

**UTILIZACION DE POLIESTIRENO ESPUMADO POST-CONSUMO COMO  
ADITIVO EN PINTURAS TIPO LACA PIROXILINA**



**DURLAY YULANI PACHON SUAREZ  
ZAIDA NATALIA URIBE WANDURRAGA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

**UTILIZACION DE POLIESTIRENO POST-CONSUMO COMO ADITIVO EN  
PINTURAS TIPO LACA PIROXILINA**

**DURLAY YULANI PACHON SUAREZ  
ZAIDA NATALIA URIBE WANDURRAGA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingenieras Químicas**

**Director de proyecto  
JOSÉ CARLOS GUTIERREZ GALLEGO  
Químico M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A **Dios**, por llenarnos de bendiciones día tras día y porque por su infinita bondad tuvimos la gracia de realizar este trabajo.

A la **Universidad Industrial de Santander**, por la maravillosa oportunidad que nos dio al habernos acogido en su seno de formación y permitido crecer como personas.

A **José Carlos Gutiérrez Gallego**, Químico M.Sc., Director del trabajo de grado, por sus valiosas orientaciones, consejos y por todo su apoyo académico, intelectual y científico.

A **Guillermo**, Ingeniero Químico de la Escuela de Ingeniería Química, por su colaboración.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en el desarrollo de este trabajo de grado.

## DEDICATORIA

**A DIOS,**  
*Infinitas Gracias por la familia que tengo,  
por permitirme cometer errores y aprender de ellos  
y sobre todo por la alegría que hoy me da al alcanzar  
este logro tan importante en mi vida.*

**A mis Padres IMELDA Y SEGUNDO,**  
*por pensar en mí, por todo su esfuerzo, dedicación  
y apoyo cuando decidí empezar este reto.  
Gracias por darme la oportunidad de ser profesional.  
Los Amo Papitos.*

**A mis Hermanas SOLEY Y KATHERINE,**  
*por estar a mi lado siempre, por sus consejos y palabras de aliento  
y por compartir conmigo tantos momentos de Felicidad.  
Las adoro "KATHE Y SOLY"*

**A mis Amigos CAMILO Y SANDRA,**  
*Gracias por estar aquí, por la paciencia que me tuvieron,  
por tantos detalles bonitos y por estos años  
en los cuales he tenido la dicha de contar con su valiosa amistad.  
Los Quiero Mucho "CAMI Y SANDRU".*

**A HERENIA Y DIEGO,**  
*por aquellos instantes de alegría, por entenderme, aguantarme  
y por brindarme su amistad incondicional,  
no olviden que ocupan un lugar importante en mi corazón.*

**A ZAIDA,**  
*por ser mi compañera en esta etapa, por su empeño.  
Gracias Amiga, este triunfo es de las dos.*

*Durlay Yulani*

## DEDICATORIA

*A Dios,  
por absolutamente todo.*

*A mis padres,  
que les debo cuanto soy.*

*A mi prima Johanna y a mi amiga Paola,  
que son como mis hermanas.*

*A Jorge Andrés,  
por ser, por estar, por existir.*

*A mi Familia de Floridablanca, a la Familia Conejín,  
a mi Tía y Andrés Javier y demás familiares,  
gracias por estar conmigo, de una u otra manera  
forman parte de esta meta alcanzada.*

*A mis amigos,  
que me apoyaron en mi formación profesional  
y que hasta ahora, seguimos siendo amigos:  
Herenia, Jenny, Pili y Eliana.*

*Y a Yulani,  
mi compañera de proyecto, por su compañía y ayuda,  
por haber logrado juntas tan anhelado triunfo.*

*Zaida Natalia*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	1
1.1. POLIESTIRENO	3
1.1.1. Generalidades.	3
1.1.2. Síntesis.	4
1.1.3. Tipos de poliestireno.	4
1.2. PINTURAS	5
1.2.1. Generalidades.	5
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	8
2.1. CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDADES	9
2.1.1. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos	9
2.1.2. Solubilidad de la laca piroxilina en solventes orgánicos	9
2.1.3. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina	9
2.2. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN POLIMÉRICA	9
2.3. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA SOLUCIÓN POLIMÉRICA-LACA PIROXILINA	10
2.4. COMPORTAMIENTO DE LA PINTURA POLIMÉRICA	10
2.4.1. Adición de carga en la mezcla solución polimérica-laca piroxilina	10
2.4.2. Adherencia de la pintura polimérica en superficies	10
2.4.3. Resistencia a los agentes atmosféricos	10
2.4.4. Resistencia al ataque químico	11
2.5. FORMULACIÓN DE LA PINTURA POLIMÉRICA	11
2.6. CARACTERIZACIÓN DE LA LACA PIROXILINA Y DE LA PINTURA POLIMÉRICA	11
2.6.1. Determinación de las sustancias sólidas totales	11
2.6.2. Espectroscopia de Infrarrojo	12

3. RESULTADOS Y ANALISIS	13
3.1. CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDADES	13
3.2. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN POLIMÉRICA.	15
3.3. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA SOLUCIÓN POLIMÉRICA-LACA PIROXILINA.	16
3.4. COMPORTAMIENTO DE LA PINTURA POLIMÉRICA	16
3.5. FORMULACIÓN DE LA PINTURA POLIMÉRICA	21
3.6. CARACTERIZACIÓN DE LA LACA PIROXILINA Y DE LA PINTURA POLIMÉRICA	22
3.7. ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO	23
4. CONCLUSIONES	25
5. RECOMENDACIONES	26
6. BIBLIOGRAFIA	27
ANEXOS	29

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Estructura molecular del estireno	29
Figura 2. Polimerización del estireno	29
Figura 3. Estructura molecular del poliestireno	30
Figura 4. Clasificación del poliestireno	31
Figura 5. Diagrama de la metodología utilizada	8
Figura 6. IR EPS post-consumo	48
Figura 7. IR Poliestireno puro	49
Figura 8. IR PS puro – EPS post-consumo	49
Figura 9. IR Thinner Comercial	50
Figura 10. IR Thinner Acrílico	50
Figura 11. IR Thinner Comercial - Thinner Acrílico	51
Figura 12. IR Laca Piroxilina	51
Figura 13. IR Pintura polimérica	52

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	<b>Pág.</b>
Foto 1. EPS post-consumo	36
Foto 2. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos	36
Foto 3. Solubilidad del EPS post-consumo en Thinner comercial	37
Foto 4. Solubilidad de la laca piroxilina en hidrocarburos aromáticos	37
Foto 5. Solubilidad de la laca piroxilina en Thinner	38
Foto 6. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina	38
Foto 7. Preparación de la solución polimérica	39
Foto 8. Solvatación del polímero en thinner	39
Foto 9. Saturación de la solución polimérica	40
Foto 10. Adición de carga a la pintura polimérica	41
Foto 11. Mezcla pintura polimérica-caolín	41
Foto 12. Aplicación de la mezcla pintura polimérica-caolín	42
Foto 13. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina de madera	42
Foto 14. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina metálica curva	42
Foto 15. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina metálica plana	43
Foto 16. Pintura polimérica expuesta al agua	43
Foto 17. Pintura polimérica expuesta al sol	43
Foto 18. Pintura polimérica en espacio descubierto	44
Foto 19. Resistencia al Ácido Sulfúrico	45
Foto 20. Resistencia al Amoníaco	45
Foto 21. Resistencia al Ácido Acético	45
Foto 22. Resistencia al Ácido Clorhídrico	46

Foto 23. Resistencia al Ácido Nítrico	46
Foto 24. Resistencia al Ácido Nítrico después de una hora	46
Foto 25. Resistencia al Hidróxido de Sodio	47
Foto 26. Resistencia a agentes químicos en láminas de metal sin pintar	47

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos	13
Tabla 2. Solubilidad de la laca piroxilina en solventes orgánicos	14
Tabla 3. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina	14
Tabla 4. Formulación de la solución polimérica	15
Tabla 5. Solubilidad de la mezcla a diferentes valores de concentración	16
Tabla 6. Adición de carga en la mezcla solución polimérica-laca piroxilina	16
Tabla 7. Observaciones en las mezclas pintura polimérica aplicada con carga	17
Tabla 8. Adherencia de las mezcla de pintura polimérica en superficies	17
Tabla 9. Tiempo de secado en diferentes proporciones de mezcla	18
Tabla 10. Observaciones ante los agentes atmosféricos	19
Tabla 11. Mezclas utilizadas en la resistencia al ataque químico	20
Tabla 12. Resistencia al ataque químico	20
Tabla 13. Formulación de la pintura polimérica	21
Tabla 14. Determinación de sustancias sólidas totales de la Laca Piroxilina	22
Tabla 15. Determinación de sustancias sólidas totales de la pintura polimérica	22

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. ESTRUCTURAS MOLECULARES	29
ANEXO B. CLASIFICACION DEL POLIESTIRENO	31
ANEXO C. COMPLEMENTO TEORICO. THINNER ACRILICO	32
ANEXO D. SOLUBILIDADES	36
ANEXO E. SOLUCION POLIMÉRICA	39
ANEXO F. PINTURA POLIMÉRICA	41
ANEXO G. RESISTENCIA AL ATAQUE QUIMICO	45
ANEXO H. ANALISIS DE ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO	48
ANEXO I. FICHAS DE SEGURIDAD	53
ANEXO J. NORMAS ASTM	60
ANEXO K. GLOSARIO	64

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>IR</b>	Espectroscopia de infrarrojo
<b>PS</b>	Poliestireno
<b>EPS</b>	Poliestireno Expandido
<b>Tg</b>	Temperatura de transición vítrea

## RESUMEN

**TÍTULO:** UTILIZACIÓN DE POLIESTIRENO ESPUMADO POST-CONSUMO COMO ADITIVO EN PINTURAS TIPO LACA PIROXILINA \*

**AUTORES:** DURLAY YULANI PACHÓN SUÁREZ  
ZAIDA NATALIA URIBE WANDURRAGA \*\*

**PALABRAS CLAVE:** Poliestireno Espumado, Laca Piroxilina, Reciclaje, Pintura polimérica, Polímeros.

### CONTENIDO

Ante la problemática actual de la contaminación generada por residuos plásticos como el Poliestireno Espumado, material difícilmente biodegradable y de gran volumen, y su uso inadecuado a la tecnología desarrollada para su aprovechamiento y desarrollo, se ve la necesidad de crear diferentes opciones para el proceso de reciclaje con el fin de disminuir los niveles de impacto en el entorno y ofrecer nuevas alternativas como materia prima en la formación de nuevos productos.

El objetivo de este trabajo fue obtener una pintura a partir de laca piroxilina y una solución polimérica compuesta en gran parte por poliestireno espumado post-consumo proveniente de piezas de embalaje. Al realizar este estudio se pudo determinar las propiedades tanto físicas como químicas que presenta la pintura polimérica obtenida mediante ensayos de volatilidad, resistencia al ataque químico, resistencia a agentes atmosféricos, espectrometría de infrarrojos, entre otros. Esta pintura puede ser aplicada en superficies de metal y madera, ya que posee óptimas cualidades de secado, adherencia, protección y homogeneidad; además, la adición de poliestireno espumado post-consumo a la laca piroxilina permite reducir costos de producción y a la vez mejora las características de la pintura aportando dureza y un excelente acabado.

La elaboración de la pintura polimérica a partir de Poliestireno Espumado post-consumo se convierte en una alternativa de reciclaje, donde se están aprovechando los residuos voluminosos del poliestireno espumado para producir un material con valor agregado de amplio uso e importancia a nivel industrial y comercial.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director José Carlos Gutiérrez Gallego. Químico M.Sc.

## ABSTRACT

**TITLE:** USAGE OF LATER-CONSUMPTION FOAM POLYSTYRENE AS AN ADDITIVE ON PIROXILINE LACQUER-LIKE PAINTS\*

**AUTHORS:** DURLAY YULANI PACHON SUAREZ  
ZAIDA NATALIA URIBE WANDURRAGA\*\*

**KEY WORDS:** Foam Polystyrene, Piroxiline Lacquer, Recycling, Polymeric Paint, Polymers.

## CONTENTS

Due to the current issue of the generate contamination caused by plastic refuse specially the foam polystyrene which is difficultly biodegradable and has a high volume. In addition, because of its inadequate use on developed technology, it has been necessary to create different options of recycling process in order to diminish the impact levels on the environment and offer new raw material alternatives in the creation of new products.

This work aims at obtaining paint based on piroxiline lacquer and a polymeric solution highly compound by later-consumption foam polystyrene coming from wrapping pieces. It has been determined both physical and chemical properties in the obtained polymeric paint. It was possible through volatility test, resistance to a chemical attack, resistance to atmospheric agents, infrared spectrometry, between others. This paint can be used on metal and wooden surfaces since it has optimum qualities of dryness, adherence, protection and homogeneity. Besides, the addition of later-consumption foam polystyrene to piroxiline lacquer reduces production costs and simultaneously improving the characteristics of the paint bringing toughness and an excellent presentation.

The development of the polymer paint from later-consumption foam polystyrene becomes in an alternative for recycling, where these are taking advantage of bulky waste polystyrene foam to produce a material with an aggregate value of widespread use and importance to commercial and industrial level.

---

\* Graduation project

\*\* Physical and chemical Engineering Faculty. Chemical Engineering School. Director José Carlos Gutiérrez Gallego. Chemical M.Sc.

## INTRODUCCION

Los plásticos son unos de los materiales más usados en el mundo, especialmente en los sectores industriales y comerciales. Los polímeros y sus procesos se encuentran en una etapa muy dinámica de desarrollo. Recuperar los materiales post-consumo han captado gran parte de la atención de estos nuevos desarrollos, en donde cuidar el medio ambiente es uno de los principales enfoques del momento en la humanidad y la legislación cada vez es más estricta con los productores sobre la manera de recuperar y darle de nuevo uso a sus productos luego de ser desechados por el consumidor final.

El poliestireno expandido es reutilizable al 100% para formar bloques del mismo material y también es reciclable para fabricar materias primas para otra clase de productos. El principal método para reciclar el poliestireno se ha usado desde hace décadas y consiste en despedazar mecánicamente el material para posteriormente mezclarlo con material nuevo y así formar bloques de EPS que pueden contener hasta un 50% de material reciclado. Pero se debe tener en cuenta que se trata de hidrocarburos, por lo que, para un recurso no renovable como el petróleo, es especialmente importante desarrollar técnicas como el reciclado químico para generar futuras fuentes de recursos energéticos. Este tipo de reciclaje presenta todas las alternativas de valorización y es muy probable que se transforme en la vía más apropiada de recuperación de los residuos plásticos, tanto domiciliarios como los industriales, obteniéndose materia prima de calidad idéntica a la virgen. Los plásticos post-consumo de hoy pueden considerarse como las materias primas del mañana. Además, el reciclado químico contribuirá con la optimización y ahorro de los recursos naturales al reducir el consumo de petróleo crudo para la industria petroquímica.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende elaborar un estudio para la utilización del Poliestireno Espumado post-consumo como aditivo en laca piroxilina, logrando su compatibilidad, disminuyendo costos y mejorando las propiedades de la laca. Permitiendo así, dar valor agregado a un material que para su disposición final genera contaminación.

Es importante identificar correctamente según su clasificación internacional los plásticos post-consumo como el poliestireno utilizado, permitiendo así, tener referencia de las propiedades del producto y darle un buen tratamiento para la aplicación en nuevas tecnologías.

## 1. MARCO TEORICO

En éste primer capítulo se hace una breve descripción teórica de los aspectos básicos relacionados con la ciencia de los polímeros y de las pinturas. El primer concepto tratado es el poliestireno, enfocándose básicamente en el poliestireno espumado y el segundo, las pinturas, con la laca piroxilina.

### 1.1. POLIESTIRENO

**1.1.1. Generalidades.** El poliestireno (PS) es un polímero vinílico termoplástico rígido, transparente, incoloro, resistente y duro a temperaturas normales de uso; sin embargo, el PS se reblandece a su T<sub>g</sub>, que ocurre aproximadamente a los 100°C [1]. Estructuralmente, es una cadena larga hidrocarbonada, unida con un grupo fenilo cada dos átomos de carbono presentando pesos moleculares elevados [2]. (Ver Anexo A. Figura 3. Estructura molecular del poliestireno). Debido a que las fuerzas intermoleculares de estos polímeros son débiles, al calentar las cadenas de poliestireno pueden moverse unas con relación a otras [3].

El PS resiste al ataque químico de varias sustancias y no reacciona ni absorbe de manera significativa estas ni el agua; pero cuando es atacado, el ataque puede manifestarse en forma de corrosión en la superficie o de fisuración cuando hay tensiones internas o solvatación o combinación de éstos efectos [4].

El PS es permeable a los gases y a la humedad, aunque no es una barrera contra gases, se usa mucho para impedir el paso de la humedad [5]. El PS

tiene excepcionales aplicaciones gracias a sus propiedades de resistencia mecánica, eléctrica y química [6, 7].

**1.1.2. Síntesis.** El poliestireno es un polímero que se obtiene por un proceso denominado polimerización, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas llamadas monómeros. Es producido a partir de la síntesis de estireno monómero. (Ver Anexo A. Figura 1. Estructura molecular del estireno y Figura 2. Polimerización del estireno). La polimerización ocurre a través del enlace  $\text{CH}=\text{CH}_2$  formando moléculas no cristalinas, con cientos o miles de unidades estructurales y pesos moleculares de varios cientos de miles hasta millones. La polimerización del estireno produce un termoplástico transparente, incoloro, duro y rígido llamado poliestireno para uso general (PS) [8].

**1.1.3. Tipos de poliestireno.** Se distinguen varios tipos de poliestireno con propiedades diferentes que permiten a su vez la producción de una diversidad de artículos para usos variados. (Ver Anexo B. Figura 4. Clasificación del poliestireno). Uno de los más utilizados es el poliestireno expandible o espumado.

**1.1.3.1. Poliestireno Expandible (EPS).** Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno, estas perlas contienen de 5 a 8% de un agente expansor como el pentano [5]; o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. Es un material dúctil y resistente a temperaturas bajo cero, pero a temperaturas elevadas, aproximadamente a  $88^\circ\text{C}$ , pierde sus propiedades. Debido a ello, y a su bajo coeficiente de conductividad térmica, se utiliza como aislante a bajas temperaturas. El color natural del EPS es blanco, esto se debe a la refracción de la luz. Aproximadamente un 98% del

volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (PS). Posee poder de amortiguamiento, es decir, permite absorber la energía producida por golpes y vibraciones. Flota en el agua y es completamente inerte a los metales. Resiste la mayoría de los ácidos, soluciones alcalinas y saladas, sin importar su concentración; sin embargo, no es resistente a solventes orgánicos o aceites minerales. También resiste a la temperatura e intemperie, no es tóxico [9].

## **1.2. PINTURAS**

**1.2.1. Generalidades.** Es un producto líquido o sólido que al aplicarse sobre un objeto se adhiere a él y forma una capa o película dura que cumple las funciones para las cuales fue diseñado. Las pinturas tienen una porción sólida formadora de película y una porción volátil que desaparece para facilitar el proceso de secamiento.

**1.2.2. Composición.** La parte sólida está compuesta principalmente de una o varias resinas y de uno o más pigmentos. Las resinas son materiales sólidos, de origen natural (gomas y breas) o sintético (poliésteres y poliuretanos), solubles en determinados disolventes y que al secar forman una película dura, resistente a determinados agentes físicos y químicos. De acuerdo con su composición química las resinas sirven para aglutinar los pigmentos, promover la adherencia de la pintura a la superficie de aplicación, dar flexibilidad, dureza, brillo y resistencia a la acción destructiva promovida por el medio ambiente o por el uso; y los pigmentos, son materiales sólidos de origen natural (óxidos de hierro y carbón) o sintéticos (azules y verdes ftalocianinos), insolubles en los disolventes y en los demás componentes de la pintura. Por el oficio que desempeñan pueden ser activos e inactivos.

La parte volátil de las pinturas consta de ajustadores ó thinners y aditivos. El Thinner es un líquido homogéneo, volátil, transparente formado por una mezcla balanceada de disolventes, diluyentes y cosolventes; utilizado para reducir la viscosidad o consistencia de los componentes de pinturas, lacas, barnices o cualquier sustancia utilizada para pintar, regula el secamiento, facilita la penetración en la superficie de aplicación y como consecuencia, mejora la adherencia y permite la obtención de un mejor acabado final (Ver Anexo C. Complemento teórico Thinner Acrílico); y los aditivos, son materiales de muy variada composición química. Se emplean en cantidades relativamente pequeñas y cumplen funciones muy específicas. Entre los aditivos más comunes se encuentran los dispersantes, humectantes, antidecantes, antinatas, secantes, espesantes y matizantes.

Según su composición, las pinturas sirven para proteger contra los agentes físico- químicos del medio ambiente, para decorar el objeto pintado o para cumplir objetivos especiales. Dentro del término pinturas están incluidos unos productos que teniendo alguna similitud con su composición y uso presentan diferencias entre sí. Entre ellos están las lacas, los esmaltes, los barnices, los vinilos y las bases [10].

Dentro de las lacas más utilizadas en la actualidad se encuentra las lacas piroxilinas o nitrocelulósicas. Estas lacas están constituidas por una dispersión de ésteres de la celulosa en un solvente adecuado que luego se evapora; sustancias para endurecer la película formada por resinas; plastificantes, para evitar que se contraiga y si se trata de esmaltes, un pigmento de alta calidad que le confiere buen poder cubriente, de acabado brillante y resistencia al medio ambiente. Los productos de este grupo no experimentan ninguna acción oxidante ni ninguna transformación química en

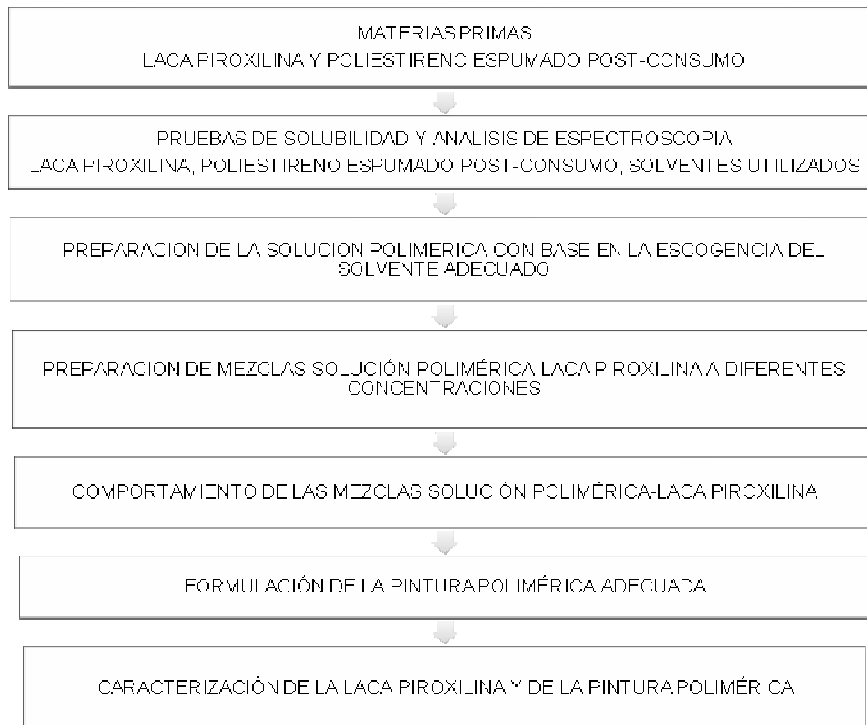
su secado. Han venido siendo usados especialmente en la pintura de carrocerías metálicas, similares y muebles [11].

El conjunto de estos conceptos nos permiten tener las bases teóricas necesarias para realizar un buen desarrollo experimental e identificar todo tipo de cambio ocurrido durante el proceso.

## 2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Dentro del desarrollo experimental, se realizó una parte preliminar que consistió en la caracterización del poliestireno espumado proveniente de piezas de embalaje mediante pruebas de solubilidad y análisis de espectroscopia IR. Una vez caracterizado el EPS post-consumo, se procedió a realizar pruebas de solubilidad con diferentes solventes y con la laca piroxilina. Teniendo en cuenta estas características, se preparó soluciones con diferentes valores de concentración y de esta forma, se dio una formulación de la pintura polimérica. En la figura 5 se presenta un resumen de la metodología empleada y en el transcurso del capítulo se mencionan las diferentes técnicas utilizadas en la realización de este proyecto.

Figura 5. Diagrama de la metodología utilizada



## **2.1. CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDADES**

### **2.1.1. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos:**

Prueba realizada en el Laboratorio de Físico-Química de la UIS, según norma ASTM D1296-93 (Ver Anexo J). Se dispuso de 5 recipientes de vidrio donde se adicionó 2 gramos de EPS post-consumo y se probó su solubilidad agregando 5 cm<sup>3</sup> de Xileno, Tolueno, Estireno, Thinner acrílico y Thinner comercial, respectivamente.

### **2.1.2. Solubilidad de la laca piroxilina en solventes orgánicos:**

Prueba realizada en el Laboratorio de Físico-Química de la UIS. Se dispuso de 5 recipientes de vidrio donde se adicionó 4 g de laca piroxilina y se probó su solubilidad agregando 5 cm<sup>3</sup> de Xileno, Tolueno, Estireno, Thinner acrílico y Thinner comercial, respectivamente.

### **2.1.3. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina:**

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Se probó su solubilidad adicionando 0.15 g de laca piroxilina a una lámina de EPS post-consumo de 6x3 cm.

## **2.2. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN POLIMÉRICA**

Después de realizar las pruebas de solubilidad e identificar al Thinner acrílico como solvente adecuado, se procedió a saturarlo con EPS post-consumo. Se tomó 62 cm<sup>3</sup> de Thinner y se fue adicionando continuamente polímero durante 6 horas hasta el punto donde el solvente (Thinner) no disolvió más soluto.

### **2.3. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA SOLUCIÓN POLIMÉRICA-LACA PIROXILINA**

Para comprobar la solubilidad de la laca piroxilina y la solución polimérica, se hizo 5 mezclas a 50:50, 66.67:33.33, 33.33:66.67, 80:20 y 20:80 de concentración en porcentaje en peso, respectivamente; con el fin de observar el comportamiento de cada una de ellas y así obtener el valor de concentración óptimo para la mezcla.

### **2.4. COMPORTAMIENTO DE LA PINTURA POLIMÉRICA**

#### **2.4.1. Adición de carga en la mezcla solución polimérica-laca piroxilina:**

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. A las mezclas 50:50, 66.67:33.33, 33.33:66.67, 80:20 y 20:80 de concentración en porcentaje en peso de laca piroxilina-solución polimérica se agregó 1 g de caolín como agente de carga, se observó la dispersión durante 5 minutos a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , se procedió a pintar en probetas de madera de 5 x 2.4 cm y se lijó para verificar su aplicación como esmalte.

**2.4.2. Adherencia de la pintura polimérica en superficies:** Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS, según norma ASTM D1640 (Ver Anexo J). Con las mezclas 50:50, 66.67:33.33, 33.33:66.67, 80:20 y 20:80 de concentración de porcentaje en peso de laca piroxilina-solución polimérica, se procedió a pintar probetas de madera de 5 x 2.4 cm y de metal, planas y dobladas de 3 x 2 cm y se observó su adherencia a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

**2.4.3. Resistencia a los agentes atmosféricos:** Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Se utilizaron láminas de madera

de 5 x 2.4 cm pintadas con dos capas de cada una de las soluciones de concentración en porcentaje en peso 50:50, 66.67:33.33, 33.33:66.67, 80:20 y 20:80 de laca piroxilina-solución polimérica a exposición al sol por 7 horas a una temperatura de 30°C, resistencia a la humedad por 24 horas a 25±2°C y a espacio descubierto por 48 horas, con una variación de temperatura de 29±2°C en el día y 22°C en la noche.

**2.4.4. Resistencia al ataque químico:** Prueba realizada en el Laboratorio de Físico-Química de la UIS. Los agentes químicos escogidos para la prueba fueron soluciones diluidas de Acido Acético al 10% p/p, Acido Clorhídrico al 10% p/p, Hidróxido de Sodio al 10% p/p, Amoníaco al 10% p/p, Acido Nítrico al 10% p/p, Acido Sulfúrico al 10% p/p. Se tomaron láminas de metal de 3 x 2 cm recubiertas con cada una de las soluciones de concentración en porcentaje en peso 50:50, 66.67:33.33, 33.33:66.67, 80:20 y 20:80 de laca piroxilina-solución polimérica y se pusieron en contacto por 1 hora a 25±2°C y 90.72 KPa con los agentes químicos nombrados anteriormente.

## **2.5. FORMULACIÓN DE LA PINTURA POLIMÉRICA**

Con base en las anteriores pruebas, se formuló la pintura polimérica con los siguientes porcentajes en peso: 66.67% de Laca piroxilina, 19.44% de Thinner acrílico y 14.13% de EPS post-consumo a una temperatura de 25±2°C y presión de 90.72 KPa.

## **2.6. CARACTERIZACIÓN DE LA LACA PIROXILINA Y DE LA PINTURA POLIMÉRICA**

**2.6.1. Determinación de las sustancias sólidas totales:** Prueba realizada en el Laboratorio de Físico-Química de la UIS. Se extendió una película de laca piroxilina de 7 gramos sobre una lámina de vidrio; para ello se pesó

primeramente la lámina en una balanza E. METTLER Tipo K5T Modelo 24439, se extendió la laca y se volvió a pesar rápidamente el conjunto en la balanza. El aumento de peso corresponde al peso de la laca. Inmediatamente se llevó a la estufa Binder Modelo FP Series y se dejó por 18 horas a una temperatura de 100°C. Después de haber obtenido un secado completo de la laca, se procedió a pesar nuevamente en la balanza y por diferencia se encontró el peso total de sustancias sólidas; de igual forma, se procedió con la pintura polimérica.

**2.6.2. Espectroscopia de Infrarrojo.** Prueba realizada en la Escuela de Ingeniería Química de la UIS. Fue utilizado un infrarrojo SHIMADZU FTIR 84005 mediante el método de transformada de Fourier, SCAN 10, resolución 4, portamuestra en celda de KBr en un rango de medición de 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . La espectrometría de infrarrojo es la medición de longitud de onda e intensidad de la absorción de luz infrarroja cercana; esta luz tiene energía suficiente para excitar sobretonos y combinaciones de vibraciones moleculares a altos niveles de energía. La espectroscopia es usada para medición cuantitativa de grupos funcionales orgánicos, especialmente O-H, N-H y C=O.

Todos estos métodos nos permiten observar la complejidad de los elementos que intervienen en la composición del material examinado, las variaciones que experimentan durante los procesos a los que fueron sometidos y la semejanza física y química de muchos de ellos.

### 3. RESULTADOS Y ANALISIS

En el presente capítulo se muestra una serie de pruebas detalladas que llevaron a escoger la mezcla óptima de laca piroxilina-solución polimérica, empezando por la caracterización de las materias primas, solubilidades y comportamiento de cada una de ellas. Se comprueba los cambios que puede presentar la mezcla al ser aplicada en madera, en metal y al adicionarle carga convirtiéndola en un esmalte, así como la resistencia a agentes atmosféricos y al ataque químico.

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDADES

Tabla 1. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos

<b>Solvente</b>	<b>Relación Solvente-EPS post-consumo (% p/p)</b>	<b>Solubilidad a 25±2°C</b>
Estireno	66.67:33.33	Soluble
Xileno	66.67:33.33	Soluble
Tolueno	66.67:33.33	Soluble
Thinner comercial	66.67:33.33	Insoluble
Thinner acrílico	66.67:33.33	Soluble

Se puede observar la solubilidad del EPS post-consumo (Ver Anexo D. Foto 1) en hidrocarburos aromáticos por su rápida disolución en solventes como tolueno, xileno y estireno; y en otros solventes, como el Thinner acrílico (Ver Anexo D. Foto 2). Por otro lado, no es soluble en Thinner comercial debido al hinchamiento que presenta, el cual se puede definir como la capacidad de penetración de las moléculas de disolvente en el polímero, dependiendo del grado de entrecruzamiento y teniéndose en cuenta, que los polímeros

termoplásticos presentan una serie de cadenas poliméricas moderadamente entrelazadas (Ver Anexo D. Foto 3).

Tabla 2. Solubilidad de la laca piroxilina en solventes orgánicos

<b>Solvente</b>	<b>Relación Solvente-Laca Piroxilina (% p/p)</b>	<b>Solubilidad a 25±2°C</b>
Estireno	52.9:47.05	Insoluble
Xileno	52.9:47.05	Insoluble
Tolueno	52.9:47.05	Insoluble
Thinner comercial	52.9:47.05	Soluble
Thinner acrílico	52.9:47.05	Soluble

La laca piroxilina está constituida por una dispersión de ésteres de la celulosa en un solvente adecuado, por esta razón no es soluble en hidrocarburos aromáticos como el xileno, tolueno y estireno, dichos solventes son compuestos no saturados que tienen en su estructura un anillo bencénico, además se caracterizan por la presencia de electrones deslocalizados en toda la molécula y no tiene capacidad de disolverla (Ver Anexo D. Foto 4). Por otra parte la laca piroxilina presentó solubilidad en solventes como Thinner comercial y acrílico los cuales están formados por líquidos volátiles altamente polares como el acetato de etilo, acetato de amilo, acetato de propilo, acetona, metil étil cetona y metil isobutil cetona, capaces de disolver la nitrocelulosa y otras resinas sintéticas a cualquier concentración y que son difíciles de ser puestas en solución (Ver Anexo D. Foto 5).

Tabla 3. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina

<b>EPS post-consumo</b>	<b>Laca Piroxilina</b>	<b>Solubilidad a 25±2°C</b>
Lámina de 3x2 cm	0.15 g	Soluble

La solubilidad de un polímero a una determinada temperatura depende del peso molecular y de su distribución. Las propiedades de los polímeros incluyendo los valores de la temperatura están relacionados con la fuerza de los enlaces covalentes, la rigidez de los segmentos de la cadena principal del polímero y la magnitud de las fuerzas intermoleculares entre las moléculas del polímero. Cuando se disuelve el polímero, el primer paso es el hinchamiento lento llamado solvatación en el que el tamaño de la molécula del polímero se multiplica por un factor que depende de la densidad de la energía de cohesión. Para que se produzca la disolución fundamental es necesaria la energía de Gibbs, que es la fuerza principal en el proceso. Por tanto, al retirarse la lámina de madera del EPS post-consumo se observó la formación de hilos muy finos (Ver Anexo D. Foto 6).

### 3.2. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN POLIMÉRICA.

La siguiente formulación presenta las proporciones adecuadas a la cual la solución se saturó en un tiempo de 6 horas, debido a que contiene la máxima cantidad de soluto (EPS post-consumo) que el solvente (Thinner acrílico) puede disolver a 90.72 KPa de presión y una temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  (Ver Anexo E. Foto 7,8 y 9).

Tabla 4. Formulación de la solución polimérica

<b>Componente</b>	<b>Proporción (% p/p)</b>
Polímero (EPS post-consumo)	42.42
Thinner acrílico	58.33

### 3.3. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA SOLUCIÓN POLIMÉRICA-LACA PIROXILINA.

Tabla 5. Solubilidad de la mezcla a diferentes valores de concentración

Muestra	Laca Piroxilina (g)	Solución Polimérica (g)	Laca Piroxilina (% p/p)	Solución Polimérica (% p/p)	Solubilidad a 25±2°C
1	3	3	50	50	Soluble
2	4	2	33.33	66.67	Soluble
3	2	4	66.67	33.33	Soluble
4	4	1	20	80	Soluble
5	1	4	80	20	Soluble

Se pudo apreciar que las mezclas de solución polimérica-laca piroxilina obtenidas presentan dos fases, al realizar una pequeña agitación se forma una sola fase homogénea de aspecto brillante intenso de fácil aplicación.

### 3.4. COMPORTAMIENTO DE LA PINTURA POLIMÉRICA

Tabla 6. Adición de carga en la mezcla solución polimérica-laca piroxilina

M	C (g)	LP (g)	SP (g)	LP (% p/p)	SP (% p/p)	C (% p/p)	Solubilidad a 25±2°C
1	1	3	3	42.86	42.86	14.28	Soluble
2	1	4	2	57.14	28.57	14.28	Soluble
3	1	2	4	28.57	57.14	14.28	Soluble
4	1	4	1	66.67	16.67	16.67	Soluble
5	1	1	4	16.67	66.67	16.67	Soluble

M: Muestra    LP: Laca Piroxilina    SP: Solución Polimérica    C: Caolín

Tabla 7. Observaciones en las mezclas pintura polimérica aplicada con carga

<b>Lámina 5 x 2.4 cm</b>	<b>Relación LP-SP (%p/p)</b>	<b>Caolín (% p/p)</b>	<b>Tiempo de secado (min)</b>	<b>Adherencia a 25±2°C</b>
1	42.86:42.86	14.28	3.33	Buena
2	57.14:28.57	14.28	4.35	Buena
3	28.57:57.14	14.28	5.10	Buena
4	66.67:16.67	16.67	4.29	Buena
5	16.67:66.67	16.67	4.08	Buena

El caolín es un pigmento que otorga las propiedades de esmalte a la laca. Se pudo observar que este pigmento proporcionó un color amarillento, reduciendo su brillo; mejoró la adhesión, la duración y la resistencia a la intemperie de la capa de pintura y modificó sus propiedades de flujo y aplicación, convirtiéndola en esmalte tapaporo. Se agregó únicamente 1 gramo de caolín a la mezcla para evitar la sedimentación y el espesamiento (Ver Anexo F. Foto 10,11 y 12).

Tabla 8. Adherencia de las mezcla de pintura polimérica en superficies

<b>L</b>	<b>SP (%p/p)</b>	<b>LP (%p/p)</b>	<b>Tiempo de secado (min) a 25±2°C y 90.72 KPa</b>			
			<b>Probeta de madera 5 x 2.4 cm</b>		<b>Probeta metálica 3 x 2 cm</b>	
			<b>Plana</b>	<b>Plana</b>	<b>Curva</b>	
1	50	50	4.19	5	5.35	
2	66.67	33.33	3.57	5.36	6.21	
3	33.33	66.67	3.02	5.10	6.39	
4	80	20	4.42	4.21	5.59	
5	20	80	4.34	7.20	5.27	

L: Lámina

LP: Laca Piroxilina

SP: Solución Polimérica

Los disolventes que contienen la laca piroxilina y la solución polimérica son de rápida evaporación; por tanto, presentan ventajas en el tiempo de secado formando películas duras, resistentes a la abrasión, a la intemperie y una buena adherencia que se caracteriza por la fuerza de enlace existente entre la película seca y el material sobre el que se encuentra aplicada. Dado que las fuerzas de atracción que hacen que los átomos se atraigan empiezan a ser importantes a distancias suficientemente cortas, debemos conseguir que la capa de pintura moje la superficie desplazando al aire y a otros materiales adsorbidos. Para que una pintura moje la superficie deberá tener una tensión superficial igual o inferior a la tensión superficial crítica del sólido, que es una medida de la facilidad para ser mojada; por esto es importante la limpieza de la superficie antes de pintarla, ya que la superficie limpia tiene una tensión superficial mayor. Se observó que al aplicar laca piroxilina o solución polimérica, la película de cada una de ellas se desprende más fácilmente de las láminas (Ver Anexo F. Foto 13, 14 y 15).

Tabla 9. Tiempo de secado en diferentes proporciones de mezcla

<b>Lámina 5 x 2.4 cm</b>	<b>Tiempo de secado (min) a 25±2 °C</b>	<b>Proporción (% p/p) Laca Piroxilina:Solución Polimérica</b>
1	4.19	50:50
2	4.07	33.33:66.67
3	4.10	66.67:33.33
4	4.42	20:80
5	3.43	80:20

Tabla 10. Observaciones ante los agentes atmosféricos

<b>Lámina de 5 x 2.4 cm</b>	<b>Resistencia a la humedad</b>	<b>Exposición al sol</b>	<b>Espacio descubierto</b>
1	Coloración blanca en toda la superficie	Mate, buena adherencia	Mate
2	Pintura levantada en los bordes, coloración blanca	Mate	Mate
3	Mate	Mate	Mate
4	Coloración blanca en su toda la superficie	Coloración blanca en centro y lados	Mate, coloración blanca hacia uno de los lados
5	Coloración blanca	Coloración blanca en toda la superficie	Mate, coloración blanca

Las láminas fueron expuestas al sol por 7 horas a una temperatura de 30°C, a la humedad por 24 horas a 25±2°C y a espacio descubierto por 48 horas, con una variación de temperatura de 29±2°C en el día y 22°C en la noche, a una presión de 90.72 KPa. Durante este tiempo, la resistencia o la pérdida de brillo y transparencia, tuvo lugar al producirse la condensación del vapor de agua de la atmósfera sobre la película que se está secando, por el enfriamiento producido cuando los puntos de ebullición de los disolventes son bajos o cuando ocurre condensación de humedad quedando la superficie pintada recubierta de una especie de niebla o coloración blanca. (Ver Anexo F. Foto 16). La pérdida de brillo y los cambios de tono de las láminas es debido a la exposición de los rayos UV. (Ver Anexo F. Foto 17 y 18).

Tabla 11. Mezclas utilizadas en la resistencia al ataque químico

Lámina de metal 3 x 2 cm	Laca Piroxilina (% p/p)	Solución Polimérica (%p/p)
1	50	50
2	33.33	66.67
3	66.67	33.33
4	20	80
5	80	20

Tabla 12. Resistencia al ataque químico

Agente químico	Lámina 3 x 2 cm	Tiempo de contacto (min)	Observaciones a 25±2°C y 90.72 KPa
Ácido Sulfúrico Solución al 10%	1,3,4	60	No presentó deterioro ni cambios
	2	60	Disminución de brillo, presentó coloración blanca
	5	60	Aumento de brillo
Amoníaco Solución al 10%	2,5	60	No presentó deterioro ni cambios
	1,3,4	60	No presentó deterioro, formación de burbujas en un lado de la lámina
Ácido Acético Solución al 10%	2	60	No presentó deterioro ni cambios
	1,3,4	60	No presentó deterioro, formación de pequeñas burbujas a los lados de la lámina
	5	60	Formación de burbujas constantemente
Ácido Clorhídrico Solución al 10%	1	60	Formación de burbujas en aumento de tamaño, se observó corrosión en partes de la lámina
	3	60	Se observó formación de pequeñas burbujas y corrosión en partes de la lámina
	2,4,5	60	Formación de burbujas en aumento de tamaño, desplazándose hacia la superficie de la solución
Ácido Nítrico Solución al 10%	1,2,3,4,5	60	Se observó corrosión en una esquina de la lámina
Hidróxido de Sodio Solución al 10%	1,2,3,4	60	No presentó deterioro ni cambios
	5	60	Formación de burbujas en un lado de la lámina

Se puede tener en cuenta que la pintura polimérica al ser generada a partir de una mezcla entre un polímero termoplástico, EPS post-consumo y su respectivo solvente, Thinner Acrílico, conserva algunas propiedades específicas de dichos materiales y a la vez mejora sus condiciones y comportamiento. También es importante tener en cuenta que la lámina se hace débil a posibles ataque químicos en los bordes, zonas donde la capa de pintura es más delgada, por esto se debe cubrir completamente la lámina con el fin de evitar alteraciones y desgaste de las mismas (Ver Anexo G. Fotos 19-25). Para comprobar que las mezclas resisten de una forma adecuada a sustancias químicas se repitió la prueba utilizando láminas sin pintar, por el mismo periodo de tiempo, observándose que al ponerse en contacto con los agentes químicos, sufren ataques representados en cambios de color y corrosión (Ver Anexo G. Foto 26).

### 3.5. FORMULACIÓN DE LA PINTURA POLIMÉRICA

Después de realizar las pruebas experimentales variando las cantidades de cada uno de los componentes y observando su comportamiento fisicoquímico fue obtenida la mezcla considerada como ideal de Thinner acrílico-poliestireno espumado post-consumo y laca piroxilina; bajo las proporciones que a continuación se especifican, se obtiene la mejor adherencia, acabado y se encuentra entre los menores tiempos de secado. La formulación se hizo a una temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  y presión de 90.72 KPa.

Tabla 13. Formulación de la pintura polimérica

<b>Componente</b>	<b>Proporción (%)</b>
Laca piroxilina	66.67
Thinner acrílico	19.44
EPS post-consumo	14.13

### 3.6. CARACTERIZACIÓN DE LA LACA PIROXILINA Y DE LA PINTURA POLIMÉRICA

Tabla 14. Determinación de sustancias sólidas totales de la Laca Piroxilina

<b>Elemento</b>	<b>Peso</b>
Vidrio	369 g
Vidrio + Laca Piroxilina	376 g
Laca Piroxilina	7 g
Vidrio + Laca Piroxilina (seca)	372.5 g
Substancias sólidas totales	3.5 g

La lámina de vidrio junto con la laca se dejó en la estufa por un período de tiempo de 18 horas a una temperatura de 100°C. Se pudo observar que durante este tiempo el peso de la laca se redujo en 3.5 g, obteniendo un 50% de sólidos totales.

Tabla 15. Determinación de sustancias sólidas totales de la pintura polimérica

<b>Elemento</b>	<b>Peso</b>
Vidrio	142 g
Vidrio + Pintura Polimérica	145 g
Pintura Polimérica	3 g
Vidrio + Pintura Polimérica(seca)	143.6 g
Substancias sólidas totales	1.4 g

La lámina de vidrio junto con la pintura polimérica se dejó en la estufa por un período de tiempo de 18 horas a una temperatura de 100°C. Se pudo observar que durante este tiempo el peso de la laca se redujo en 1.6 g, obteniendo un 46.67% de sólidos totales. Los valores obtenidos en porcentaje de sólidos totales están dentro del rango específico (50±5 %) de caracterización de lacas nitrocelulósicas.

### 3.7. ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO

En los espectros FTIR obtenidos (Ver Anexo H, IR PS puro, IR EPS post-consumo, IR Thinner comercial y acrílico, IR Laca piroxilina, IR Pintura polimérica) se muestran las señales características del poliestireno, de los solventes, de la laca y de la mezcla formada por EPS post-consumo-Thinner Acrílico y Laca Piroxilina. También se realizó con los 3 principales espectros obtenidos (poliestireno, thinner y pintura) una comparación de bandas características con el fin de determinar los posibles enlaces que aparecen en la mezcla.

En el IR de los solventes (Thinner acrílico- comercial) se destacan las bandas de adsorción de  $690-850\text{ cm}^{-1}$  correspondiente a la flexión de C-H fuera del plano de bencenos sustituidos, a  $3460\text{ cm}^{-1}$  aparece la banda de vibración de tensión O-H, a  $3026\text{ cm}^{-1}$  surge una banda de vibración debida a la tensión C-H del  $-\text{CH}=\text{CH}-$ , a  $2853\text{ cm}^{-1}$  se observa la vibración simétrica del átomo de H del  $-\text{CH}_2-$  y entre  $2900-3000\text{ cm}^{-1}$  presenta un doblete debido a las tensiones asimétricas y simétricas del C-H. A  $1750\text{ cm}^{-1}$  se genera una banda correspondiente a la vibración C-H de los  $\text{CH}_3$  y a  $1250\text{ cm}^{-1}$  presenta vibraciones del esqueleto C-C del  $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ , propias del Thinner Acrílico.

Como bandas características en el IR de la pintura polimérica se destacan las bandas de absorción a  $2919$  y  $2849\text{ cm}^{-1}$  debidas a la vibración C-H de los  $\text{CH}_2$  de la cadena central del poliestireno, a  $1601\text{ cm}^{-1}$  y  $1492\text{ cm}^{-1}$  aparece la banda de absorción del enlace C=C de anillo aromático, las bandas ubicadas en  $1451$  y  $1027\text{ cm}^{-1}$  corresponden a las vibraciones de los C-H y las bandas características de vibración de los C-H del anillo aromático fuera del plano aparecen a  $906$  y  $694\text{ cm}^{-1}$  propias del IR EPS post-consumo; a  $3460\text{ cm}^{-1}$  aparece una banda de vibración de tensión O-H, a  $2925\text{ cm}^{-1}$

presenta un doblete debido a las tensiones asimétricas y simétricas del C-H propias del Thinner; a  $1750\text{ cm}^{-1}$  se genera una banda correspondiente a la vibración C-H de los  $\text{CH}_3$  y a  $1660\text{ cm}^{-1}$  aparece la banda de tensión del C=C de intensidad muy variable pertenecientes al IR de la Laca piroxilina.

Mediante el análisis de las anteriores pruebas se pudo obtener la formulación de la mezcla laca piroxilina-solución polimérica, que tiene las condiciones adecuadas de adherencia, textura y homogeneidad, además se pudo comprobar que no presenta grandes cambios en comparación con la laca piroxilina original por la adición del polímero post-consumo.

#### **4. CONCLUSIONES**

Se determinó que las mejores condiciones para la elaboración de la pintura polimérica consistió en una mezcla EPS post-consumo-Thinner acrílico-laca piroxilina con porcentajes del 14.33%,19.44% y 66.67%, respectivamente; ya que presenta mejor tiempo de secado, mayor resistencia a sustancias químicas, a agentes atmosféricos y buena adherencia, protección y homogeneidad al ser aplicado sobre láminas de metal y madera.

La elaboración de pintura polimérica a partir de EPS post-consumo se convierte en una alternativa de reciclaje, donde se están aprovechando los residuos voluminosos del poliestireno espumado para producir un material con valor agregado de amplio uso e importancia a nivel industrial y comercial.

La adición del EPS post-consumo a la laca piroxilina permite reducir costos de producción y a la vez mejora las características de la pintura aportando dureza y un excelente acabado.

A la mezcla de la pintura polimérica se le adicionó caolín como pigmento, aparte de darle todas las características en cuanto a resistencia, adherencia, homogeneidad y protección, se utilizó como componente para convertir la pintura en tapaporo que tiene como fin sellar o rellenar los poros de la madera, darle color y mejorar su acabado.

## **5. RECOMENDACIONES**

Puesto que el uso del poliestireno espumado post-consumo como materia prima disminuye costos, se recomienda evaluar su factibilidad económica con el fin de automatizar el proceso para ser aplicado a escala industrial.

Tomando como base este estudio, evaluar la posibilidad de utilizar otros polímeros post-consumo que permitan ser procesados en condiciones óptimas y presenten ventajas fisicoquímicas para la adición en pinturas; y a su vez, sea un método de reciclaje que disminuya los niveles de contaminación.

Se recomienda establecer líneas de investigación enfocadas hacia la degradación y el reciclaje de poliestireno expandido o espumado buscando avanzar en el campo de tratamiento de materiales espumados especialmente aquellos dedicados al embalaje y que erróneamente no son reciclados si no desechados.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. CLAUSSIN, C. Manual de plásticos. Editorial Hispano-Europea. Barcelona, España. Segunda edición. p.1-65.
2. POLYSTYRENE. Departamento de Ciencia de Polímeros. Universidad del Sur de Mississippi. Disponible en Internet: <[http://www.pslc .ws/spanish/styrene.htm](http://www.pslc.ws/spanish/styrene.htm)>.
3. MEYSENBUG, C. Tecnología de plásticos para ingenieros. Ediciones Urmo. España:1967; p.20-22.
4. BAEZ, D. Y HERRERA, G. Reciclaje de poliestireno para la obtención de resinas de intercambio iónico. Tesis. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia:2002.
5. RUBIN, I. Materiales Plásticos, Propiedades y Aplicaciones. Editorial Limusa. México:2004. p. 131-169.
6. ESPESO, J Y PEREZ, E. El Poliestireno Expandido, Aplicaciones en la Construcción. Revista de Plásticos Modernos. España:Diciembre 2002. Vol.84. No. 558.
7. HEMEROTECA DE PLÁSTICOS UNIVERSALES [online]. Las Propiedades del Poliestireno. Diciembre 2002. No. 81. Disponible en internet: <<http://www.plasticosuniversales.com>>.

8. CHEREMISINOFF, N. Polymer Characterization. Laboratory Techniques and Analysis. Noyes Publications. Westwood, New Jersey, U.S.A:1996.p. 64, 101, 109, 115, 207, 218.
  
9. COMISIÓN DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO, RESPONSABILIDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE [online]. Historia y Clasificación de los plásticos. Asociación Nacional Mexicana de la Industria Química. Disponible en internet: <<http://www.aniq.org.mx>>.
  
10. MANUAL DE PRODUCTOS. LÍNEA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL [online]. Escuela de Formación Pintuco. Compañía Pintuco S.A. Disponible en internet: <<http://www.distribuidorapintuco.com>>.
  
11. CAMPINS, A. Tecnología química de los barnices y pinturas. Editorial Reverté S.A. España. p. 60, 165, 187-190,220.
  
12. SEYMOUR, R Y CARRAHER, C. Introducción a la química de los polímeros. Editorial Reverté S.A. España: 1995. p. 325, 349, 376-380, 555.
  
13. BECERRA, N Y RODRIGUEZ, A. Estudio técnico de la producción de espumas de poliestireno. Tesis. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia: 1992.
  
14. BENNET, H. The Chemical Formulary. Chemical Publishing CO. INC. Vol 5. Brooklyn:1945. p. 336-490.

## ANEXOS

### ANEXO A. ESTRUCTURAS MOLECULARES

Figura 1. Estructura molecular del estireno

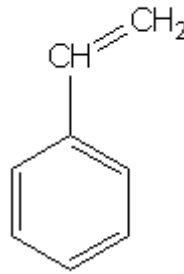
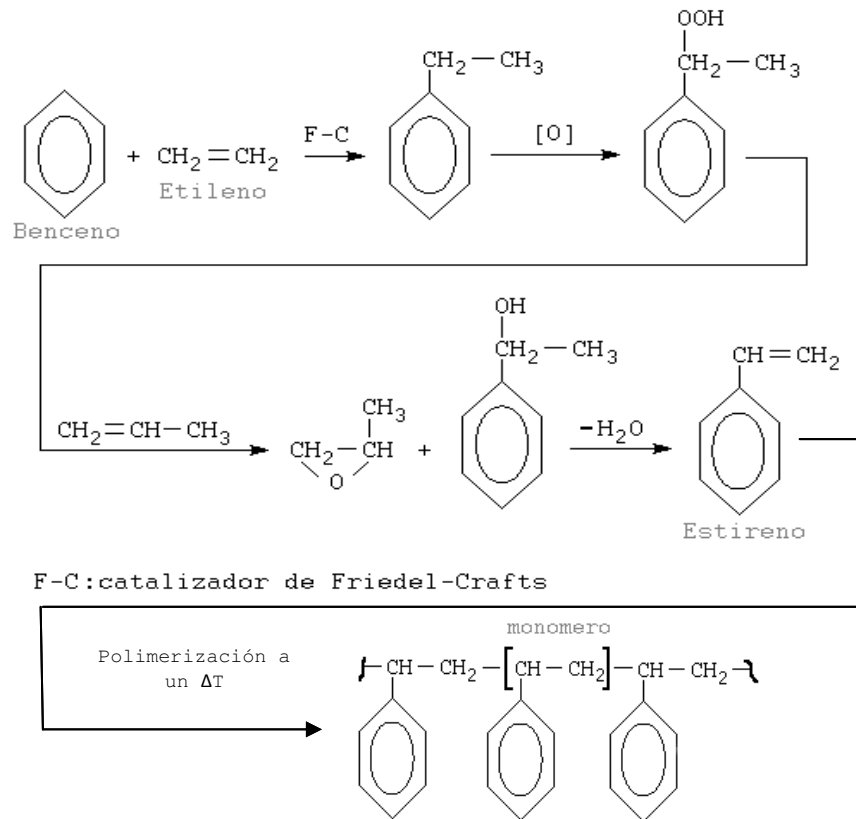
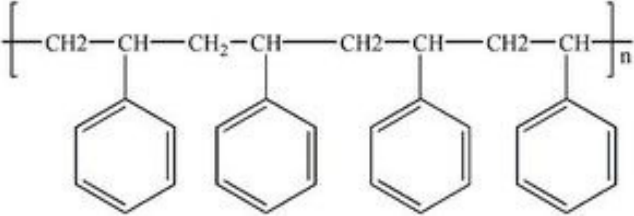


Figura 2. Polimerización del estireno

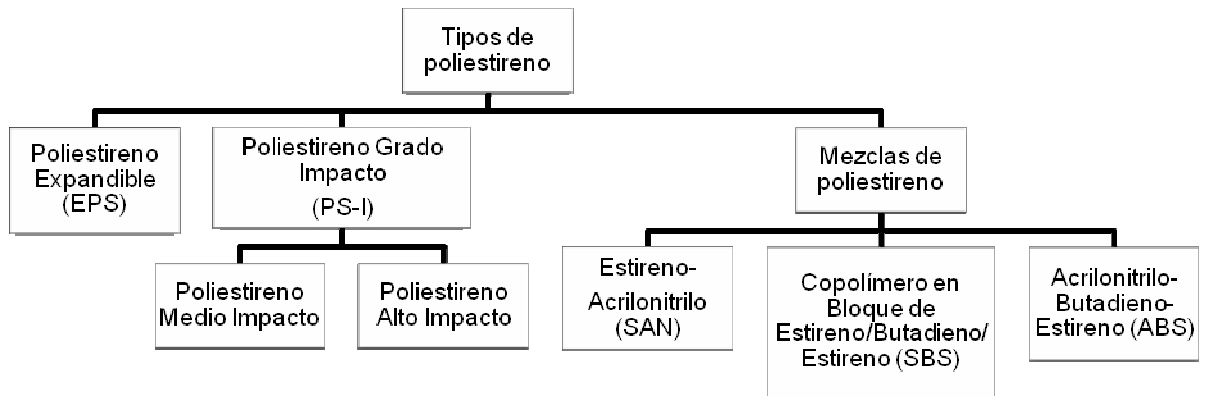


**Figura 3. Estructura molecular del poliestireno**



## ANEXO B. CLASIFICACION DEL POLIESTIRENO

Figura 4. Clasificación del poliestireno



## **ANEXO C. COMPLEMENTO TEORICO. THINNER ACRILICO**

La diversidad de acabados requiere el uso de cantidades considerables de materia prima de características muy variables. Sin embargo, básicamente puede decirse que una pintura está compuesta de dos partes principales: la primera, parte pigmentaria, y la segunda, vehículo.

Por el interés que representa el trabajo, se hace referencia solamente al vehículo, el cual corresponde a la parte líquida de una pintura; y se considera formado por las siguientes partes:

1. Una sustancia formadora de película. Esta puede ser un aceite, una resina, un polímero, etc., como su nombre lo indica su principal función es la de formar una película sólida y continua al secar.
2. Adelgazadores y disolventes. Los disolventes, son aquellos líquidos que modifican la viscosidad mediante una verdadera solución del formador de película, es decir, forman agregados moleculares de baja viscosidad con los aceites y las resinas. En tanto que los adelgazadores son simplemente lubricantes moleculares y la acción de bajar la viscosidad es meramente el resultado de mezclar un líquido de alta viscosidad con un líquido de muy baja viscosidad para dar una lectura intermedia. Sin embargo, esta clasificación no es absoluta ni limitada. En muchas ocasiones en una formulación especial, el mismo líquido que actúa como adelgazador para un componente de la formulación, actúa como un disolvente para otro.
3. Agentes modificadores o aditivos. Bajo este nombre se agrupan una larga lista de sustancias con las más diversas propiedades y efectos sobre la película seca y húmeda y sobre la pintura en estado líquido.

**Aspectos básicos en la utilización de un thinner:** En la industria de pinturas, los solventes que están en la capacidad de solubilizar las resinas, son usualmente denominados: solventes activos o solventes verdaderos, para distinguirlos de aquellos que no la disuelven, pero que, sin embargo, deben ser incorporados en la formulación de las pinturas y que se denominan diluyentes o no solventes. Las mezclas de disolventes verdaderos o activos, disolventes latentes o cosolventes y diluyentes conforman lo que se denomina thinner o adelgazadores.

Al utilizar un thinner se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Buen poder disolvente.
2. Equilibrio de disolventes.
3. Velocidad de evaporación.

### **Componentes básicos de un thinner.**

**Solventes activos o disolventes.** Son aquellos líquidos volátiles altamente polares, capaces de disolver la nitrocelulosa y otras resinas sintéticas a cualquier concentración y que son difíciles de ser puestas en solución. En este grupo se encuentran esteroides, cetonas y éteres de glicol, los de uso más común son: acetato de etilo, acetato de amilo, acetato de propilo, acetona, metil etil cetona (MEK) y metil isobutil cetona (MIBK).

**Cosolventes, no solventes o solventes latentes.** En esta categoría encontramos los alcoholes. En la fabricación de thinner, los cosolventes son de vital importancia, los alcoholes con excepción del metanol, no disuelven los grados comerciales de nitrocelulosa. Se utilizan comúnmente el alcohol isopropílico, el alcohol n-propílico, el isobutanol, el n-butanol, el alcohol metílico, el alcohol amílico y el alcohol etílico, en los términos tolerados.

**Diluyentes, base o soporte.** Estos son los hidrocarburos y parafinas, los cuales no tienen ningún poder disolvente sobre algunas resinas sintéticas pero en cambio disuelven las resinas naturales casi sin excepción, lo mismo que las resinas maleicas, fenolicas y alquidicas. Como diluyentes son ampliadores de las mezclas de solventes verdaderos y cosolventes, dando ciertas características a las soluciones y principalmente reduciendo los costos en la fabricación del thinner.

Estos hidrocarburos miden el poder disolvente y su grado de compatibilidad con las resinas, y pueden controlar propiedades físicas como fluidez, peso específico y contenido de sólidos. Solo los diluyentes presentan valores de viscosidad mayores que los equivalentes a las soluciones en solventes activos únicamente. Un reemplazo progresivo de disolventes activos por diluyentes separa la nitrocelulosa de la solución, en tanto que la adición moderada de diluyentes reduce la viscosidad de la solución.

Los diluyentes utilizados en el thinner son el tolueno y xileno, los cuales dan una buena relación de dilución de acuerdo al solvente activo que esté en uso. En la clasificación de estos hidrocarburos, teniendo en cuenta su poder disolvente, se ordenan de la siguiente forma: a. Aromáticos puros, b. Naftas aromáticas, y c. Naftas alifáticas. De esta manera se obtiene la siguiente clasificación:

- Hidrocarburos cíclicos no saturados (aromáticos de la serie del benceno), benceno, tolueno, xilenos.
- Hidrocarburos cíclicos saturados (naftenicos), ciclohexano.
- Hidrocarburos saturados de cadena abierta (alifáticos), hexano, pentano.

**Retardadores.** Estos constituyentes inciden directamente sobre la velocidad de evaporación, evitando los problemas en la aplicación de pinturas. Contienen dos grupos activos dentro de la molécula (alcohol y éter), los cuales actúan como acopladores para compuestos semejantes. El retardador de más uso en thinner es el butil cellosolve.

Por consiguiente, en la formulación de pinturas, es corriente emplear mezclas de estas cuatro clases de líquidos, de manera que se logre un ajuste adecuado de acuerdo con la necesidad exigida. Se observa entonces, que con mezclas diferentes de estos solventes es posible obtener valores diferentes de viscosidad.

El thinner acrílico se utiliza cuando la temperatura se encuentra entre los 15°C y los 25°C. Los rangos de utilización de los componentes en la fabricación de thinner para la fabricación de pinturas basadas en nitrocelulosa, son los siguientes: Disolvente activo, 16-22%; Cosolvente, 12-16%; Retardador 3 -9% Diluyente 55 -60%.

Por disposición de la Superintendencia de Industria y Comercio los Disolventes, Adelgazadores, Ajustadores y Thinners no pueden contener metanol, benzol ni compuestos clorados y deben tener licencia de fabricación.

## ANEXO D. SOLUBILIDADES

**Foto 1. EPS post-consumo**



**Foto 2. Solubilidad del EPS post-consumo en solventes orgánicos**



**Foto 3. Solubilidad del EPS post-consumo en Thinner comercial**



**Foto 4. Solubilidad de la laca piroxilina en hidrocarburos aromáticos**



**Foto 5. Solubilidad de la laca piroxilina en Thinner**



**Foto 6. Solubilidad del EPS post-consumo en la laca piroxilina**



## ANEXO E. SOLUCION POLIMÉRICA

**Foto 7. Preparación de la solución polimérica**



**Foto 8. Solvatación del polímero en thinner**



**Foto 9. Saturación de la solución polimérica**



## ANEXO F. PINTURA POLIMÉRICA

Foto 10. Adición de carga a la pintura polimérica

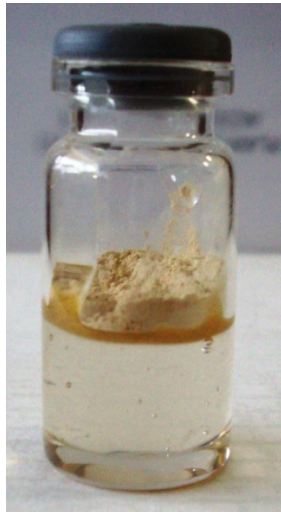


Foto 11. Mezcla pintura polimérica-caolín



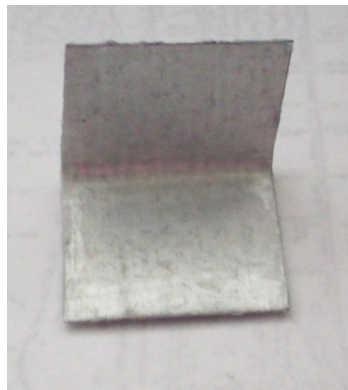
**Foto 12. Aplicación de la mezcla pintura polimérica-caolín**



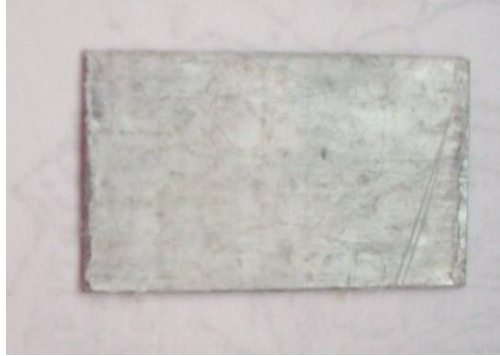
**Foto 13. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina de madera**



**Foto 14. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina metálica curva**



**Foto 15. Aplicación de la mezcla de pintura polimérica en lámina metálica plana**



**Foto 16. Pintura polimérica expuesta al agua**



**Foto 17. Pintura polimérica expuesta al sol**



**Foto 18. Pintura polimérica en espacio descubierto**



## ANEXO G. RESISTENCIA AL ATAQUE QUIMICO

Foto 19. Resistencia al Ácido Sulfúrico

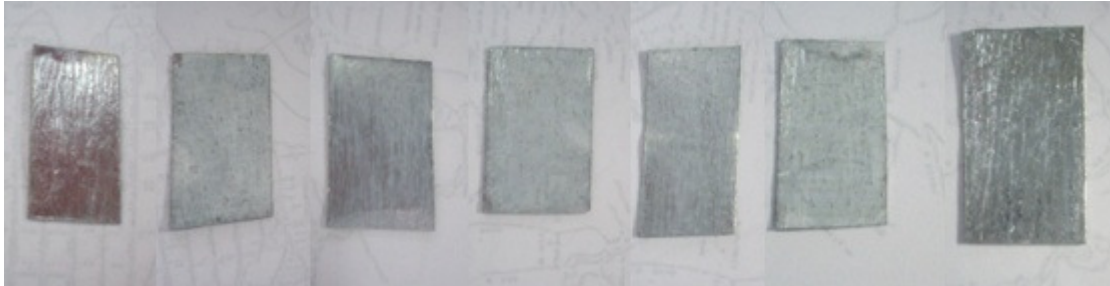


Foto 20. Resistencia al Amoníaco

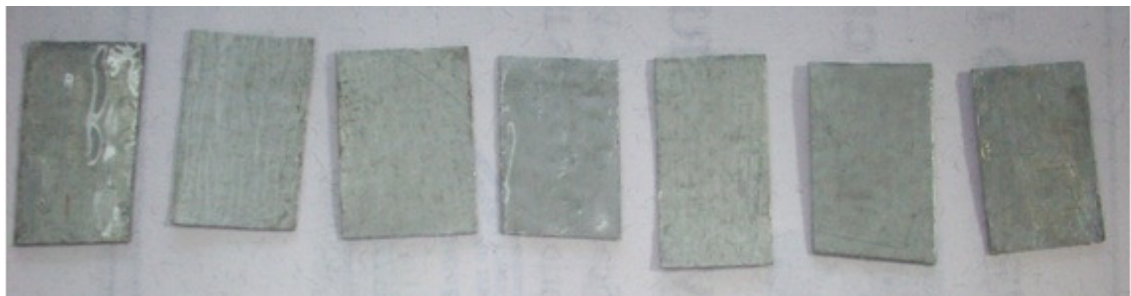


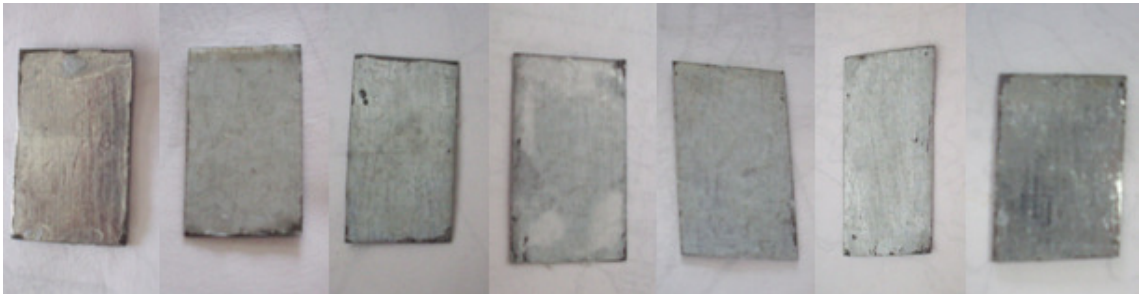
Foto 21. Resistencia al Ácido Acético



**Foto 22. Resistencia al Ácido Clorhídrico**



**Foto 23. Resistencia al Ácido Nítrico**



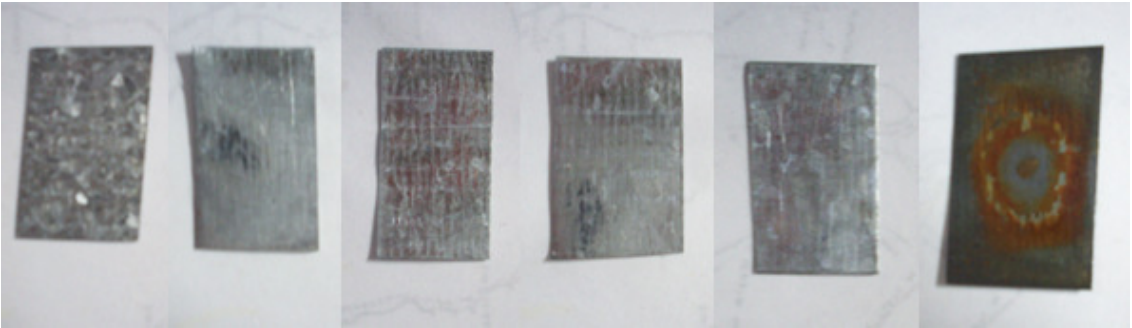
**Foto 24. Resistencia al Ácido Nítrico después de una hora**



**Foto 25. Resistencia al Hidróxido de Sodio**

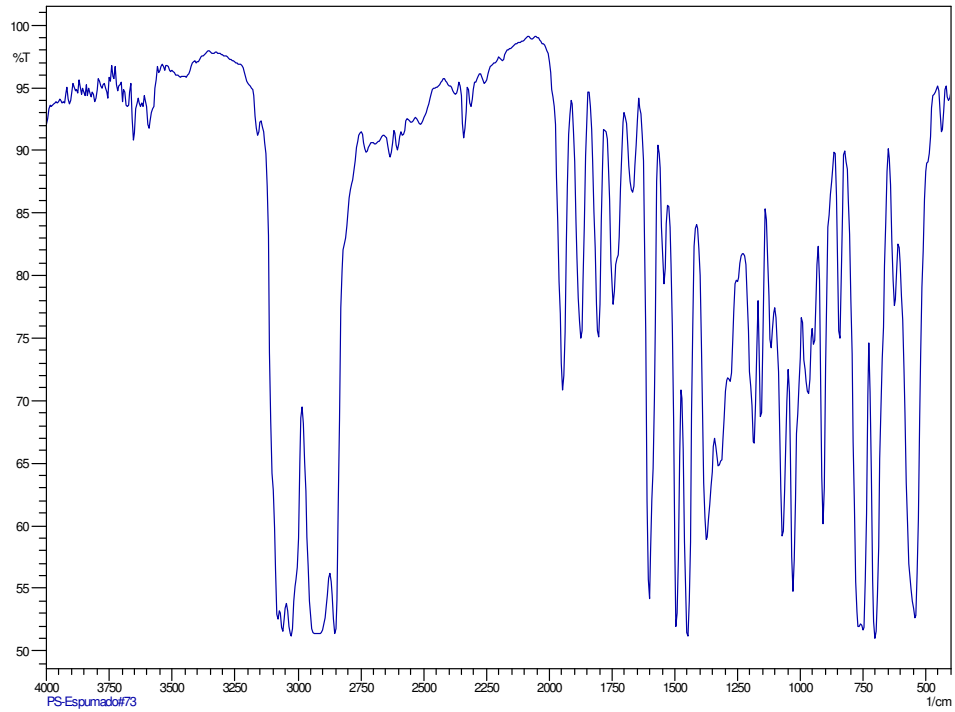


**Foto 26. Resistencia a agentes químicos en láminas de metal sin pintar**

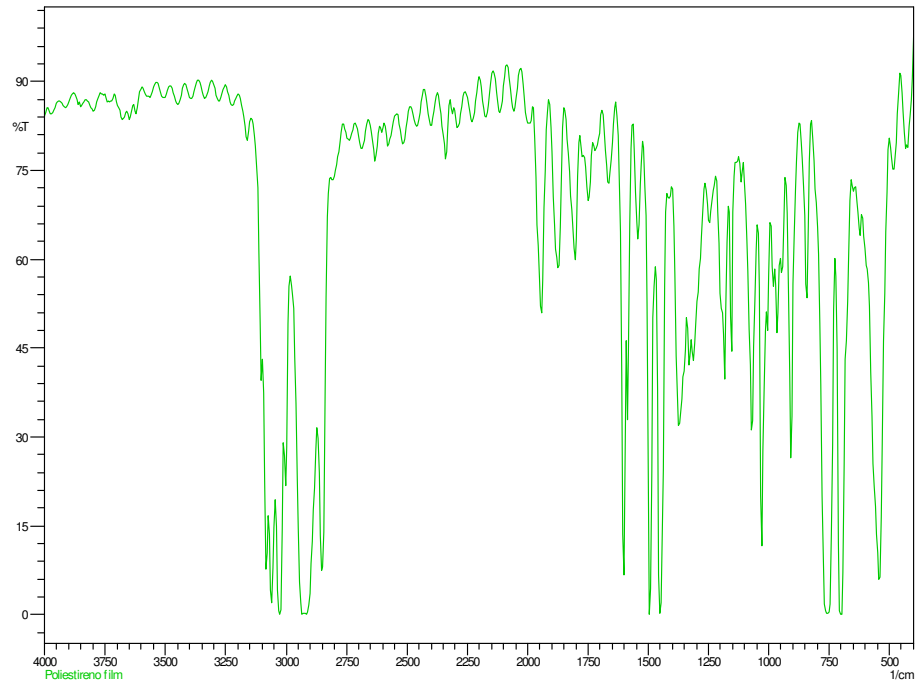


## ANEXO H. ANALISIS DE ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO

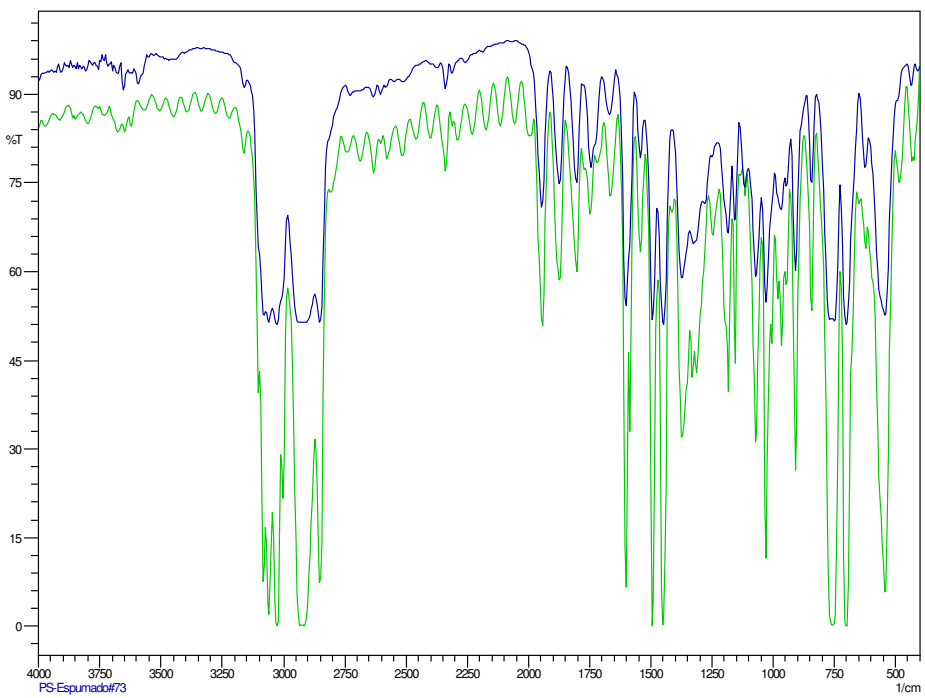
Figura 6. IR EPS post-consumo



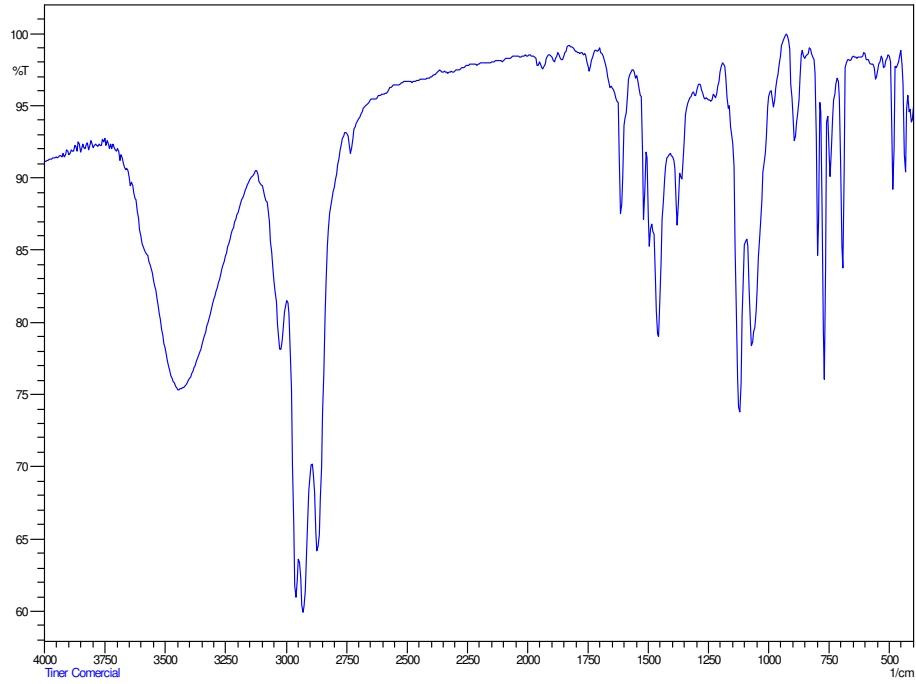
**Figura 7. IR Poliéstireno puro**



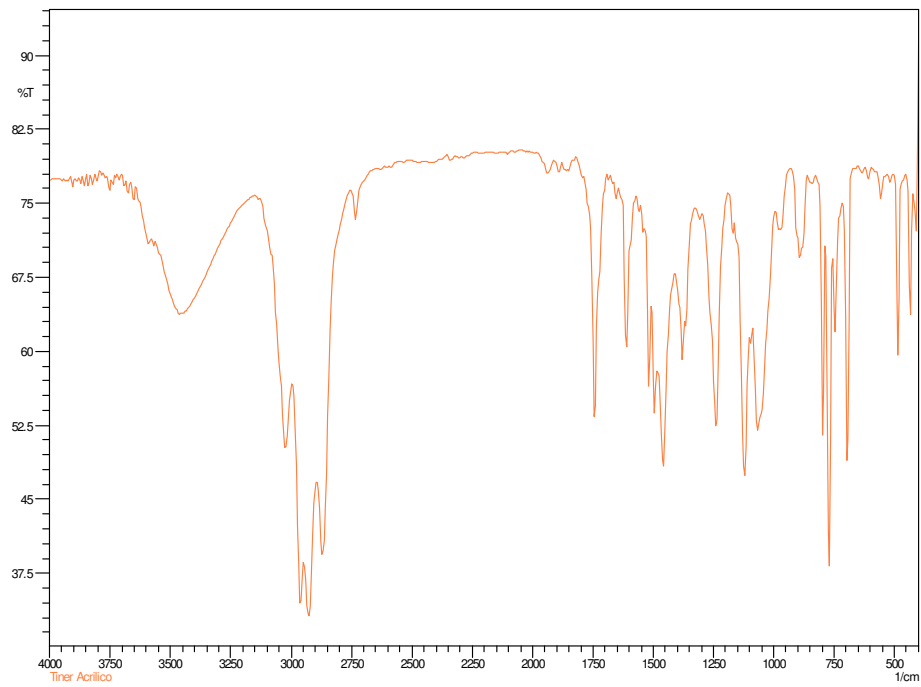
**Figura 8. IR PS puro – EPS post-consumo**



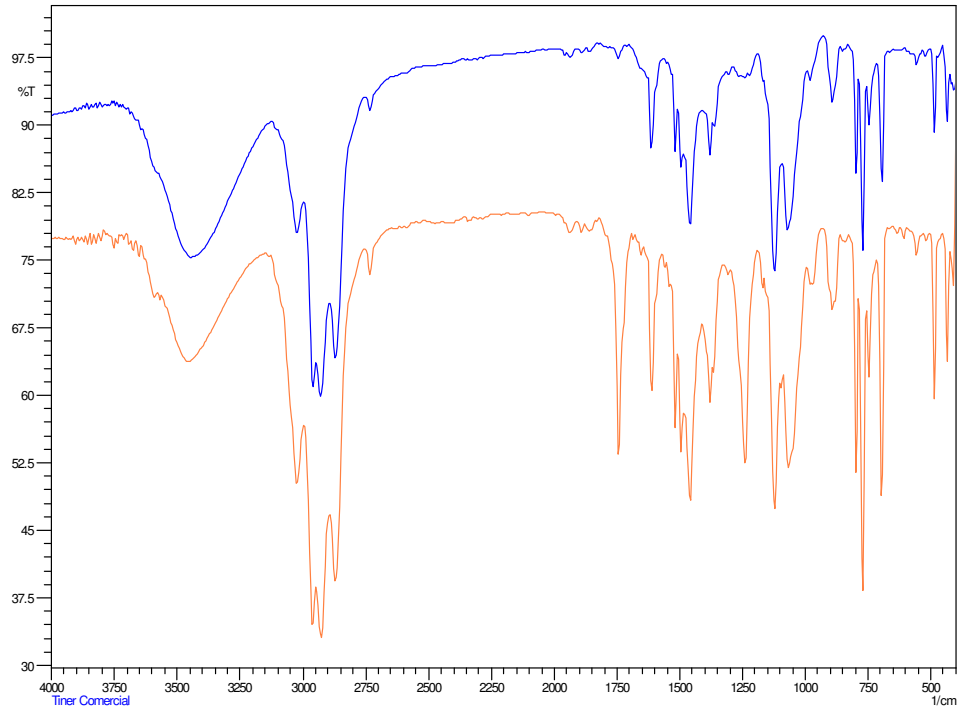
**Figura 9. IR Thinner Comercial**



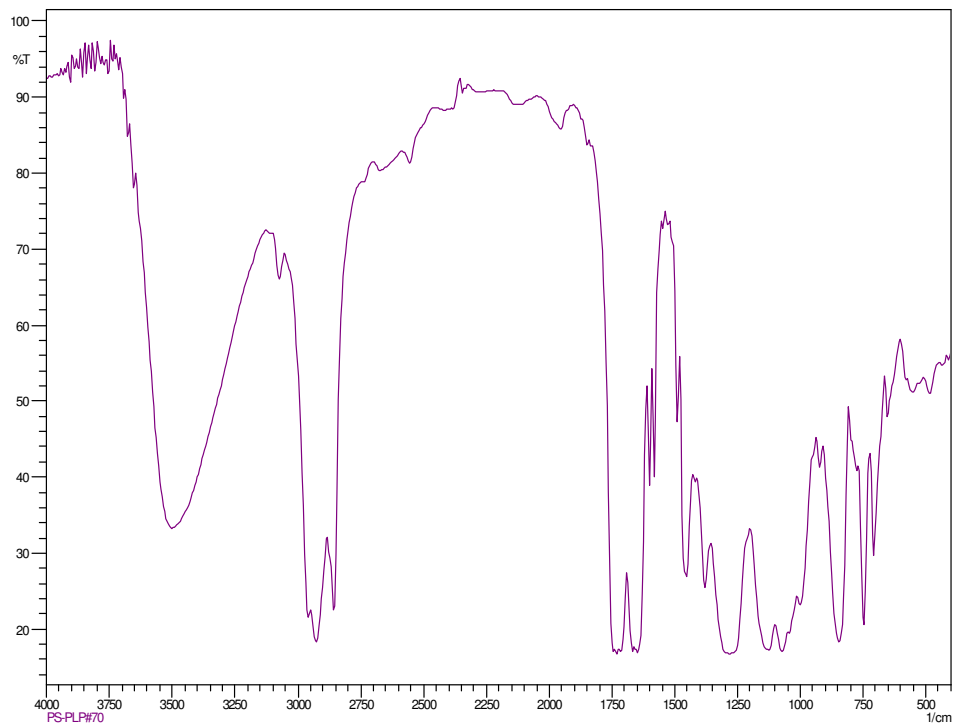
**Figura 10. IR Thinner Acrílico**



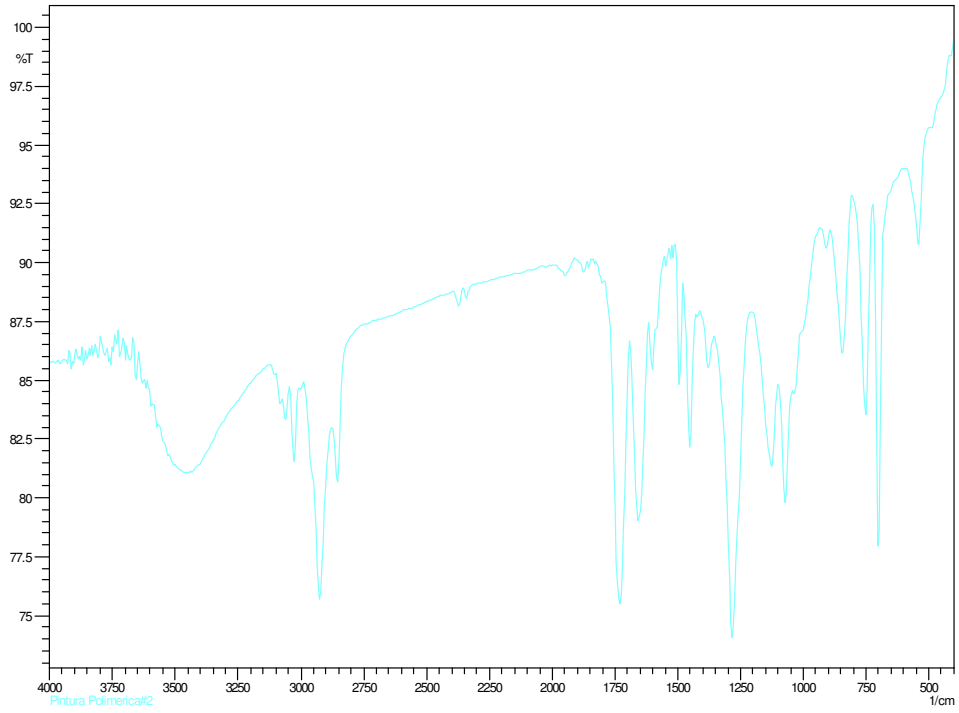
**Figura 11. IR Thinner Comercial - Thinner Acrílico**



**Figura 12. IR Laca Piroxilina**




**Figura 13. IR Pintura polimérica**



## ANEXO I. FICHAS DE SEGURIDAD

### FICHA DE SEGURIDAD DEL XILENO

<b>Información sobre producto</b>			
<b>Synonyms</b>	Dimethylbenzene		
<b>Fórmula empírica (según Hill)</b>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>		
<b>Fórmula química</b>	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		
<b>Características de peligrosidad</b>	inflamable, nocivo, irritante		
<b>Símbolos de peligro</b>	 <b>Xn</b>		
<b>Número HS</b>	2902 44 00	<b>Número CE</b>	215-535-7
<b>Masa molar</b>	106.17 g/mol	<b>Número de índice CE</b>	601-022-00-9
<b>Número CAS</b>	1330-20-7		

<b>Datos químicos y físicos</b>			
<b>Temperatura de ignición</b>	~ 465 °C (DIN 51794)	<b>Solubilidad en agua</b>	0.2 g/l (20 °C)
<b>Concentración de saturación (aire)</b>	30 - 38 g/m <sup>3</sup> (20 °C)	<b>Punto de fusión</b>	> -34 °C
<b>Masa molar</b>	106.17 g/mol	<b>Densidad</b>	0.86 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
<b>Punto de ebullición</b>	137 - 143 °C	<b>Presión de vapor</b>	10 hPa (20 °C)
<b>Limite de explosión</b>	1.0 - 7.0 Vol%	<b>Temperatura de inflamabilidad</b>	25 °C c.c.

<b>Información de transporte</b>	
<b>Clasificación (Transporte terrestre) ADR, RID</b>	UN 1307 XYLENE, 3, III
<b>Clasificación (Transporte marítimo) IMDG-Code</b>	UN 1307 XYLENES, 3, III
<b>Clasificación (Transporte aéreo) IATA-DGR</b>	UN 1307 XYLENES, 3, III

<b>Datos toxicológicos</b>			
<b>LD 50 oral</b>	DL 50 oral rata 2840 mg/kg	<b>LD 50 dérmica</b>	DL 50 dermal conejo > 4350 mg/kg

<b>Información de seguridad</b>	
<b>Frase R</b>	R 10-20/21-38 Inflamable. Nocivo por inhalación y en contacto con la piel. Irrita la piel.
<b>Frase S</b>	S 25 Evítese el contacto con los ojos.
<b>Características de peligrosidad</b>	inflamable, nocivo, irritante
<b>Símbolos de peligro</b>	 <b>Xn nocivo</b>
<b>RTECS</b>	ZE2100000
<b>Clase de almacenamiento VCI</b>	3 Sustancias líquidas inflamables
<b>ADR Categoría de embalaje</b>	A
<b>WGK</b>	2 (contaminante del agua)
<b>Eliminación de residuos</b>	1 Disolventes orgánicos sin halógenos y disoluciones de sustancias orgánicas muy sucios, situados fuera de las especificaciones de retrologística: Categoría A..


## FICHA DE SEGURIDAD DEL TOLUENO

Información sobre producto			
Synonyms	Methylbenzene		
Fórmula empírica (según Hill)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>		
Fórmula química	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>		
Características de peligrosidad	fácilmente inflamable, irritante, nocivo, tóxico para la reproducción		
Símbolos de peligro			
Número HS	2902 30 00	Número CE	203-625-9
Masa molar	92.14 g/mol	Número de índice CE	601-021-00-3
Número CAS	108-88-3		

Datos químicos y físicos			
Temperatura de ignición	535 °C (DIN 51794)	Solubilidad en agua	0.52 g/l (20 °C)
Concentración de saturación (aire)	110 g/m <sup>3</sup> (20 °C)	Punto de fusión	-95 °C
Masa molar	92.14 g/mol	Densidad	0.87 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
Punto de ebullición	110.6 °C	Presión de vapor	29 hPa (20 °C)
Límite de explosión	1.2 - 8 Vol%	Temperatura de inflamabilidad	4 °C c.c.
Viscosidad cinemática	0.7 (20 °C)		

Información de transporte	
Clasificación (Transporte terrestre) ADR, RID	UN 1294 TOLUEN, 3, II
Clasificación (Transporte marítimo) IMDG-Code	UN 1294 TOLUENE, 3, II
Clasificación (Transporte aéreo) IATA-DGR	UN 1294 TOLUENE, 3, II

Datos toxicológicos			
LD 50 oral	DL 50 oral rata 636 mg/kg	LD 50 dérmica	DL 50 dermal conejo 12124 mg/kg

<b>Información de seguridad</b>	
<b>Frase R</b>	R 11-38-48/20-63-65-67 Fácilmente inflamable. Irrita la piel. Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación. Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
<b>Frase S</b>	S 36/37-46-62 Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados. En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase. En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.
<b>Características de peligrosidad</b>	fácilmente inflamable, irritante, nocivo, tóxico para la reproducción
<b>Símbolos de peligro</b>	 <b>F fácilmente inflamable</b>  <b>Xn nocivo</b>
<b>RTECS</b>	XS5250000
<b>Clase de almacenamiento VCI</b>	3 Sustancias líquidas inflamables


## FICHA DE SEGURIDAD DEL ESTIRENO

Información sobre producto			
<b>Sinónimos</b>	Estirol, Feniletileno, Vinilbenceno		
<b>Fórmula empírica (según Hill)</b>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>		
<b>Características de peligrosidad</b>	inflamable, nocivo, irritante		
<b>Símbolos de peligro</b>	 Xn		
<b>Número HS</b>	2902 50 00	<b>Número CE</b>	202-851-5
<b>Masa molar</b>	104.15 g/mol	<b>Categoría de almacenamiento</b>	Almacenar por debajo de +15°C.
<b>Número de índice CE</b>	601-026-00-0	<b>Número CAS</b>	100-42-5

Datos químicos y físicos			
<b>Temperatura de ignición</b>	480 °C	<b>Solubilidad en agua</b>	0.24 g/l (20 °C)
<b>Concentración de saturación (aire)</b>	25.6 g/m <sup>3</sup> (20 °C)	<b>Punto de fusión</b>	-31 °C
<b>Masa molar</b>	104.15 g/mol	<b>Densidad</b>	0.906 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
<b>Punto de ebullición</b>	145 °C	<b>Presión de vapor</b>	6 hPa (20 °C)
<b>Limite de explosión</b>	1.1 - 8.9 Vol%	<b>Temperatura de inflamabilidad</b>	31 °C c.c.

Información de transporte	
<b>Clasificación (Transporte terrestre) ADR, RID</b>	UN 2055 STYREN, MONOMER, STABILISIERT, 3, III
<b>Clasificación (Transporte marítimo) IMDG-Code</b>	UN 2055 STYRENE MONOMER, STABILIZED, 3, III
<b>Clasificación (Transporte aéreo) IATA-DGR</b>	UN 2055 STYRENE MONOMER, STABILIZED, 3, III

Datos toxicológicos	
<b>LD 50 oral</b>	DL 50 oral rata 2650 mg/kg

<b>Información de seguridad</b>	
<b>Frase R</b>	R 10-20-36/38 Inflamable. Nocivo por inhalación. Irrita los ojos y la piel.
<b>Frase S</b>	S 23.2 No respirar los vapores.
<b>Características de peligrosidad</b>	inflamable, nocivo, irritante
<b>Símbolos de peligro</b>	 <b>Xn nocivo</b>
<b>RTECS</b>	WL3675000
<b>Clase de almacenamiento VCI</b>	3 Sustancias líquidas inflamables
<b>ADR Categoría de embalaje</b>	A
<b>WGK</b>	2 (contaminante del agua)
<b>Eliminación de residuos</b>	3 Reactivos orgánicos líquidos relativamente inertes desde el punto de vista químico: Recipiente colector A. Si contienen halógenos. Recipiente colector B. Residuos sólidos: Recipiente colector C.

## FICHA DE SEGURIDAD DEL THINNER ACRILICO

FICHA TECNICA	
APROBADA	
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>	
<b>Características generales del bien</b>	
Denominación del Bien	THINNER ACRÍLICO
Denominación técnica	THINNER ACRÍLICO
Grupo/clase/familia	PINTURAS, BARNIS, PEGAM. Y OT. REVESTIM : PROD.Y ACCES/PINTURA, LACAS, BARNICES Y AFINES: PRODUCTOS/DILUYENTES Y REMOVEDORES
Nombre del Bien en el catalogo	THINNER ACRILICO
Código	B731500040009
Unidades de medida	Galón
Descripción general	Solvente utilizado para diluir lacas acrílicas y lacas a la piroxilina
<b>Características generales de la Ficha</b>	
Versión	1
Estado	Aprobada

<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>
Diluyente a base de solventes como ésteres, cetonas, aromáticos, alcoholes y alifáticos utilizado en la dilución y facilidad de aplicación de lacas acrílicas y lacas a la piroxilina.
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>
La formulación de este diluyente debe cumplir las siguientes especificaciones:
- Tipo químico: Ésteres, cetonas, aromáticos, alcoholes, alifáticos.
- Composición química (%)
ÉSTERES (Mínimo) : 20
CETONA (Mínimo) : 15
Otros (AROMATICO, ALCOHOL : 65 ALIFATICO) (Máximo)
- Peso por galón (Kg./gl.) : 3.11 +/-0.05
ASTM D513
- Color : Transparente
- Olor : Característico
- Estabilidad de almacenaje : 3 meses
Bajo techo a 25° C

## **ANEXO J. NORMAS ASTM**

### **NORMA ASTM D1296-93**

#### **MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA OLOR DE SOLVENTES Y DILUYENTES VOLÁTILES**

El presente método de ensayo se refiere a un procedimiento comparativo de la observación de las características y olores residuales de disolventes y diluyentes orgánicos volátiles para determinar su olor aceptable en un sistema de disolventes. No se pretende que este método de prueba sea empleado para determinar las diferencias sutiles entre los diferentes olores o determinar la intensidad del olor. Se recomienda que este método de ensayo no sea empleado para determinar el olor residual de un líquido, si su tiempo de evaporación a temperatura ambiente exceda los 30 minutos. Esta norma no pretende abordar todas las normas de seguridad, en su caso, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma, establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso. Para la información sobre riesgos específicos, consulte el proveedor de los materiales en la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS).

#### **Importancia y uso**

Las características comparativas de olor pueden ser usadas, combinadas con otras pruebas, para la identificación del producto y evaluar el cumplimiento de sus especificaciones. Las características de olor residual pueden ser utilizados para juzgar la presencia de materiales relativamente no volátiles que puede ser relacionados con la fabricación o la contaminación durante la distribución. Dado que los disolventes volátiles y diluyentes se utilizan en una amplia variedad de procesos químicos y los materiales

residuales pueden afectar la eficiencia de dichos procesos, este método de ensayo proporciona una prueba comparativa para la fabricación de control y evaluación del cumplimiento de sus especificaciones.

### Peligros

Muchos disolventes y diluyentes, como algunos aromáticos e hidrocarburos alifáticos, son peligrosos o tóxicos. Tenga precauciones especiales mientras determina el olor de estos productos. Haga las pruebas tan frecuentemente como sea necesario para el control y la base de las evaluaciones pero sobre pequeños olfateos, inhale tan poco vapor como sea posible. Proporcione ventilación adecuada para mantener el solvente o diluyente de concentración por debajo del límite de exposición personal del valor establecido para la zona de trabajo, tal como figura en el MSDS. Otros peligros también pueden estar presentes. Estos pueden ser, pero no se limitan a, inflamables, combustibles, corrosivos, o explosivos (monómeros) peligros.

### Procedimientos

Olor característico: Sumerja tiras de papel cualitativo de 25 por 75 mm, exentos de olor, a una profundidad de 50 mm en el modelo y según la norma de referencia, que figura en cada uno de los vasos u otro recipiente adecuado. Hacer una comparación inmediata entre el olor de los dos materiales en el papel de filtro.

Olor residual: Sumerja tiras de papel cualitativo de 25 por 75 mm, libre de olor, a una profundidad de 50 mm en el modelo sometido a prueba y según la norma de referencia, cada uno de ellos contenida en un vaso u otro recipiente adecuado. Permita que los papeles se sequen a temperatura ambiente y examine en intervalos adecuados las diferencias en el olor.

En cualquier caso, si en las mediciones de olor se presentan en el papel estándar, debe ser considerado sospechoso. En caso de diferencias de resultados entre comprador y proveedor, puede ser útil emplear una prueba de olor donde haya participado más de tres personas. Considere la posibilidad de Precisión cuando el resultado de la prueba presente similitud comparativa como: familiaridad en las determinaciones de olor, la duración del procedimiento es ben base a la norma de referencia, y el medio ambiente en el cual se realiza la prueba tiene características similares.

## **NORMA ASTM D1640**

### **SECADO O CURADO DE REVESTIMIENTOS ÓGANICOS A UNA TEMPERATURA AMBIENTE**

Este método se refiere a las etapas de secado de una película de recubrimiento orgánico. Se debe realizar las pruebas de secado en un lugar bien ventilado, libre de vapores de laboratorio que hagan difícil mantener la temperatura, al aplicar la película tener unas condiciones de luz-iluminación durante todo el período de secado, nunca luz directa del sol u otras fuentes de energía radiante.

Debido a la naturaleza subjetiva de las pruebas el tiempo de secado en el laboratorio depende del material que se esté probando, debe ser el 10% del tiempo total de la prueba. Para determinar que el conjunto ya está seco, es decir que la aplicación sobre el material es correcta, se debe hacer un toque ligeramente sobre la superficie pintada con la punta del dedo completamente limpio e inmediatamente ponerlo en contacto con un vidrio claro para observar si algo del revestimiento se transfiere.

## **ANEXO K. GLOSARIO**

### **ANTIDECANTANTES**

Aditivo en la pintura que previene la sedimentación de componentes sólidos de la pintura.

### **ANTINATAS**

Aditivo en la pintura que previene la formación de natas en pinturas de secado al aire.

### **BARNICES**

Los barnices son dispersiones coloidales incoloras, constituidas por una solución de resinas sintéticas o naturales mezcladas en aceites o thinner. Al igual que las pinturas, los barnices cumplen la doble función de ser un recubrimiento protector así como un factor estético para las superficies en que son utilizados. Los barnices se caracterizan por ser incoloros, por lo que tienen menor resistencia a la luz que las pinturas, pero su película transparente permite acentuar la textura de la superficie recubierta. Las resinas utilizadas como materia prima en la fabricación de barnices tienen un origen natural como es el caso de resinas provenientes de diferentes variedades de pinos y de fósiles o son resinas sintéticas como las acrílicas, epóxicas, nitrocelulósicas y fenólicas.

### **BASE**

Se llama también imprimante o primer. Su secamiento se lleva a cabo por evaporación o por reacción química, sus funciones son facilitar la adherencia de todo el sistema de pinturas, proteger los metales contra la corrosión y mejorar la apariencia final del acabado.

**CAOLIN**

Silicato aluminico hidratado, es un producto de buena carga para pinturas y especialmente para las lacas. Según la calidad y la procedencia, es más o menos blanco, y tiene variadas aplicaciones industriales. Cuando se muele en aceite forma pastas brillantes y cohesionadas, que se allanan bien una vez extendidas; por esto, su empleo en tapaporos y capas de bases para esmaltes.

**COSOLVENTE**

Líquido orgánico, que en combinación con un disolvente activo, ayuda a disolver resinas.

**CORROSION**

Se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

**DILUYENTE**

Líquido volátil, que sin ser disolvente, puede agregarse sólo o con un verdadero disolvente para ajustar propiedades de flujo a una pintura y/o para disminuir costos de materia prima.

**DISOLVENTE**

Fluido orgánico volátil capaz de disolver otra sustancia para formar una mezcla uniforme.

**DISPERSANTE**

Aditivo en la pintura que mantienen separadas las partículas de los pigmentos.

## **ESMALTE**

Es una pintura comúnmente brillante, coloreada y cubridora, que seca por oxidación con el oxígeno del aire como los esmaltes sintéticos a base de aceite; o por reacción con calor como los esmaltes horneables; o por reacción química como los esmaltes de poliuretano en dos componentes.

## **ESPESTANTES**

Aditivo que aumenta la viscosidad.

## **HUMECTANTES**

Aditivo en la pintura que facilita la humectación de los pigmentos.

## **LACAS**

Las lacas son un recubrimiento cuya composición se basa en un material sintético, termoplástico y formador de película disuelto en un solvente orgánico. Con la adición de colorantes las lacas se denominan lacas pigmentadas o colorantes. La principal característica de las lacas es brindar una textura lisa y suave a los materiales sobre los cuales se aplica. Es una pintura que seca principalmente por la evaporación de sus componentes volátiles. Su mayor uso es en el recubrimiento de muebles y en el de automóviles.

## **MATIZANTES**

Aditivo que disminuye el brillo de la pintura aplicada.

## **MONOMERO**

Unidad de repetición de un polímero.

### **PIGMENTOS ACTIVOS**

Proporcionan color, decoración, protección contra determinados ataques (la corrosión, por ejemplo) y tienen el poder de ocultar la superficie donde se aplica la pintura.

### **PIGMENTOS INACTIVOS**

No dan color ni ocultan la superficie pero, sin dañar las propiedades de la pintura, aumentan su volumen y en algunos casos cumplen una función especial, como matear.

### **SECANTES**

Aditivo que acelera el secamiento de algunas pinturas.

### **TERMOPLASTICO**

Es un plástico el cual se derrite a un líquido cuando es calentado y se endurece en un estado vítreo cuando es suficientemente enfriado. La mayoría de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los que poseen cadenas asociadas por medio de débiles fuerzas Van der Waals (Polietileno), fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables en que después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos, ya que en el caso de los termoestables o termoduros, su forma después de enfriarse no cambia.

### **VINILO**

Es una pintura más común, se distingue de las demás porque se diluye con agua y su secamiento se efectúa principalmente por evaporación de sus componentes volátiles.