadas en diferentes tipos de sustratos tales como madera, cartón, tela, y un objeto de arcilla para evaluar su mejor desempeño.

- **Ensayo en madera.**

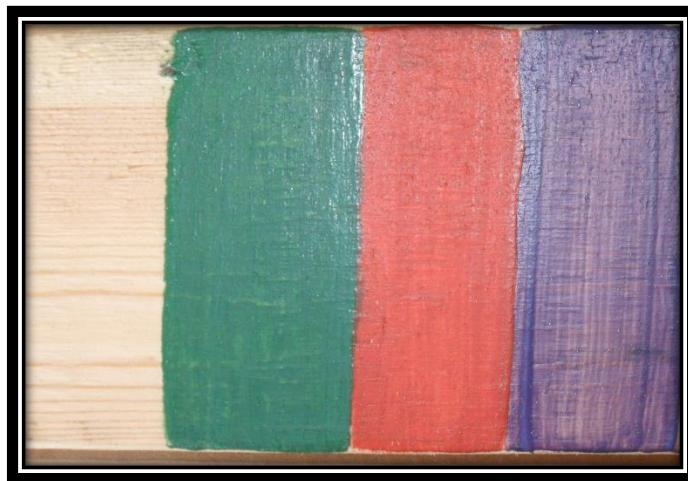


Imagen 5. Prueba sobre madera

- **Ensayo en Tela Natural**

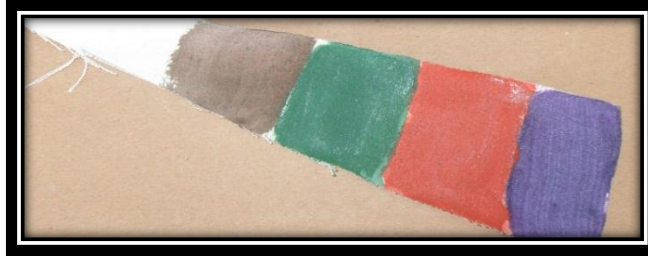


Imagen 6. Prueba sobre tela

- **Ensayo en Cartón**

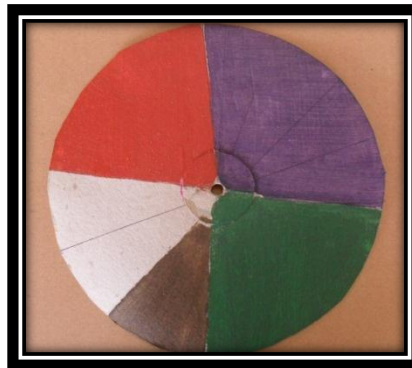


Imagen 7. Prueba sobre cartón

- **Ensayo en Arcilla**

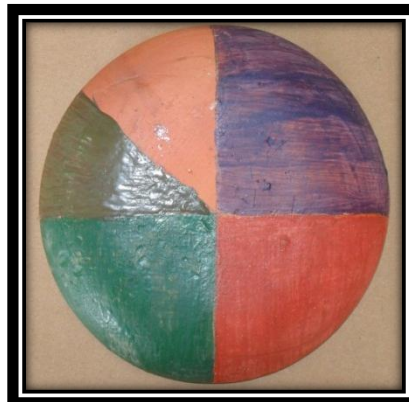


Imagen 8. Prueba sobre arcilla

3.1.1 Evaluación cualitativa al desempeño de las pinturas en cada material.

	Morada	Roja	Verde
Cartón			
Tela			
Madera			
Arcilla			

Tabla 6. Evaluación cualitativa de las pinturas obtenidas

La anterior tabla resume claramente la calidad de recubrimiento de las pinturas en las diferentes superficies, obteniéndose mejor cubrimiento en la tela por las tres pinturas. En general se observa que las pinturas roja y verde presentan mejores resultados en todos los sustratos.

4. CONCLUSIONES

- La emulsión presentó características aceptables para ser precursora en la elaboración de pinturas a base de agua.
- Elaborar una emulsión Poliestireno/Xileno/Agua es un gran aporte para reducir la contaminación generada por el Poliestireno espumado.
- Las emulsiones obtenidas presentan valores de capacitancia bajas y por ende constantes dieléctricas bajas, esto quiere decir que son emulsiones altamente conductoras, características de una emulsión O/W donde su fase externa es agua.
- La obtención de una emulsión tipo hidrófilo es de gran ventaja ya que es menos contaminante al disminuir la cantidad de solvente orgánico utilizado en su elaboración.
- La emulsión se mantuvo estable por más de seis meses razón que incrementa la posibilidad de su uso en diferentes procesos.

5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere ampliar el estudio fisicoquímico de emulsiones a partir de polímeros post-consumo.
- Se recomienda continuar el estudio de estabilidad de emulsiones alternando el solvente orgánico y el polímero post-consumo.
- Profundizar el estudio de calidad de las pinturas obtenidas a partir de emulsiones de EPS post-consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] ANAPE. Proyecto Eco EPS para el reciclado de envases y embalajes de Poliestireno Expandido usados. Madrid. [En línea] Disponible en: <http://www.anape.es/pdf/eco-eps.pdf>.

[2] Ambiente plástico. [en línea] disponible en : www.ambienteplastico.com

[3] ARANBERRI, I; BINKS, B.P, CLINT, P.D.I, Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polímeros y agentes tensoactivos; Revista Iberoamericana de Polímeros; 7(3), 2006. [en línea] disponible en : <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/aranberri.pdf>

[4] B.Eckmann. AB Nynas Petroleum, K. Van Nieuwenhuyze / T. Tanghe / P. Verlhac. Prediction of emulsion properties from binder/emulsifier characteristics Group Competence Center (GCC), Brussels, Belgium. NYNAS NV, R&D Dept., Antwerpen, Belgium.

[5] BIN OTHMAN, Ahmad Syauqi. study on emulsion stability and chemical demulsification characteristics. Pahang May 2009. degree work (Bachelor of Chemical Engineering). Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering, University Malaysia Pahang.

[6] CELIS, MARIA – MANCHEGO, LISBETH - CONTRERAS MICHELLE (2008): “Efecto del polímero carboximetil celulosa de sodio sobre la inversión de emulsiones”, revista ciencia e ingeniería, vol.29, No. 2, pp. 115-122.

[7] El espectador. [en línea] disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/articulo-bogota-solo-recicla-el-10-de-su-basura>

- [8] EMILIO A. PARUTA T. "Emulsiones geles, Influencia de la formulación y fracción de la fase dispersada sobre sus propiedades geológicas y estabilidad" (2008). Universidad de los andes, facultad de ingeniería, escuela de ingeniería química, Mérida-Venezuela. Págs.21-22. EMULSIONES. Facultad de química y farmacia. [en línea] disponible en :<http://es.scribd.com/doc/61054888/Emulsiones>
- [9] EMULSIONES: PROPIEDADES Y FORMULACIÓN, cuaderno FIRP No. 231 pág. 1-11. [en línea] disponible en : http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FirpEmuls1_5374.pdf
- [10] FINGAS Merv, FIELDHOUSE Ben. Formation of wáter-in-oil emulsions and application to oil spill modelling. Journal of Hazardous Materials107(2004) [Available online] <http://www.elsevier.com/locate/jhazmat>.
- [11] GONZÁLEZ AZÓN Carmen. "Nanotecnología, III Encuentro de Seguridad Alimentaria y Nutrición [en línea] disponible en: Fuente: <http://www.aesan.msc.es/> Universidad de Barcelona
- [12] HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD. MSDS XILENO. [En línea] disponible en : http://www.ciaquimica.com/pdf/msds/1038-XILENO_MSDS.pdf
- [13] JAFFER Shaffiq, NIENOW Alvin. Emulsions and Emulsification: Status and future challenges. Procter and Gamble and University of Birmingham.
- [14] JAIME LOSORIO, Lizbeth El consumo y la generación de residuos sólidos: Una problemática ambiental.PDF.
- [15] MAQUIMSAM S.A. Hoja de seguridad. Nonil Fenol. [en línea] disponible en: http://www.maquimsaperu.com/index_archivos/nonil.pdf
- [16] NEIRA O. MARÍA CRISTINA, JIMÉNEZ M: FERNANDO, PONCE DE LEÓN LUISA FERNANDA. Influencia de la constante dieléctrica en la solubilización del diazepam. Revista colombiana de ciencias Químico- Farmacéuticas. Pág.38. [en

[línea] disponible en: <http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/farmacia/revista/V3N4P37-61.pdf>

[17] OXIQUM S.A. Hoja de datos de seguridad de productos. Nonil Fenol. [en línea] disponible en : http://www.asiquim.com/ConductaResponsable/documentos/Nonil_fenol_etoxilato.PDF

[18] PASCUALI Ricardo C. Seminario sobre emulsiones. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. [en línea] disponible en: <http://www.slideshare.net/zinzita/emulsiones>

[19] Poliestireno Expandido. Formas de reciclar y reutilizar. [en línea] Disponible: <http://epsproecologia.blogspot.com/2008/02/formas-de-reciclar-y-reutilizar.html> [Consultado 26 marzo 2013]

[20] Propiedades y características del poliestireno expandido. [En línea] Disponible: <http://elvisemersonsaenzcorrea.blogspot.com/2008/06/poliestireno-expandido-introduccion-el.html> [Consultado: 26 Marzo 2013]

[21] PROYECTO. Págs. 17-18. [en línea] disponible en: <http://bdigital.eafit.edu.co/PROYECTO/P620.0042CDU81/introduccion.pdf>

[22] QUÉ ES LA PINTURA INDUSTRIAL. [en línea] disponible en : <http://www.guiasgtp.com/pdf/225-770086-2.pdf>

[23] QUÍMICA DE EMULSIFICANTES, S. DE R.L. DE C.V. [en línea] disponible en: <http://www.qdem.com.mx/productos/alqfenoletox.php>

[24] Reciclaje físico y químico de plásticos [en línea] disponible en: http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/reciclado_quimico.html

[25] RIESGO QUÍMICO - ACCIDENTES GRAVES. XILENO. [En línea] disponible en: <http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/103520-Xileno.pdf>

[26] STEWART TAYLOR Mark. Stabilisation of water-in-oil emulsions to improve the emollient properties of Lipstick. January 2011. A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirement for the degree of (MRes Chemical Engineering Science) School of Chemical Engineering The University of Birmingham.

[27] TAMBE David E. The effect of colloidal particles on fluid- fluid interfacial properties and emulsion stability. The University of Texas at Austin, CPE 2502, Austin, TX 78712, USA.

[28] TAUER Klaus. Emulsions – Part 1 Definition Preparation methods (some) Properties MPI Colloids and Interfaces Am Mühlentberg, D-14476 Golm, Germany.

[29] Textos científicos. Poliestireno expandido. [en línea] Disponible en :

<http://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

[30] Tipos de reciclaje de materiales poliméricos. [En línea] Disponible: <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/reciclado.htm> [Consultado 30 marzo 2013]

[31] Ventajas de los enlaces del Poliestireno Expandido. [en línea]: Disponible [http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/98651-Ventajas-de-los-envases-de-poliestireno-expandido-\(EPS\).html](http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/98651-Ventajas-de-los-envases-de-poliestireno-expandido-(EPS).html) [Consultado 26 marzo 2013]

ANEXOS

ANEXO A: FICHA DE SEGURIDAD DEL XILENO

Sinónimos: MetilTolueno, Xilol, Xileno Mezcla

Nombre Comercial: Xileno.

Fórmula: $C_6H_4(CH_3)_2$

Número de CAS: 1330-20-7

Descripción: Líquido claro e incoloro de olor dulce.

Usos: Elaboración de Pinturas (Lacas, Barnices y Esmaltes) y thinners, disolvente para resinas sintéticas.

Identificación de los peligros:

Incendio: Inflamable.

Explosión:

Altamente inflamable y explosivo. Volátil. Emite vapores más pesados que el aire que pueden viajar hacia una fuente de ignición y regresar en llamas. Forma mezclas inflamables con el aire.

o-xileno: Por encima de 32°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.

m-xileno: Por encima de 27°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.

p-xileno: Por encima de 27°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.

RIESGOS DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

Punto de ebullición °C: (o- 144), (m- 139), (p- 138)

Punto de inflamación °C: (o- 32),(m- , p- 27)

Límite de inflamabilidad (%V/V): 3,65-3,7

Temperatura de Autoignición °C: 527

Exposición

Inhalación Puede causar mareo, somnolencia, dolor de cabeza y náuseas. La inhalación puede provocar toxicidad hepática y renal reversible. Altas concentraciones de vapor pueden producir excitación del SNC seguido por narcosis, cambios olfativos, irritación del tracto respiratorio y edema pulmonar no cardiogénico. Exposiciones graves pueden causar la muerte debido a paro respiratorio y/o disrritmias ventriculares.

Ingestión: Puede provocar sensación de quemazón y dolor abdominal. La ingestión de xileno puede causar fibrilación ventricular, toxicidad hepática y renal, depresión del SNC, sensación de quemazón en la orofaringe y en el estómago y vómitos. La aspiración pulmonar puede provocar neumonitis y edema pulmonar no cardiogénico.

Contacto con la piel: Puede provocar piel seca y enrojecimiento. El contacto con el líquido puede provocar desengrasamiento de la piel con irritación, sequedad, eritema, y piel agrietada. Se pueden producir ampollas, especialmente si la exposición a xileno concentrado es prolongada.

Contacto con los ojos: Puede causar enrojecimiento y dolor. Breves exposiciones a altas concentraciones de vapor puede causar una sensación de irritación. Se produjo queratopatía vacuolar en unos pocos trabajadores con una exposición prolongada a altas concentraciones de vapor. Salpicaduras en los ojos han producido lesiones superficiales y pasajeras. Después del contacto del ojo con xileno líquido puede provocar conjuntivitis y ocasionalmente quemaduras en la córnea.

Primeros Auxilios:

Inhalación Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica. Ingestión Enjuagar la boca. Por protocolo se recomienda dar a beber una papilla de carbón activado y agua, pero no está probada su efectividad. No provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.

Contacto con la piel: Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón. No usar cremas o pomadas con excipiente oleoso.

Contacto con los ojos: Enjuagar con agua abundante durante al menos 15 minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.

Medidas para reducir la posibilidad de exposición:

Almacenar en recintos abiertos o con ventilación natural o forzada.

Parámetros para control: Límite permisible: 80 ppm o 347 mg/m³

Límite permisible absoluto: 651 mg/m³

Protección respiratoria: Si las condiciones del lugar la hacen necesaria, use máscara.

Guantes de protección: Neopreno o de Butilo, puño largo.

Protección a la vista: Gafas de protección para riesgo de salpicaduras.

Otros equipos de protección: No usar ropa sintética.

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

Símbolo: Xn: Nocivo

Frases R: 10-20/21-38. Inflamable. Nocivo por inhalación y en contacto con la piel. Irrita la piel.

Frases S: (2-)25. Manténgase fuera del alcance de los niños. Evítese el contacto con los ojos.

ANEXO B: FICHA DE SEGURIDAD NONIL FENOL

Nombre químico (IUPAC): Nonil fenol etoxilato

Fórmula química: C₃₃H₆₀O₁₀

Sinónimos: Un Alquilfenol- hidroxipolioxietileno

No. CAS: 127087-87-0

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIEGOS:

Salud: 3

Inflamabilidad: 1

Reactividad: 0

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico: Líquido

Apariencia y olor: Opaco, olor suave.

Concentración: 97% (Componente mayor proporción)

pH: 6,5-7,5

Punto de inflamación: 247°C

Solubilidad en agua y otros solventes: completamente soluble.

Riesgos para la salud personal:

Inhalación: Irrita las mucosas, con resultado de rinitis, ardor de garganta, tos.

Contacto con la piel: produce irritación. El contacto prolongado puede causar malestar y enrojecimiento local, es caso de personas de sensibilidad mayor se han producido dermatitis.

Contacto con los ojos: Causa severa irritación con enrojecimiento de la conjuntiva.

Ingestión: Produce malestar en la garganta, esófago y estómago. Si el contacto es prolongado puede llegarse a problemas respiratorios.

Riesgos para el medio ambiente:

En altas concentraciones es peligroso para la vida acuática. Debe impedirse su entrada en aguas naturales.

Riesgos especiales del producto: Es inflamable al ser calentado.

PRIMEROS AUXILIOS:

Inhalación: Lleve a la víctima al aire libre. Ayude a la respiración. Consiga atención médica.

Contacto con la piel: Lave con abundante agua por lo menos por 15 minutos.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua por lo menos por 15 minutos.

Ingestión: No induzca al vómito. Si la víctima está consiente, dé a beber agua o leche.

MEDIDA PARA LUCHAR CONTRA EL FUEGO Y DERRAMES:

Agentes de extinción: Agua en forma de niebla, polvo químico, espuma de alcohol o CO₂

Métodos de limpieza: Los residuos pueden disolverse en agua y dirigirse a alcantarillas una vez diluidos.

Métodos de eliminación de desechos: los desechos pueden incinerarse en equipos especialmente diseñados al efecto.

CONTROL DE EXPOSICIÓN

Protección respiratoria: Si las condiciones locales de trabajo lo hacen necesario, debe usarse tapa bocas.

Guantes de protección: De neopreno, de puño largo.

Protección de la vista: Use lentes de protección química.

Otros equipos de protección: Usar bata y botas de neopreno.

Ventilación: En los lugares de manipulación del producto debe haber buena ventilación, ya sea natural o forzada.

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD:

Estabilidad: Estable.

Condiciones que se deben evitar: Calor excesivo puede provocar descomposición del producto.

Incompatibilidad (materiales que se deben evitar): Evite contacto con bases fuertes, sustancias oxidantes y materiales reactivos con compuestos hidroxilo.

Productos peligrosos de la descomposición: No descompone.

Productos peligrosos de la combustión: Sólo humos acres y CO, productos normales en la combustión de sustancias orgánicas.

Polimerización peligrosa: No produce.

SÍMBOLOS DE RIESGO:

Xn: Nocivo.

N: Peligroso para el medio ambiente

Frases R:

22: Nocivo por ingestión

36/38: Irritante de ojos y piel.

51/53: Tóxico para organismos acuáticos, puede causar daños a largo plazo en el ambiente acuático.

Frases S:

26: En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua y avisar al médico.

36/37/39: usar ropa protectora adecuada, guantes y protección de ojos y cara.

61: Evitar arrojar al ambiente. Consultar el manual de instrucciones de seguridad.

ANEXO C: DATOS EXPERIMENTALES DE CAPACITANCIA Y CONSTANTE DIELECTRICA DE LOS COMPONENTES DE LA EMULSIÓN Y LAS MUESTRAS.

AGUA		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
31,33	0,080	104,930
33,00	0,084	110,173
34,67	0,084	110,173
36,67	0,087	114,108
39,00	0,094	123,289
41,67	0,095	124,600
42,67	0,109	142,962
44	0,125	163,948
53	0,139	182,310
60	0,188	246,577
64	0,193	253,135

XILENO		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
34,00	2,483	20,952
35,67	2,813	23,737
39,33	3,977	33,559
46,33	7,087	59,801
49,67	8,987	75,834
52,67	10,657	89,926
56,67	15,210	128,345
60,33	18,837	158,950
64,33	17,133	144,572

NONILFENOL PURO		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
28,67	7,053	59,515
31,67	9,633	81,285
37,33	13,833	116,726
42,67	19,983	168,620
52,00	38,600	325,714
56,00	64,833	547,073
59,67	77,700	655,648
63,67	100,033	844,098
67,00	124,330	1.049,121

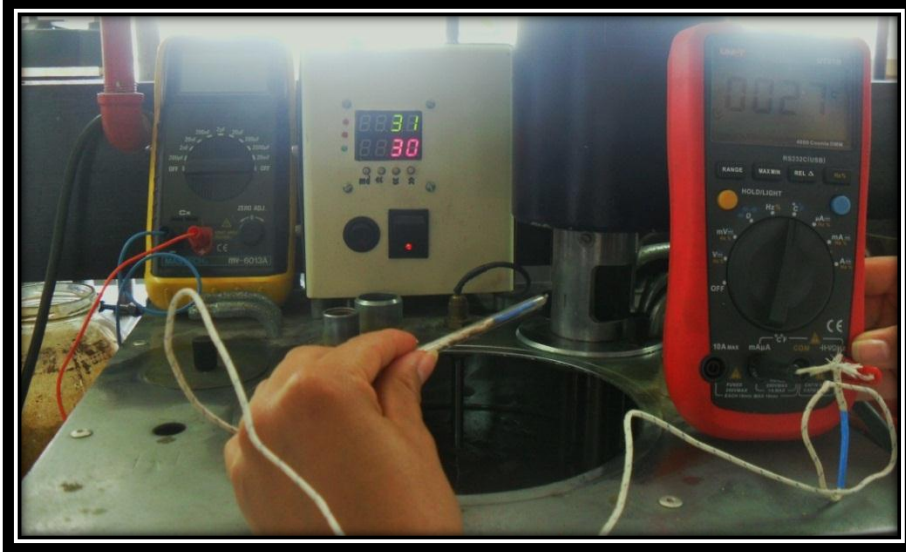
MUESTRA 1		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
35,00	0,033	0,278
39,00	0,031	0,262
42,00	0,032	0,270
45,67	0,048	0,405
49,00	0,090	0,759

MUESTRA 2		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
28,33	0,030	0,251
30,00	0,032	0,270
33,33	0,040	0,338
36,67	0,043	0,363
40,33	0,045	0,380
42	0,046	0,388

MUESTRA 3		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
26,00	0,020	0,169
30,67	0,024	0,203
33,33	0,026	0,219
36,67	0,028	0,236
40,00	0,028	0,236
44,5	0,024	0,203

MUESTRA 4		
Tprom (° C) TERMOCUPLA	CAPACITANCIA (nF)	Constante dieléctrica
25,67	0,023	0,193
28,67	0,028	0,240
31,67	0,033	0,274
35,00	0,034	0,287
39,00	0,021	0,177
42,33	0,010	0,084
46,33	0,006	0,051
53	41,950	353,982
58,33	20,600	173,827

ANEXO D: EQUIPOS UTILIZADOS.



- Termostato
- Termocupla
- Capacitor

ULTRATURRAX modelo CHOTT DI-148



ANEXO E: Acondicionamiento de materias primas.

Transformación de EPS post-consumo en Xileno



Solución acuosa 10% Nonil fenol:



ANEXO F: ROMPIMIENTO DE LAS EMULSIONES:

MUESTRA 1 Tr:49°C



MUESTRA 2 Tr:42°C



MUESTRA 3 Tr: 44.5°C



MUESTRA 4 Tr:58.33°C

