

**EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DE TELAS  
VINÍLICAS DE LA EMPRESA PROQUINAL S.A.**

**DAISY YOMARI GÓMEZ RANGEL**

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

**2011**

**EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DE TELAS  
VINÍLICAS DE LA EMPRESA PROQUINAL S.A.**

**DAISY YOMARI GÓMEZ RANGEL**

**TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO DE:  
INGENIERA QUÍMICA**

**DIRECTOR**

**CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA**

**INGENIERO QUÍMICO, M.S.C.**

**CODIRECTORA**

**ANDREA ORTIZ**

**INGENIERA INDUSTRIAL**

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

**2011**

*Dedicado a Dios por ser la luz y cubrirme con su infinito amor.*

*A mi padre Luis Gómez, por su comprensión y fortaleza, por brindarme todo su amor y acompañarme siempre.*

*A mi hermana Yolima Gómez por confiar en mí y apoyarme siempre que lo necesito.*

*A todos aquellos compañeros, profesores y amigos que estuvieron en esta etapa de mi vida.*

***DAISY YOMARI GÓMEZ RANGEL***

## **AGRADECIMIENTOS**

GRACIAS A MI PADRE Y HERMANA POR SU APOYO INCONDICIONAL, POR SU CONFIANZA Y AMOR.

GRACIAS A LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Y A LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA POR LA OPORTUNIDAD DE PERTENECER A ESTA INSTITUCIÓN.

Gracias a el profesor Crisóstomo Barajas por su ayuda incondicional.

Gracias a Proquinal S.A. por confiar en mí y permitirme crecer como profesional y como persona, en especial al laboratorio de materia prima y formulación en Bogotá; a Andrea Ortiz, Julieth y Magaly.

A todas las personas que hicieron parte de mi formación durante mi carrera universitaria.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 PLASTISOL	15
1.2 ADITIVOS DE PLASTISOLES	15
1.2.1 POLICLORURO DE VINILO (PVC)	15
1.2.2 PLASTIFICANTES	16
1.2.3 AGENTES ESPUMANTES	17
1.2.4 CARGAS	17
1.2.5 ESTABILIZANTES TÉRMICOS	17
1.2.6 LUBRICANTES	18
1.2.7 PIGMENTOS	19
1.2.8 BIOCIDAS	19
1.2.9 RETARDANTES DE LLAMA	20
1.2.10 MODIFICADORES DE REOLOGÍA	20
1.2.11 ANTIESTÁTICOS	20
1.3 OTROS MATERIALES NECESARIOS EN LA PRODUCCIÓN DE TELAS VINÍLICAS	21
1.3.1 PAPEL RECUBIERTO CON SILICONA	21
1.3.2 TELA	22
1.4 PROCESO FABRICACIÓN TELAS VINÍLICAS	22
1.4.1 MEZCLADO	23
1.4.2 EXTRUSIÓN	23
1.4.3 CALANDRADO	23
1.4.4 LAMINACIÓN	23
1.4.5 CORTE DE MÁRGENES	23
1.4.6 ACABADO DE MATERIALES	23
2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	25

2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS	26
2.1.1 MUESTRAS SÓLIDAS	26
2.1.2 MUESTRAS LÍQUIDAS	26
2.1.3 MUESTRAS VARSOL	26
2.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS	26
2.2.1 VISCOSIDAD	27
2.2.2 COLOR Y TONALIDAD	28
2.2.3 HUMEDAD	29
2.2.4 ÍNDICE DE REFRACCIÓN	29
2.2.5 DENSIDAD	30
2.2.6 PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CALOR	30
2.2.7 PRUEBAS DE MIGRACIÓN	30
2.2.8 ABSORCIÓN AL PLASTIFICANTE	31
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	32
3.1 ANÁLISIS DE VARSOL	32
3.2 ANÁLISIS DE PVC	33
3.3 ANÁLISIS DE CARGAS	34
3.4 ANÁLISIS DE PLASTIFICANTES	36
3.5 ANÁLISIS DE PIGMENTOS	37
CONCLUSIONES .....	38
RECOMENDACIONES .....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. USOS PVC	16
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE ESTABILIZANTES TÉRMICOS DEL PVC	18
TABLA3. CLASIFICACIÓN ADITIVOS SEGÚN SU FUNCIÓN	21
TABLA 4. PRUEBAS MATERIA PRIMA	27
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE PVC	28
TABLA 6. ADITIVOS DE CAPAS Y ESPUMAS	29
TABLA 7. PRUEBAS A CARGAS	35
TABLA 8. PRUEBAS A PLASTIFICANTES	36
TABLA 9. PRUEBAS A PIGMENTOS	37

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de producción de telas vinílicas .....	22
Figura 2. Metodología análisis de Materia Prima.....	25
Figura 3. Metodología análisis varsol.....	25
Figura 4. Almacenamiento por estibas.....	26
Figura 5. Porcentaje de muestras de varsol aprobadas y rechazadas .....	32
Figura 6. Viscosidad de PVC alta .....	33
Figura 7. Viscosidad PVC de baja viscosidad.....	34

## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A	42
ANEXO B	44

## RESUMEN

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DE TELAS VINÍLICAS DE LA EMPRESA PROQUINAL S.A.\*

**AUTOR:** DAISY YOMARI GÓMEZ RANGEL\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Plastisol, Materia Prima, Calidad, Telas vinílicas.

PROQUINAL S.A es una compañía colombiana, liderando la fabricación y comercialización de telas vinílicas, películas y espumas de PVC. Con su variedad de productos participa en el mercado nacional e internacional cumpliendo con requisitos y especificaciones para asegurar la calidad, seguridad y confianza en cada uno de sus productos. Uno de los principales productos de esta empresa son las telas vinílicas, estas son utilizadas en amplios sectores de la industria como la marroquinería, artículos deportivos, pisos, tapetes, prendas de vestir y tapicería, entre otros, estos exigen una buena calidad para el producto, permitiendo que cumpla exitosamente su fin, generando beneficios y aprovechamiento para los humanos.

La verificación de la calidad de la materia prima y algunas variables que afectan el proceso, pueden influir en la calidad del producto.

El trabajo desarrollado a continuación muestra el proceso realizado en la compañía de telas vinílicas Proquinal S.A. con el objetivo de garantizar que los productos terminados cumplan con los estándares de calidad establecidos.

Para garantizar la calidad de sus productos, se realizaron pruebas en el laboratorio a toda materia prima de forma controlada y según lo establecido en los PQN (procesos establecidos con descripción paso a paso) de la empresa.

Los resultados obtenidos en cada prueba fueron verificados en los rangos que maneja la empresa para cada materia prima y si cumplen será utilizada en planta.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química, Director: Crisostomo Barajas Ferreira

## ABSTRACT

**TITLE:** EVALUACION DE MATERIA PRIMA EN LA ELABORACION DE TELAS VINILICAS EN LA EMPRESA PROQUINAL S.A.\*

**AUTHOR:** DAISY YOMARI GOMEZ RANGEL\*\*

**KEYWORDS:** plastisol, raw materials, vinyl fabric, quality.

PROQUINAL S.A. is a Colombian company, leading the manufacture and marketing of vinyl fabrics, films and PVC foams. With its variety of products involved in the national and international compliance with requirements and specifications to ensure quality, safety and confidence in each of their products. One of these products are the vinyl fabric, these are used in many sectors of industry and leather goods, sporting, flooring, rugs, clothing and upholstery among others these require a good quality for the product, allowing it to successfully meet and generating benefits and the use for the humans.

The verification of that quality of the raw material and some variables that effect the process can influence product quality.

This work below shows that process in the company of performed vinyl fabrics in order to Proquinal S.A. ensure, that finished products meets quality standards established to ensure the quality of their products tested in the laboratory were all raw materials in a controlled and manner as provided in PQN( established processes step by step descriptions) of the company.

The results were obtained in each test ranges verified in the company handled that the raw material for each meet and if the will be used en the plant.

---

\* Project of Degree

\*\* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierias Fisicoquimicas, Escuela de Ingenieria química, Director: Crisostomo Barajas Ferreira

## INTRODUCCIÓN

PROQUINAL S.A es una compañía colombiana, liderando la fabricación y comercialización de telas vinílicas, películas y espumas de PVC. Con su variedad de productos participa en el mercado nacional e internacional cumpliendo con requisitos y especificaciones para asegurar la calidad, seguridad y confianza en cada uno de sus productos.

Uno de los principales productos de esta empresa son las telas vinílicas. Estas son utilizadas en amplios sectores de la industria como la marroquinería, artículos deportivos, pisos, tapetes, prendas de vestir y tapicería, entre otros. Actualmente, este producto representa la mayor parte del mercado de la empresa por lo cual es muy importante para esta, el análisis y estudio de estas materias primas utilizadas en el proceso de producción.

Mediante este trabajo se realizó una evaluación de calidad de las diferentes materias primas que ingresan a la empresa sin su certificación de calidad del proveedor, verificando que estas cumplen con los respectivos estándares de calidad establecidos.

El análisis de las materias primas se realizó siguiendo los procedimientos establecidos por la empresa, realizando la medición de los diferentes parámetros que influyen positivamente sobre la calidad de las telas. En la práctica se utilizaron los diferentes instrumentos de laboratorio con los que cuenta la empresa.

## **1. MARCO TEÓRICO**

La principal materia prima en la elaboración de telas vinílicas es el plastisol, para que éste material obtenga las propiedades requeridas se añaden ciertos aditivos, considerándose aditivos a aquellos materiales que van dispersos físicamente en la matriz polimérica sin afectar la estructura molecular [8].

### **1.1 PLASTISOL**

El plastisol es la mezcla de una resina (PVC) de un plastificante y otros aditivos que se encuentran en estado líquido a temperatura ambiente con propiedades viscoelásticas, dependiendo de la resina, se puede tener un comportamiento ligeramente dilatante o pseudoplástico, es de color blanco, pero depende en gran medida de los aditivos incorporados[5,10].

El plastisol se utiliza como recubrimiento superficial: puede colorearse, y tener texturas, y es resistente a la abrasión, la corrosión y la electricidad. Mediante distintos estabilizantes y aditivos puede mejorar su resistencia a la luz, al calor, o adquirir propiedades (retardantes de llama), para cubrir gran variedad de especificaciones [5,10]. Las propiedades de los productos vinílicos flexibles (plastisoles) dependen de los aditivos que contienen. La siguiente tabla contiene aditivos y sus respectivas funciones:

### **1.2 ADITIVOS DE PLASTISOLES**

#### **1.2.1 Policloruro de vinilo (PVC)**

Uno de los materiales termoplásticos más utilizados en la actualidad debido a sus propiedades y a su gran cantidad de aplicaciones como lo son la construcción, juguetes, empaques, medicina, entre otros.

El PVC es un polvo fino poroso cuyas propiedades como peso molecular, estructura de la cadena, tamaño de partícula y tipo de polimerización, determinan

su comportamiento en el proceso [10,9]. La siguiente tabla contiene el uso que se le da a cada tipo de PVC:

**Tabla 1. Usos PVC**

PVC	Uso
1353	Espuma
T68	Capa
7031	Capa
1704	Capa

**Fuente:** Intranet Proquinal S.A. [6]

### 1.2.2 Plastificantes

Son compuestos que se emplean para proporcionar al plastisol flexibilidad a bajas temperaturas, elasticidad, elongación y dar un olor característico al producto acabado, de tal manera que sirva como medio dispersante de la resina. Químicamente son solventes de baja volatilidad [2].

Su clasificación está en función de su eficacia, flexibilidad a baja temperatura, compatibilidad y poder de solvatación en plastisoles [1]. Su clasificación es la siguiente:

- Esteres de ftalatos
- Adipatos
- Fosfatos
- Sulfocarbonatos

- Sebacatos

### **1.2.3 Agentes Espumantes**

Se emplean para formar materiales de baja densidad con efectos y propiedades celulares, usados en recubrimientos para tela de tapicería.

Se emplea azodicarbonamida como material espumante; este viene en polvo amarillo, se descompone a altas temperaturas en dióxido de carbono, amoníaco y nitrógeno [2]. Se utilizan en unión con estabilizantes térmicos llamados kickers los cuales ejercen una acción estabilizadora catalítica [1]. Se eligen teniendo en cuenta la temperatura de descomposición.

### **1.2.4 Cargas**

Productos minerales inertes como carbonato de calcio, silicatos como la arcilla, caolín, talco y asbesto que se incorporan a los plastisoles con el objeto de rebajar el costo y modificar eventualmente las propiedades de aislamiento [6,10]. Generalmente las partículas de las cargas son pequeñas.

### **1.2.5 Estabilizantes térmicos**

Los estabilizantes térmicos son indispensables en todas las formulaciones para evitar la descomposición del PVC frente a la degradación térmica y a la exposición a la luz solar, durante el proceso de fabricación y la vida útil del producto [10,5].

Los estabilizantes normalmente empleados en el PVC son derivados orgánicos e inorgánicos y su clasificación esta en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Clasificación de estabilizantes térmicos del PVC**

Clases	Función
Estabilizadores de Pb	Buena estabilidad térmica
Estabilizadores de Sn	Buena estabilidad térmica
Estabilizadores de Ba/Cd	Buena estabilidad térmica y a la luz
Estabilizadores de Ca/Zn	Escasa estabilidad térmica
Estabilizadores orgánicos	Escasa estabilidad térmica y a la luz
Estabilizadores U.V.	Coestabilizadores con muy buena acción protectora contra la luz.
Agentes quelantes	Coestabilizan para mejorar el color inicial y la transparencia
Plastificantes epoxidados	Coestabilizadores para mejorar la estabilidad permanente.

**Fuente:** Tesis Cueros Sintéticos [4]

### **1.2.6 Lubricantes**

Utilizado para influir en algunos aspectos del comportamiento de las formulaciones bajo el calor y algunas tensiones debidas al procesado. La clasificación de lubricantes a continuación:

- Lubricantes internos

Ayudan al deslizamiento de las partículas de polímero dentro de la mezcla en el proceso de fundición. Se utilizan principalmente ácido esteárico, estearatos metálicos y ésteres de ácido graso [1].

- Lubricantes externos

Facilitan el manejo de la mezcla sobre los rodillos de fundición. Se utilizan principalmente aceites parafinados, ceras parafínicas y polietilenos de peso molecular bajo [1].

### **1.2.7 Pigmentos**

Los pigmentos permiten obtener acabados de cualquier colorido, su uso es con objetivo decorativo [10]. La siguiente es la clasificación que se encuentran en el mercado:

- Pigmentos orgánicos

Excelente estabilidad a la luz y al calor.

- Pigmentos inorgánicos

Compuestos naturales o sintéticos como óxidos, sulfatos y otras sales que proporcionan acabados de color específico. Se distinguen porque se fabrican a altas temperaturas y proporcionan resistencia a altas temperaturas, ambientes agresivos a la migración y poseen alta gravedad específica [7].

### **1.2.8 Biocidas**

Son sustancias a base de antimonio de bario que se incorporan a los plastisoles para impedir o retardar el crecimiento microbiano [1].

El PVC tiene resistencia a ataque microbiano; el alimento de estos microorganismos es el plastificante [10].

### **1.2.9 Retardantes de llama**

Aditivos inhibidores de las llamas.

### **1.2.10 Modificadores de reología**

Su función es incrementar, regular o disminuir la viscosidad del plastisol. Con el tiempo se incrementa su viscosidad a niveles no adecuados de operación. Estos modificadores son esencialmente agentes surfactantes que imparten por naturaleza efectos lubricantes [10].

#### **1.2.10.1 Varsol**

Líquidos orgánicos que una vez introducidos a las pastas bajan la viscosidad durante el almacenamiento. Un plastisol pasa a ser un organosol cuando contienen disolventes volátiles que facilitan su manejo en el proceso [5,10].

#### **1.2.10.2 Aerosil**

Es una sílica ultrafina de bajo costo se utiliza como agente espesante. Porcentajes muy altos pueden generar viscosidades inmanejables principalmente en reposo [1].

### **1.2.11 Antiestáticos**

Los polímeros termoplásticos tienden a acumular cargas estáticas que conducen a la adherencia de partículas de polvo y otras materias extrañas, se hace necesaria la incorporación de aditivos [10]. Químicamente los productos empleados son surfactantes iguales a los modificadores de viscosidad.

La tabla 3. es un resumen de todos los aditivos y sus funciones en el plastisol:

**Tabla3. Clasificación aditivos según su función**

Tipo de aditivo	Función del aditivo en producción de telas vinílicas
Estabilizantes, lubricantes.	Facilitan el procesado.
Plastificantes, cargas, modificadores de impacto.	Modifican las propiedades mecánicas.
Cargas, diluyentes y extendedores.	Disminuyen costos en formulaciones.
Agentes antiestáticos, aditivos antideslizamiento.	Modificadores de propiedades superficiales.
Pigmentos y colorantes	Modificadores de propiedades ópticas
Estabilizantes contra luz U.V. fungicidas	Aditivos contra envejecimiento
Agentes espumantes, retardantes llama	Otros

**Fuente:** Tesis Cueros Sintéticos [4]

### **1.3 OTROS MATERIALES NECESARIOS EN LA PRODUCCIÓN DE TELAS VINÍLICAS**

#### **1.3.1 Papel recubierto con silicona**

Sobre él se extienden las capas de PVC, luego de gelificada la mezcla se separa del papel. Puede venir liso o grabado según la necesidad del producto terminado [1]. Se hacen las siguientes pruebas al papel antes de ser usado en planta:

- Peso
- Calibre

- Resistencia a la tracción
- Elongación

### 1.3.2 Tela

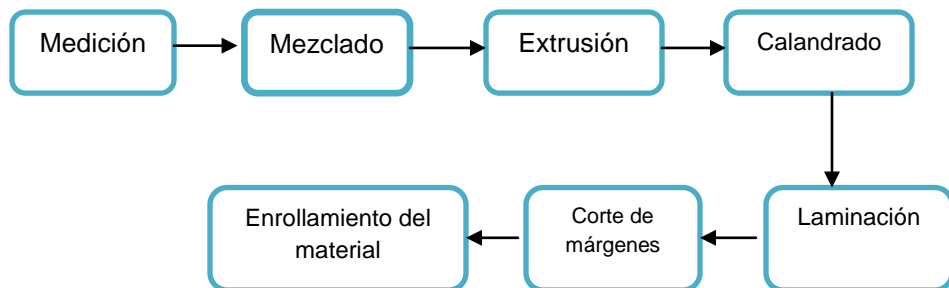
La tela se adhiere a la película de PVC en la etapa de laminación, dando cierta resistencia al producto terminado. Es necesario tratar las telas o tejidos antes de usarlos, inspeccionando que no tengan huecos y otros defectos que se mejoran antes de que se usen en planta [4]. Se hacen los siguientes ensayos para controlar su calidad:

- Peso
- Resistencia a la tracción
- Elongación

## 1.4 PROCESO FABRICACIÓN TELAS VINÍLICAS

En la figura1. se observa el proceso de producción para telas vinílicas

**Figura 1. Proceso de producción de telas vinílicas**



**Fuente:** Tesis Cuero Sintético [4]

DESCRIPCIÓN ETAPAS DE PROCESO:

#### **1.4.1 Mezclado**

La resina de PVC se mezcla con lubricantes, estabilizadores, plastificantes, rellenos, pigmentos y demás aditivos según las características del producto final [1].

#### **1.4.2 Extrusión**

La mezcla preplastificada se transforma en un sistema de producción continuo por medio de calor [1].

#### **1.4.3 Calandrado**

Se hace pasar el material sólido entre rodillos de metal a presión, generalmente estos están calientes que giran en sentidos opuestos [1].

#### **1.4.4 Laminación**

Através de un par de rodillos se hace pasar un soporte que puede ser papel o tela de varias calidades. En él se vierte el plastisol, cuyo peso es regulado por rodillos [1].

#### **1.4.5 Corte de márgenes**

Se hace por medio de unos discos cortadores de márgenes y sigue al correspondiente enrollamiento [1].

#### **1.4.6 Acabado de materiales**

##### **1.4.6.1 Planchado**

Se realiza cuando el material ha salido de producción con demasiadas arrugas [1].

##### **1.4.6.2 Laqueado**

Este proceso es inmediatamente después de la producción, antes de empezar esta etapa el material debe estar bien limpio [1]. La aplicación de la laca se hace por medio de rodillos directamente en el material. Con el laqueado se obtienen los siguientes aspectos:

- Modificación del color.

- Aumento o disminución del brillo.
- Recubrimiento de defectos superficiales.
- Obtención de una superficie seca, repelente del polvo y la suciedad.
- Protección de la estampación frente al rozamiento.

#### **1.4.6.3 Gofrado**

En esta etapa el material toma la textura que le imparte un cilindro de grabación. Este cilindro tiene la textura que se desea [1].

#### **1.4.6.4 Estampado**

La estampación o impresión se realiza con una o varias tintas, usando dos (2) procedimientos de impresión [1]:

- Impresión directa

Se realiza directamente en la superficie del material.

- Impresión indirecta

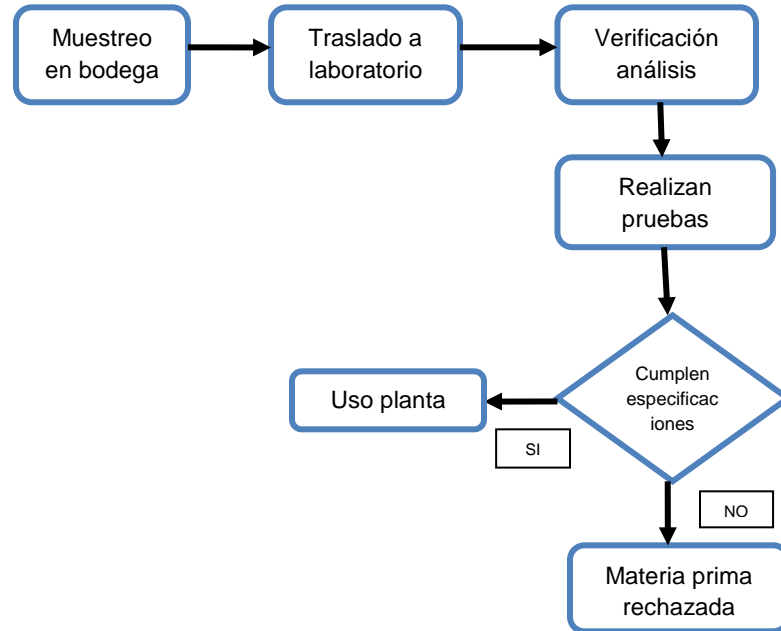
Las imágenes se imprimen sobre una banda de soporte la cual se transmite posteriormente al material.

#### **1.4.6.5 Lijado**

Los materiales que son sometidos a este proceso llevan en la parte superior una espuma. La espuma del material se quita por medio de una lija de diferente granulometría para obtener una superficie parecida a la gamuza [1].

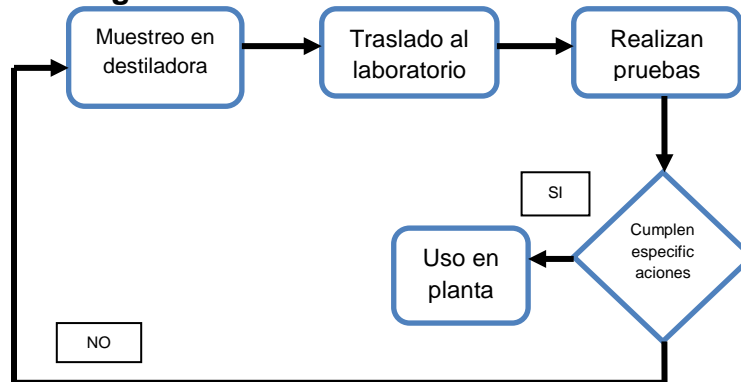
## 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

**Figura 2. Metodología análisis de Materia Prima**



Fuente: El Autor

**Figura 3. Metodología análisis varsol**



Fuente: El Autor

## **2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS**

El muestreo lo realizaron operarios en bodega y en planta, para después ser transportadas a laboratorio y realizar los correspondientes análisis.

### **Figura 4. Almacenamiento por estibas**



**Fuente:** Bodega PROQUINAL S.A.

#### **2.1.1 Muestras sólidas**

Se toma una (1) muestra por cada estiba almacenada en bodega.

#### **2.1.2 Muestras líquidas**

Se toma una (1) muestra de plastificante por cada carrotanque que ingresó a planta. Para estabilizantes térmicos se toma una (1) muestra por cada tambor almacenado en bodega.

#### **2.1.3 Muestras varsol**

Para el análisis de varsol se toma una (1) muestra por cada tambor que se llenó procedente de la destiladora.

## **2.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS**

Las diferentes pruebas se realizaron con el objetivo de evitar que se encontraran en la materia prima defectos visuales como color, apariencia entre otras y defectos medibles como viscosidad, densidad, absorción humedad entre otras. Las pruebas se realizaron siguiendo el procedimiento previamente establecido por la empresa.

Las siguientes pruebas se realizaron al varsol:

- a) Índice de color y tonalidad

b) Índice de refracción

c) Densidad

La tabla 4. muestra las pruebas que se realizaron a la materia prima

**Tabla 4. Pruebas materia prima**

Materia Prima	Prueba realizada
PVC	Viscosidad Brookfield (%) Humedad Color y tonalidad
Cargas	(%) Humedad (%) Absorción al plastificante
Pigmentos	Color y tonalidad (%) Humedad Resistencia al calor Resistencia a migración
Plastificantes	Índice de refracción Densidad

**Fuente:** Intranet Proquinal S.A. [6]

### 2.2.1 Viscosidad

La tabla 5. muestra la clasificación de PVC para realizar la medición de viscosidad:

**Tabla 5. Clasificación de PVC**

Clasificación de PVC	Pesaje
PVC alta viscosidad	50% de plastificante 50% de PVC
PVC baja viscosidad	60 % PVC 40% Plastificante

**Fuente:** Intranet Proquinal S.A. [6]

Dependiendo de la clasificación para realizar medición de viscosidad se pesó primero el plastificante seguido del PVC, utilizando una balanza marca Mettler PE de dos cifras con una capacidad máxima de 3600 gramos (g); se sigue con un batido por 5 minutos utilizando una batidora industrial hecha por empleados de la empresa, manejando una velocidad de 1000 revoluciones por minuto (rpm) hasta lograr buena dispersión de partículas de PVC en el plastificante [4]. Se deja reposar por una hora la mezcla, pasando a la medición de la viscosidad usando viscosímetro Brookfield marca Brookfield Engineering Laboratories; dependiendo de la clasificación de PVC si es de baja viscosidad se usa la aguja número cuatro (4) con una velocidad de 20 revoluciones por minuto (rpm), para clasificación alta viscosidad se usa la aguja número siete (7) con velocidad de 50 revoluciones por minuto (rpm).

### **2.2.2 Color y tonalidad**

Según la clasificación para la medición de viscosidad, el PVC puede tener dos usos, la tabla 6. muestra el uso del PVC y los aditivos que contienen:

**Tabla 6. Aditivos de capas y espumas**

Uso	Aditivos
Espuma	PVC, plastificante, estabilizantes térmico, agente espumante
Capa	PVC, plastificante, estabilizante térmico

**Fuente:** Intranet Proquinal S.A. [6]

Se pesaron los aditivos según la clasificación anterior usando una balanza marca Metter PE de dos cifras con una capacidad máxima de 3600 gramos (g), siguiendo con un batido por 5 minutos usando una batidora industrial hecha por empleados de empresa con una velocidad de 1000 revoluciones por minuto (rpm), hasta que se llegó a una buena dispersión de partículas de PVC en líquidos. Realizó una placa en matix (maquina que simula los túneles de temperatura que usan en planta) y se deja por un minuto a una temperatura de 200°C para que se gelifique la mezcla. Compara de forma visual el color con los archivos anteriores (plaquitas que se realizaron con pedidos anteriores de PVC) [4].

### **2.2.3 Humedad**

Se utilizó un analizador halógeno de humedad HR73 de marca Mettler Toledo que maneja un rango de temperaturas de 35-120°C. Esta prueba se realizó con una muestra de 1 gramo (g) a una temperatura de 90-100°C por cinco (5) minutos. Se procede a leer el valor de humedad.

### **2.2.4 Índice de refracción**

Se utiliza un refractómetro de mesa marca Abbe 3L conectado a un termostato que regula la temperatura.

Condiciones: Para varsol una temperatura de 20°C.

Para plastificantes una temperatura de 25<sup>0</sup>C.

### **2.2.5 Densidad**

Condiciones: Temperatura 20<sup>0</sup>C para varsol.

Temperatura 20<sup>0</sup>C para plastificantes.

### **2.2.6 Pruebas de resistencia al calor**

Se pesó el pigmento y el plastificante en un crisol de vidrio utilizando una balanza marca Mettler pm200 de tres cifras significativas con una capacidad máxima de 210 gramos (g), dejando humectar por 4 horas. Pasadas las cuatro horas se agregó el PVC en emulsión a la mezcla humectada, el paso siguiente es la dispersión del pigmento humectado en el PVC de emulsión, usando una microespátula hasta obtener una mezcla de color uniforme.

Un empleado encargado de manejar la polimix realiza la plaquita.

Se corta una (1) tira de la plaquita de 10 cm de largo por 2cm de ancho, se pone en medio de dos vidrios para llevarlo a un horno de aire circundante de marca Heraeus a una temperatura 180<sup>0</sup>C por diez minutos, encima de los vidrios va una pesa de 5Kg. Pasados los diez minutos se saca del horno y se deja enfriar para hacer la correspondiente evaluación de la degradación por el calor de forma visual [4].

### **2.2.7 Pruebas de migración**

Saca un círculo de la plaquita utilizada en la prueba anterior, se pone en medio de papel relax blanco especial (papel relax blanco tienen dos caras una brillante y la otra opaca) de forma que el círculo de la plaquita quede entre las caras opacas del papel, esto se puso en medio de dos vidrios que se llevaron a un horno de aire circundante marca Heraeus a 80<sup>0</sup>C de temperatura durante 24 horas, encima del vidrio se pone una pesa de 5 Kg. Después de pasados las 24 horas se deja enfriar y se evalúa si el pigmento migra hacia el papel blanco de forma visual [4].

### **2.2.8 Absorción al plastificante**

Esta prueba consiste en tomar una cantidad de muestra y agregarle plastificante, que se encuentra en una bureta, hasta que la masa tome la consistencia que se pueda despegar de la espátula<sup>1</sup> (ver anexo B) [10].

---

<sup>1</sup> Según NTC de INCONTED 993 método b

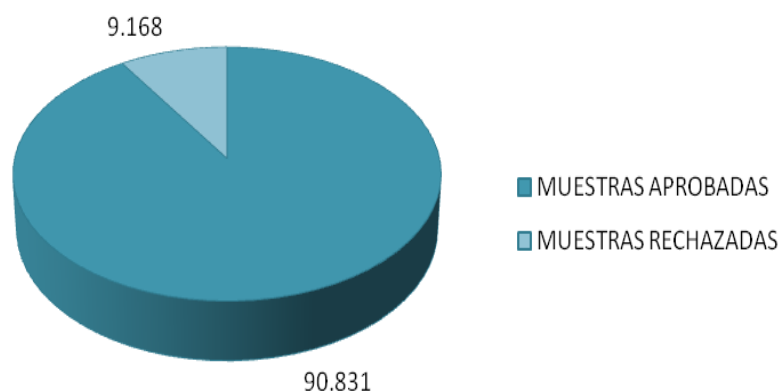
### 3. ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos se realizaron por duplicados y se analizan de acuerdo a unos rangos establecidos en la empresa para cada materia prima y si los aprueba significa que la materia prima es apta para usarse en planta.

#### 3.1 ANÁLISIS DE VARSOL

En el análisis de varsol, las pruebas de densidad e índice de refracción, la temperatura es de 20°C y el color de cada muestra era transparente. Las muestras aprobadas cumplieron con los tres parámetros establecidos (densidad, índice de refracción y color). Los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente figura:

**Figura 5. Porcentaje de muestras de varsol aprobadas y rechazadas**



**Fuente:** El Autor

En la figura 5 se observa que el 90,83% de las muestras que fueron analizadas son aprobadas y pasaron a ser almacenadas en tanques para luego utilizarlas en

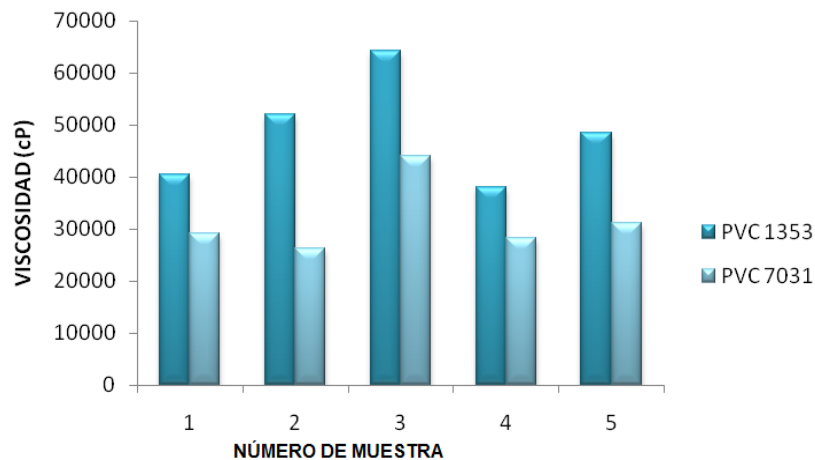
planta como reductor de viscosidad en plastisol. Mientras que las rechazadas fueron utilizadas para la limpieza de las mezcladoras y otros equipos de planta.

Es importante mencionar que solo se puede adicionar un quince% (15) de varsol a la masa total de plastisol, si se agrega más de esa cantidad el plastisol se burbujea después de la etapa de gelificación y esto impide que se pueda estampar y grabar en el material.

### 3.2 ANÁLISIS DE PVC

Para la medición de viscosidad fue importante darle un batido de 5 minutos hasta una buena dispersión de partículas de PVC en plastificante, y que el tiempo de reposo de la muestra fuera de una hora, si es mas el tiempo la viscosidad aumentaba.

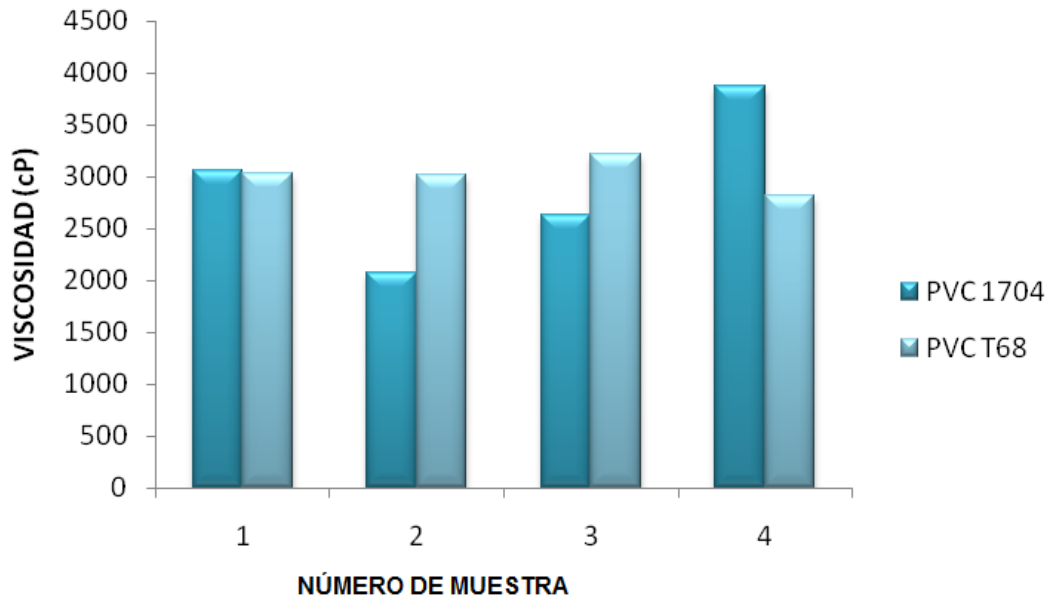
**Figura 6. Viscosidad de PVC alta**



**Fuente:**El Autor

De la figura 6. se puede observar que la muestra 3 de PVC 1353 presentó la viscosidad más alta, este lote se pone en uso restringido ya que la viscosidad alta en una espuma produce unas gotas que impiden que el material se pueda estampar y grabar.

**Figura 7. Viscosidad PVC de baja viscosidad**



**Fuente:** El Autor

De la figura 7. se observa que todas las viscosidades están dentro de los parametros permisibles , sin embargo la viscosidad de la muestra 4 de PVC T68 es la más alta en comparación de las demás muestras, pero esta no afecta el proceso del plastisol.

### **3.3 ANÁLISIS DE CARGAS**

La prueba de absorción al plastificante es muy importante porque con esta se tiene una idea de cuanto plastificante absorbe la carga, esto cambia la viscosidad de el plastisol. Los resultados obtenidos se muestra a continuacion:

**Tabla 7. Pruebas a cargas**

Tipo de carga	Muestra	Humedad (%)	Absorción plastificante (%)
Apyral 15	1	0,20	40,30
	2	0,23	35,93
	3	0,33	35,93
Charmax FRA-100	1	0,13	17,65
	2	0,05	19,62
	3	0,05	19,62
Trióxido de antimonio	1	0,02	20,17
	2	0,02	23,52
	3	0	18,96

**Fuente:** El Autor

En la tabla 7. se puede observar que el apyral 15 es la que mayor absorción al plastificante tiene, esta carga es la que menos usada debido a que por su alta absorción al plastificante aumenta la viscosidad del plastisol y esto hace que se aumenten propiedades como la ductilidad y docilidad y se disminuyan la tensión y la resistencia a fluir de la mezcla en frio y en caliente.

### 3.4 ANÁLISIS DE PLASTIFICANTES

Para el análisis de plastificantes se verifica la temperatura a la cual se mide la densidad de 20°C y para la medición del índice de refracción fue de 25°C. A continuación se muestran los resultados:

**Tabla 8. Pruebas a plastificantes**

Tipo plastificante	Numero muestras	Índice refracción	Densidad
Eastman 168	1	1,49	0,98
	2	1,48	0,99
	3	1,49	0,98
DOP Bromado	1	1,55	0,97
	2	1,55	0,97
	3	1,55	0,97
DINP	1	1,49	0,97
	2	1,49	0,97
	3	1,49	0,97
DOP	1	1,49	0,98
	2	1,49	0,98
	3	1,49	0,99

Fuente: El Autor

### 3.5 ANÁLISIS DE PIGMENTOS

Los resultados obtenidos en el análisis de pigmentos se encuentran en la tabla 9.

**Tabla 9. Pruebas a pigmentos**

Tipo de pigmento	(%) Humedad	Tipo de pigmento	(%) Humedad
1	1,67 1,53	6	0,31
2	0,48	7	0,74
3	0,48	8	3,52
4	0,30 0,31	9	0,37
5	0,48 0,36	10	0,76 0,83

**Fuente:** El Autor

Los resultados de (%) humedad obtenidos en la tabla 9. se comparan con los establecidos por la empresa y cumplen con los % humedad recomendados. Sin embargo al realizar la prueba de color y tonalidad en cuarto de luz utilizada en la sección de colores al pigmento 4 se nota un cambio de color en el pigmento 4. Esta plaquita se pasa a la sección de colores para que sea evaluado por el jefe de colores. Después de hacer la evaluación se notifica que sí hay un cambio de color y se hace la correspondiente reclamación al proveedor del pigmento.

## **CONCLUSIONES**

Lo principal de este estudio es conocer cada materia prima en el proceso, la forma de analizar cada una con la finalidad.

El método estándar para medir absorción al plastificante es muy subjetivo, este queda al criterio de la persona que esta realizando la prueba, por lo tanto siempre van a haber resultados diferentes que dependen del criterio de quien realice la prueba.

Es muy importante al realizar cualquier tipo prueba recurrir detalladamente a las indicaciones que da el proveedor de PVC de cómo es el orden de adicionar los aditivos ya que si esto no se cumple el plastisol puede perder ciertas propiedades que son importantes

## **RECOMENDACIONES**

Implementar en la batidora una caja protectora con el fin de evitar que cuando se esté batiendo salgan las partículas de la mezcla y contaminen el ambiente para la persona que esté realizando la prueba.

Dotar el laboratorio de una balanza analítica de 4 cifras significativas para sección de materia prima y formulación para tener mejores resultados en las pruebas, ya que solo se utilizó una de dos cifras significativas.

## BIBLIOGRAFIA

[1] DIAZ TRIANA, María Consuelo. Cueros Sintéticos. Bogotá 1980. 177 páginas. Tesis Química Industrial. Instituto Grancolombiano. Facultas de Química Industrial.

[2] GRANADOS, Enrique. CENTRO ESPAÑOL DE PLASTICOS. Diccionario del plástico. [En línea] <

<http://www.unoconvenciones.com/descargas/dp2.pdf>> [consultado el 11 de octubre de 2011].

[3] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICASY CERTIFICACIÓN. Documentación: Citas, notas de pie de página y anexo. Bogotá: INCONTEC, 1997. 7p. (NTC993)

[4] JIMENES MIGALLON, Alfonso. Características de la degradación térmica de los plastisoles vinílicos .Alicante, 1996.305 páginas. Tesis Doctoral en ciencias Químicas Universidad de Alicante. Facultad de ciencias. Departamento de Química Analítica. [en línea]

:<<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/.../Jiménez%20Migallón,%20Alfonso.pdrua.ua.es/dspace/bitstream/.../Jiménez%20Migallón,%20Alfonso.pdf>.

[5] MARTINES BERNAL, Sergio. Plastisoles. Departamento de Diseño Industrial. Bucaramanga. Ediciones UIS.1993.

[6] MORTON.Jones. Procesamiento de plásticos. Segunda edición. México: Editorial Limusa S.a.1999. Pág. 284-283.

[7] PROQUINAL S.A. Métodos de ensayo. Intranet de empresa (uso exclusivo de empleados). Bogotá.

[8] RUBIN, Irvin. Materiales plásticos propiedades y aplicaciones. Primera edición. México: Editorial Limusa S.a., 1997. Pag.171-173.

[9] SEYMOUR, Raimond. Introducción a la química de los polímeros. Atlantic University .Bocaraton Florida. Ediciones reverté S.A:199.

[10]URRAZA, Ángel. ANIQ. PVC. [En línea ]<

<http://www.aniq.org.mx/polinilo/pvc/asp> > [citado el 5 de Octubre de 2011].

**ANEXO A****Tabla 10.** Propiedades físicas de PVC

Propiedad	Valor
Densidad (293K), g/cm <sup>3</sup>	1,35-1,43
Indicé de refracción, n <sub>D</sub>	1,54
Punto de transición vítrea, K	351-378
Conductividad térmica, W/(m*K)	0,15-0,18
Capacidad Calorífica, kJ/(Kg*K)	1,00-2,14
Coefficiente de expansión lineal, K <sup>-1</sup>	6*10 <sup>-6</sup> – 80*10 <sup>-6</sup>
Coefficiente de expansión volumétrica, K <sup>-1</sup>	3*10 <sup>-4</sup> – 4*10 <sup>-4</sup>
Absorción de agua en 24horas, %	0,4-0,6
Resistencia, MN/m <sup>2</sup> : tensión	40-60
Compresión	78-160
Doblado	80-120
Modulo de elasticidad, GN/m <sup>2</sup>	3-4
Resistencia al impacto, kJ/m <sup>2</sup>	2-10

Elongación Relativa, %	5-100
Contante dieléctrica 50Hz, 293K	3,24
10Hz, 293k	3,1-3,5
50Hz, 293K	12
Resistividad superficial, 293 K, Ohm	0,02

## **Anexo B**

Especificaciones NTC 993 método B

### **EQUIPOS**

- Balanza analítica con sensibilidad de 0,001g.
- Placa de porcelana vitrificada con dimensiones mínimas de 25,4cm\* 25,4cm\*0,635cm.
- Espátula de ancho y forma apropiados para molde empleado.
- Botella cuenca gotas de 60cm<sup>3</sup> de capacidad.
- Plastificante DOP.

### **CONDICIONES DEL EL ENSAYO**

El ensayo se realiza a 23<sup>0</sup>C

### **PROCEDIMIENTO**

Se toman 5g de resina que pasan a la placa. Se llena la botella cuenca de gota hasta la mitad de plastificantes, se comienza la adición de este a la resina, en incremento de 1cm<sup>3</sup> mezclando bien por medio de la espátula.

Después de que se haya agregado 4 cm<sup>3</sup> se cambia la velocidad a dos gotas, determinando la consistencia de la mezcla hasta alcanzar el punto final, en la siguiente forma: se llena el molde de la mezcla y se desliza espátula bajo la carga, esta se levanta bajo la cavidad de el molde con la espátula horizontal y la cuchilla se gira a la posición vertical. El punto final se alcanza cuando la mezcla comience a deslizarse por la cuchilla. Este punto se pesa e nuevo la botella.