



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS
CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO TEXTIL

“EVALUACIÓN DE UN ACABADO TEXTIL IGNÍFUGO A BASE DE BAQUELITA
MEDIANTE EL MÉTODO DE RECUBRIMIENTO EN UN TEJIDO PLANO 100%
ALGODÓN”



AUTOR: Jarrín Ontaneda Cristian Javier

DIRECTOR: MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

Ibarra – Ecuador

2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica Del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720036423		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jarrín Ontaneda Cristian Javier		
DIRECCIÓN:	Palmas - Argentina y pasaje sin nombre		
EMAIL:	cjarrino@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO	062-603-698	TELF. MÓVIL	0998141805

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Evaluación de un acabado textil ignífugo a base de baquelita mediante el método de recubrimiento en un tejido plano 100% algodón”.
AUTOR (ES):	Jarrín Ontaneda Cristian Javier
FECHA:	2024/10/03
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE SE OPTA	Ingeniero Textil
DIRECTOR	MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Jarrin Ontaneda Cristian Javier, con cédula de identidad Nro. 1720036423, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en constancia de la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 03 días del mes de octubre de 2024

EL AUTOR:

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Ontaneda', written over a horizontal line.

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que se asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días, del mes de octubre de 2024

EL AUTOR:

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jarrin Ontaneda', with a long horizontal flourish extending to the right.

Nombre: Jarrin Ontaneda Cristian Javier

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 03 de octubre de 2024

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

C.C.: 0400900452

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADO

El Comité Calificador del trabajo de integración Curricular **“EVALUACIÓN DE UN ACABADO TEXTIL IGNÍFUGO A BASE DE BAQUELITA MEDIANTE EL MÉTODO DE RECUBRIMIENTO EN UN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN”** elaborado por Jarrín Ontaneda Cristian Javier, previo a la obtención en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

C.C.: 0400900452

(f).....

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 1001589017

DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dedicado al ángel que llegó a mi vida: mi hija Jarrín Erazo Gladys Maribel. Un recuerdo contigo es una caricia; aún puedo sentirte en mi mente aquellos besos y siempre me enfoco en tu futuro. Quiero que sepas que puedes contar conmigo. Te llevo en mí mente mi niña consentida con un inmenso amor.

Jarrín Ontaneda Cristian Javier

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa significativa en mi vida, deseo expresar mi profundo agradecimiento a quienes han hecho posible este sueño. Primeramente, agradezco a Dios por permitirme establecer metas y alcanzarlas. También quiero reconocer el inmenso apoyo de mi maravillosa madre, Gladys Ontaneda, quien ha estado a mi lado desde mis primeros pasos. Hoy le entrego el logro que ella siempre soñó para mí. Hasta el cielo, le envío un beso y un abrazo, como solía decirme: 'Te quiero tanto como el cielo y el mar, tan inmenso'. Agradezco también a mi querido abuelito materno, Juan Elías Ontaneda, por brindarme su tiempo y espacio para mi desarrollo profesional. En especial, agradezco a Dios por su guía y protección, mi hogar con María Zambrano, concédeme la sabiduría y fortaleza para tomar decisiones acertadas.

Mi reconocimiento especial también va hacia la Universidad Técnica del Norte, y en particular a la carrera de Textiles. Agradezco a las siguientes personas:

- Excelente docente y coordinador de la Carrera de Textiles: Marco Naranjo*
- Tutora de tesis: Elsa Mora*
- Docente: Fausto Gualoto*
- Primer egresado de la Carrera de Textiles: Edwin Rosero*
- Investigador y apasionado en ingeniería: Marcelo Puente*
- Secretaría y con una excelente vocación por su trabajo: Karla Gómez*
- Analista de producción y eficiencia: Willam Esparza*
- Empresario y gestor del medio ambiente: Darwin Esparza*
- Líder y emprendedor: Elvis Ramírez*
- Docente y amigo: Wilson Herrera*
- Docente laboratorista: Valeria Chugá*

Con su sabiduría y dedicación, me han acompañado en este camino académico. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar este sueño, y mi gratitud hacia ustedes es eterna. Agradezco también a todo el personal de la universidad por el apoyo y dedicación brindados durante mi tiempo aquí. Gracias a su compromiso y conocimiento, he adquirido las habilidades necesarias para alcanzar mis metas académicas y profesionales.

Jarrín Ontaneda Cristian Javier

RESUMEN

La investigación se realizó mediante un acabado textil ignífugo a base de baquelita, utilizando el método de recubrimiento en un tejido plano 100% algodón, con el objetivo de valorar el grado de resistencia al fuego. La baquelita pertenece al grupo de los plásticos termoestables, posee un elevado punto de ignición y soportando temperaturas de 200 a 300°C. Se aprovecharon las cualidades de la baquelita con el propósito de incrementar la resistencia al fuego del tejido, enfocándose en aplicaciones de protección y seguridad industrial.

En el desarrollo del proyecto, para la formulación de recetas, se investigó en estudios anteriores y se estimaron 2 concentraciones de baquelita: al 10 y 30%; formulando 4 recetas diferentes en concentraciones, manejando 2 variables (baquelita y ligante), se mantiene el apresto constante al 20%. Con base a esto, se formuló: M₁ (baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10%), M₂ (baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, agua 50%), M₃ (baquelita 30%, ligante 20 %, apresto 20 % y agua 30%), M₄ (baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30%). Por lo tanto, el siguiente paso consistió en seguir el proceso de polimerización, usando el túnel de secado a 120°C de temperatura a 10 m/min.

Posteriormente se procede a ensayos de resistencia al fuego según la norma ISO 15025:2000 B en el equipo Flexiburn; para el análisis estadístico se utilizó el programa PAST 4. En el estudio se utilizó la prueba de normalidad de Anderson-Darling, que es un conjunto de técnicas estadísticas que no maneja la hipótesis nula, los valores resultantes fueron analizados para determinar su aceptación o rechazo. En este proyecto investigativo, los valores sí son mayores al valor $P > 0,05$ se aceptan porque están en el rango de la distribución normal con una confiabilidad del 95%.

Las figuras derivadas del diseño experimental del programa PAST 4, concluyen que la M₁, demuestra una elevada resistencia al fuego con una longitud promedio mínima dañada de (22,34 mm), lo que representa daños del (11,17%) y una protección de resistencia al fuego del (88,83%) por que el fuego se auto extingue.

Palabras Claves: Acabado Ignífugo, Baquelita, Ignición, Recubrimiento con Baquelita.

ABSTRACT

The development involved applying a flame-retardant finish based on bakelite to 100% cotton plain weave fabric, using the coating method to evaluate fire resistance. Bakelite, a thermoset plastic, has a high ignition point and can withstand temperatures ranging from 200 to 300°C. Leveraging these properties, bakelite was employed to enhance the fabric's fire resistance, focusing on applications in industrial protection and safety.

In the project's development phase, formulation recipes were based on previous studies, investigating two concentrations of bakelite: 10% and 30%. Four different formulations were created with varying concentrations, maintaining a constant sizing agent at 20%. The formulations were as follows: M1 (30% bakelite, 40% sizing agent, 20% sizing agent, 10% water), M2 (10% bakelite, 20% sizing agent, 20% sizing agent, 50% water), M3 (30% bakelite, 20% sizing agent, 20% sizing agent, 30% water), and M4 (10% bakelite, 40% sizing agent, 20% sizing agent, 30% water). The next step involved polymerization using a drying tunnel at 120°C with a speed of 10 m/min. Subsequently, fire resistance tests were conducted according to ISO 15025:2000 B using the Flexiburn equipment, adhering to the aforementioned standard. Data was recorded and analyzed.

Statistical analysis was performed using PAST 4 software. Data was entered systematically, starting with a normality test as a verification step. The Anderson-Darling normality test was used in this study, which assesses statistical techniques without assuming a null hypothesis. Results were analyzed to determine acceptance or rejection. Values with p (normal) > 0.05 were accepted, indicating they fell within the normal distribution range with 95% confidence. The Shapiro-Wilk normality test, used for up to 50 cases, was not employed due to the failure of M2 in the weft and M3 in the warp to pass the normality test, leading to their rejection.

Figures derived from the experimental design in PAST 4 indicate that M1 exhibited high fire resistance with a minimal average damaged length of 22.34 mm, representing damage of 11.17% and fire resistance protection of 88.83%, as the fire self-extinguished.

Keywords: Fire Retardant Finish, Bakelite, Ignition, Bakelite Coating.

LISTA DE SIGLAS

TJD. Tejido

IGF. Ignífugo

BQL. Baquelita

LGN. Ligante

RCB. Recubrimiento

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Justificación	1
Objetivos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO I	4
ESTADO DEL ARTE.....	4
1.1 Estudios previos	4
1.1.1 Acabados Ignífugos en textiles	4
1.1.2 Propiedades de la baquelita.....	6
1.1.3 Estructura	7
1.2 Métodos de aplicación de acabados textiles.	16
1.3 Ligante	20
1.4 Marco Legal.....	23
1.4.1 Constitución de la República del Ecuador.	23
1.4.2 Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios.	23
1.4.3 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo.....	23
1.5 Marco Conceptual.....	24

1.5.1 Acabado ignífugo.....	24
1.5.2 Aplicaciones del acabado ignífugo.....	24
1.5.3 Ligante de uso textil.....	25
1.5.4 Método recubrimiento (textil).....	25
1.5.4.1 Ventajas del método de recubrimiento	25
CAPÍTULO II	26
METODOLOGÍA	26
2.1 Enfoque de la investigación.....	26
2.1.1 Enfoque cuantitativo.....	26
2.2 Método de investigación.....	26
2.2.1 Método deductivo	26
2.2.2 Método inductivo.....	27
2.3 Técnicas de investigación.....	27
2.3.1 Observación.....	27
2.3.2 Experimentación.....	27
2.4 Flujogramas.....	28
2.4.1 Flujograma general.....	28
2.4.2 Flujograma muestral.....	29
2.5 Caracterización del tejido.....	30
2.6 Materiales y equipos.....	30
2.6.1 FlexiBurn (Ensayo de inflamabilidad).....	31
2.6.2 Túnel de secado.....	33

2.7 Normas de referencia	33
2.8 Procedimiento del acabado con baquelita.....	34
2.8.1 Obtención de la baquelita.....	34
2.8.2 Pretratamiento del tejido	34
2.8.3 Preparación de probetas para el equipo Flexiburn.....	36
2.8.4 Variables y formulación de la receta	36
CAPÍTULO III.....	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	37
3.1 Resultados.....	37
3.1.1 Parámetros de análisis del tejido después de la exposición al fuego según la norma ISO 15025:2000 B.....	37
3.1.2 Condiciones para análisis de resultados.....	37
3.1.3 Resultado de análisis del recubrimiento	38
3.1.4 Resultados de la muestra M_0 , post (combustión-incandescencia)	38
3.1.4.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre	38
3.1.4.2 Post combustión- post incandescencia trama.....	38
3.1.5 Resultados de la muestra M_1 el post (combustión-incandescencia)	39
3.1.5.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre	39
3.1.5.2 Post combustión- post incandescencia trama.....	40
3.1.6 Resultados de la muestra M_2 el post (combustión-incandescencia).....	40
3.1.6.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre	40
3.1.6.2 Post combustión- post incandescencia trama.....	41

3.1.7 Resultados de la muestra M ₃ el post (combustión-incandescencia)	41
3.1.7.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre	41
3.1.7.2 Post combustión- post incandescencia trama.....	42
3.1.8 Resultados de la muestra M ₄ el post (combustión-incandescencia)	42
3.1.8.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre:	42
3.1.8.2 Post combustión- post incandescencia trama:.....	43
3.1.9 Resultados del ensayo al fuego según la norma ISO 15025:2000 B	44
3.2 Discusión de resultados.....	45
3.2.1 Análisis de la post combustión de la prueba de normalidad	45
3.2.2 Análisis de la post incandescencia de la prueba de normalidad	46
3.2.3 Análisis del coeficiente de variación de post combustión y post incandescencia	47
3.2.4 Análisis de resultados post combustión y post incandescencia	47
3.2.4.1 Análisis de Post combustión urdimbre	47
3.2.4.2 Análisis de Post combustión trama	48
3.2.4.3 Análisis de Post incandescencia urdimbre	49
3.2.4.4 Análisis de Post incandescencia trama	49
CAPITULO IV	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
Conclusiones.....	50
Recomendaciones	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
Anexos	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Reseña de la familia de los polímeros termoestables.....	9
Tabla 2 Clasificación y sub-distribución de los plásticos.....	12
Tabla 3 Comportamiento mecánico a temperatura ambiente de los polímeros.	15
Tabla 4 Propiedades del acabado ignífugo.	16
Tabla 5 Métodos de aplicación para dar un acabado ignífugo.....	17
Tabla 6 Características de productos químicos.....	21
Tabla 7 Caracterización del tejido	30
Tabla 8 Materiales e instrumentos.	31
Tabla 9 Utilidad de pruebas de Inflamabilidad en el equipo Flexiburn.....	33
Tabla 10 Hoja de consumo del descruce.	35
Tabla 11 Formulaciones de recetas para el proyecto.	36
Tabla 12 Términos para analizar los resultados.....	38
Tabla 13 Resultados M ₀ , sin acabado textil ensayo ISO 15025:2000 B.	39
Tabla 14 Resultado M ₁ , baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10% ensayo ISO 15025:2000 B.....	40
Tabla 15 Resultado M ₂ , baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, agua 50% ensayo ISO 15025:2000 B.....	41
Tabla 16 Resultado M ₃ , baquelita 30%, ligante 20 %, apresto20 % y agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B.....	42
Tabla 17 Resultado M ₄ , baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B.....	43

Tabla 18 Resultados del ensayo al fuego según la norma ISO 15025:2000 B.	45
Tabla 19 Resultados del coeficiente de variación (CV).....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Baquelita en lámina utilizada en circuitos electrónicos.	7
Figura 2 Plásticos termoestables.....	10
Figura 3 Comportamiento al fuego de los termoestables y termoplásticos	11
Figura 4 Aplicación de los diferentes tipos plásticos.	13
Figura 5 Comportamiento de termoestables vs termoplásticos manejando 2 variables.	14
Figura 6 Características de overol ignífugo.....	19
Figura 7 Incorporación del ligante al material textil.....	21
Figura 8 Diagrama general	28
Figura 9 Flujograma muestral.....	29
Figura 10 Equipo Flexiburn.....	31
Figura 11 Prueba de inflamabilidad en un textil.....	32
Figura 12 Máquina: túnel de secado.....	33
Figura 13 Obtención de la baquelita artesanalmente.	34
Figura 14 Curva utilizada para el pre-tratamiento del algodón	35
Figura 15 Test de normalidad de post combustión M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄	46
Figura 16 Test de normalidad de post incandescencia M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄	46
Figura 17 Resultado de post Combustión M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄	48
Figura 18 Resultado de post incandescencia de M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄	50

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

La investigación busca abordar la problemática ambiental que existe en la actualidad al considerar el uso de baquelita, un material comúnmente desechado en dispositivos electrónicos para desarrollar un acabado textil.

La seguridad contra incendios es una preocupación continua en diversas industrias, particularmente donde el fuego es la principal causa de accidentes contra el ambiente y los seres vivos, además los materiales ignífugos juegan un papel decisivo en la mitigación de estos riesgos, ofreciendo barreras de protección efectivas.

En este contexto, el algodón es un tejido natural utilizado a nivel mundial; en la industria textil se utiliza varios materiales para la creación de telas y una de ellas es el algodón de alta inflamabilidad, por lo que se aborda esta problemática, llegando a crear diversos tratamientos ignífugos que buscan mejorar la resistencia de la tela contra el fuego y combatir la contaminación ambiental.

Esta investigación se centra en la evaluación de un acabado textil ignífugo reutilizado a base de baquelita, aplicado mediante el método de recubrimiento en un tejido plano 100% algodón. La baquelita, conocida por sus excelentes propiedades aislantes y de resistencia al calor, ofrece una solución potencialmente eficaz y económica para la protección humana, a través de experimentos rigurosos y comparativos, se busca determinar si este acabado puede ser una alternativa viable para su implementación en aplicaciones donde la seguridad, la durabilidad y el medio ambiente son esenciales.

Justificación

La presente investigación se enfocará en el estudio de la evaluación de un acabado textil ignífugo a base de baquelita mediante el método de recubrimiento en un tejido plano 100% algodón, que se destaca en la gran cantidad de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos, con

una evidencia de falta de medidas de contingencias o estrategias institucionales para la recuperación o aprovechamiento de estos materiales.

Por lo tanto, se hace imprescindible explorar alternativas que promueven el cuidado ecológico especialmente ante la proliferación de productos químicos ofrecidos por las industrias, cuya accesibilidad y facilidad de la aplicación que muchas veces obvian su impacto ambiental, por la falta de tratamiento adecuado de estos residuos que resulta en una contaminación a una gran escala a nivel global, pero existe una relación entre el entorno ambiental y la humanidad, enfatizando la necesidad de desarrollar proyectos sostenibles que impulsen la innovación en el mercado, particularmente en la creación de los tejidos con características técnico-textiles que ofrezcan soluciones.

En la actualidad, es de vital importancia para el ser humano con ideas estratégicas que permitan el tratamiento adecuado o la reutilización de los materiales y aprovechando sus propiedades distintivas para convertirlas en alternativas sostenibles; los términos del desarrollo textil se hacen imprescindible en la creación de tejidos que desempeñan en las múltiples funciones, dentro de esta categoría que se encuentran telas microbianas, así como tejidos con la capacidad de absorber y dispersar la energía, constituyendo una opción especial gracias a la inclusión de fibras como el Kevlar o el Nomex. Los acabados textiles en la tela tienen características particulares que se hacen idóneas para diversas aplicaciones, debido a las propiedades de la baquelita de alta resistividad a elevadas temperaturas, se pretende, aprovechar los dispositivos electrónicos que están siendo desechados y terminan acumulándose en vertederos de basura.

Las propiedades especiales de los polímeros termoestables o conocido como baquelita pueden soportar temperaturas que oscilan entre 200 y 300°C y se convierte en una opción versátil para una amplia variedad de aplicaciones y usos.

La baquelita, se destaca por ser un plástico termoestable que sirve como base para las placas de circuitos electrónicos de estos dispositivos, los cuales son utilizados en una amplia gama de sectores, incluyendo la industria, el hogar e instituciones y la propuesta consiste en aplicar la baquelita como materia prima mediante el método de recubrimiento en diferentes concentraciones, lo que permite obtener un acabado permanente en el sustrato textil que

posteriormente se evaluará el nivel de resistencia a la llama según la norma ISO 15025:2000 B utilizando el equipo Flexiburn (C. Barrera, 2019).

Objetivos

Objetivo General

Evaluar un acabado textil ignífugo a base de baquelita mediante el método de recubrimiento en un tejido plano 100% algodón.

Objetivos Específicos

- Analizar las propiedades ignífugas de la baquelita en bases de datos.
- Establecer concentraciones de baquelita y aplicar por el método de recubrimiento para definir la receta óptima.
- Evaluar el acabado ignífugo mediante la norma ISO 15025 B, en el equipo Flexiburn.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

1.1 Estudios previos

1.1.1 Acabados Ignífugos en textiles

La protección contra incendios ha sido una preocupación en la industria textil, impulsando el desarrollo de acabados ignífugos que salvaguarden la vida humana y minimicen los riesgos asociados a los incendios. Entre las soluciones más comunes se encuentran los textiles retardantes de llama a base de fósforo, valorados por su versatilidad y efectividad. No obstante, estos compuestos presentan un inconveniente significativo: la liberación de halógenos o formaldehídos durante la combustión. Estas sustancias, altamente tóxicas para el ser humano, pueden generar graves problemas de salud, especialmente en el sistema respiratorio y nervioso. Conscientes de esta problemática, la industria textil se encuentra en constante búsqueda de alternativas más seguras y amigables con el medio ambiente.

Se están explorando nuevos enfoques que comprometan la protección contra incendios y que minimicen o eliminen por completo la liberación de sustancias tóxicas. El hidrogenofosfato de diamonio, en combinación con recirculantes como el ácido acrílico y el ácido maleico, representa una alternativa a los retardantes de llama tradicionales basados en fósforo. Este compuesto, sintetizado mediante un proceso de polimerización y temperatura controlada, ofrece la ventaja de no liberar halógenos ni formaldehídos durante la combustión, sustancias altamente tóxicas presentes en los retardantes de fósforo (Qutab et al., 2019).

Retardantes del fuego sin liberación de sustancias tóxicas:

Las concentraciones de monómeros e iniciador, las condiciones de polimerización y la temperatura (...) exhibió un buen rendimiento retardante del fuego, así como propiedades adicionales de control de encogimiento, fácil cuidado y antimicrobiana. Las pruebas analíticas de SEM, FTIR y contenido de fósforo también confirmaron la aplicación exitosa del acabado. (Qutab et al., 2019, p. 3)

Otro estudio, desarrolla un acabado basado en recubrimientos (LbL) ignífugos utilizando quitosano (CS), alginato de sodio (SA) y sales metálicas de origen biológico para textiles de poliamida 66 (PA66). Este enfoque innovador emplea sales inorgánicas compuestas de hierro, níquel y boro para conferir propiedades retardantes (Kundu et al., 2022).

Capa por capa (LbL) para construir recubrimientos retardantes de llama:

Se consideraron polisacáridos de origen biológico (...) Los resultados obtenidos revelaron que las muestras de tela ensambladas con LbL y tratadas con sales metálicas simultáneamente exhibieron un rendimiento (...) El valor índice límite de oxígeno (LOI) alcanzó hasta el 25 % de la muestra de tejido tratado con sal de hierro CS-SA y la tendencia del goteo disminuyó por completo solo para las muestras de tejido modificado. (Kundu et al., 2022, p. 2)

Estos compuestos, han demostrado ser altamente efectivos en la protección contra incendios de diversas fibras. El método de aplicación empleado es el injerto fotoinducido, que permite incorporar el ciclofosfaceno verde a la estructura de las fibras textiles. Esta técnica ha demostrado ser exitosa, ya que mejora significativamente la resistencia a la llama de los textiles tratados. Además, se observa una reducción en la tasa de liberación de calor, lo que significa que el calor generado durante la combustión se libera a un ritmo más lento. En cuanto a la seguridad, los textiles tratados con ciclofosfaceno verde han superado con éxito los estándares de inflamabilidad establecidos por las normas internacionales. Esto confirma la viabilidad de esta tecnología como una alternativa segura y efectiva a los retardantes de llama tradicionales (Mayer-Gall et al., 2019).

Una alternativa innovadora en el campo de los acabados retardantes de llama

Los poli y ciclofosfacenos son excelentes retardantes de llama, pero actualmente no se utilizan como agentes de acabado textil (...) el uso exitoso de un derivado de ciclotrifosfaceno soluble en agua para el acabado textil de algodón, poliéster/algodón, y la poliamida/algodón (...). Se logró un acabado duradero mediante una reacción de injerto fotoinducida. Las propiedades retardantes de llama de los diversos tejidos

mejoraron con un índice límite de oxígeno más alto, una tasa de liberación de calor reducida y una exhibición de intumescencia. (Mayer-Gall et al., 2019, p. 2)

Las propiedades ignífugas (FR) de tejidos de yute puro y yute-algodón tratados con Pyrovatex CP New al 90% (owf), los resultados demuestran una mejora sustancial en la ignición de ambos tejidos. El tiempo de propagación de la llama se redujo a cero segundos en comparación con los 21 s y 28 s registrados para los tejidos de yute y yute-algodón sin tratar, respectivamente. La longitud del carbón se vio reducida significativamente, de 2,1 cm y 2,57 cm en los tejidos sin tratar. El análisis de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) indicó que el químico FR no alteró las propiedades inherentes de las fibras de yute. El análisis termogravimétrico (TGA) reveló una degradación temprana en los tejidos tratados, lo que resultó en la formación de más carbón y una mejora significativa en la masa residual (más del 50%) (Hassan et al., 2024).

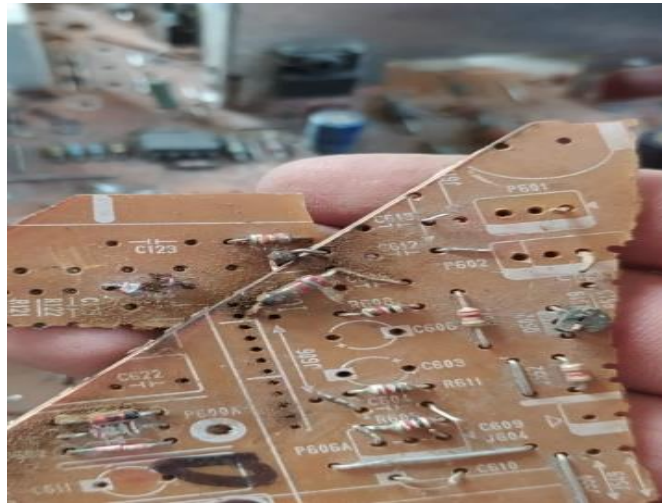
El desarrollo del acabado retardante de llama para mezclas de: 30% acrílico/70% algodón y 35% acrílico/65% algodón, utilizando savia del pseudotallo de *Enset Ventricosum* (EPS), la savia extraída se alcalinizó y se aplicó a ambos tejidos previamente mordentados. Los tejidos de ambas mezclas mostraron propiedades retardantes de llama, con resultados óptimos en la dirección de la urdimbre y la trama de 2,902 min y 2,775 min de tiempo de combustión, 6,442 cm y 7,332 cm de longitud de carbonización, respectivamente, a una concentración de 520 ml y un tiempo de tratamiento de 33,588 min (Dejene et al., 2023).

1.1.2 Propiedades de la baquelita

Según Vaca (2016), la baquelita fue descubierta por Leo Baekeland en 1907, cuya invención permitió un hito en diversas industrias. La baquelita en la industria se destaca por ser el primer plástico sintético, ya que favoreció en la evolución, que permitía utilizarse como material rígido y duradero, es más, se conoce que este material surgió por la búsqueda de un material sustituto para el barniz y rápidamente al utilizarlo ampliamente como una alternativa a otros materiales plásticos. En la Figura 1, se ilustra este material.

Figura 1

Baquelita en lámina utilizada en circuitos electrónicos.



La baquelita es un compuesto de fenol y fenoplástico, desde sus inicios se aprovecharon sus propiedades únicas en comparación con otros plásticos. Appold et al. (2005) explican que un fenoplástico se produce mezclando fenol con formaldehído, resultando un material muy rígido. Este compuesto se conoce como alquitrán de hulla y su fórmula química es (C_6H_5OH) para el fenol y $(HCHO)$ para el formaldehído.

La baquelita es un polímero sintético, perteneciente a la categoría de los fenol-formaldehído, conocido también como resinas fenólicas, caracterizadas por ser termoestable, termofraguante y termorígido. Según Callister y Rethwisch (2019), estos termoestables incluyen tanto los fenoplásticos como los amino plásticos, destacando la baquelita como un producto notable. Este material ha servido como base fundamental en la fabricación de placas de circuitos electrónicos, empleados ampliamente en sectores industriales, domésticos e institucionales.

1.1.3 Estructura

La estructura de la baquelita se compone de macromoléculas que forman una red densa. Según Mencias (2019), este material pertenece al grupo de los plásticos termoestables, lo que le confiere una notable resistencia a las altas temperaturas debido a su estructura molecular compacta.

Este polímero termoestable se caracteriza por la presencia de enlaces covalente entrecruzados, los cuales restringen los movimientos vibratorios y rotatorios de las cadenas moleculares. Debido a esta estructura, la baquelita conserva sus propiedades físicas y químicas incluso cuando se expone a altas temperaturas, lo que es característico de estos materiales (Callister y Rethwisch, 2019).

Es más actualmente se fabrican plaquetas de baquelita para una amplia variedad de circuitos electrónicos, utilizados tanto en electrodomésticos de alta como de baja gama. Este material es valorado por su textura dura y su estado sólido, además de ser un excelente aislante, Fue uno de los primeros plásticos creados de manera artificial y se destaca por su resistencia, durabilidad y versatilidad. Su estructura se caracteriza por la presencia de enlaces covalentes cruzados tridimensionales, los cuales proporcionan una red rígida y tridimensional. Estos enlaces entrecruzados son responsables de la estabilidad dimensional y la resistencia mecánica de la baquelita (Vidal & Marlon, 2021).

La distribución interna de la baquelita le confiere propiedades como alta resistencia al calor, aislamiento eléctrico y resistencia química, lo que la hace adecuada para una amplia gama de aplicaciones industriales. Su característica principal es la capacidad de soportar temperaturas entre 200 y 300 °C (Vaca, 2016).

Callister y Rethwisch (2019), enfatiza que los termoestables exhiben una notable estabilidad dimensional. Como se detalla en la Tabla 1, la mayoría de los polímeros termoestables se caracterizan por la presencia de enlaces entrecruzados y reticulados. Entre estos materiales disponibles en el mercado se encuentran el caucho vulcanizado, la resina Epóxica, los polímeros fenólicos y algunas resinas de poliéster, es más la resinas epóxicas que pertenece a la familia de los termoestables tienen una estabilidad térmica, esto quiere decir que ambos presentan buena estabilidad al calor y no se deforman manteniendo tanto sus propiedades físicas y químicas, no se funden fácilmente, pero si se superan la temperatura de combustión se produce la carbonización, otra característica es la resistencia a productos químicos y es utilizada en entornos agresivos y la convierte en un material duradero, también presenta alta resistencia mecánica.

Tabla 1*Reseña de la familia de los polímeros termoestables.*

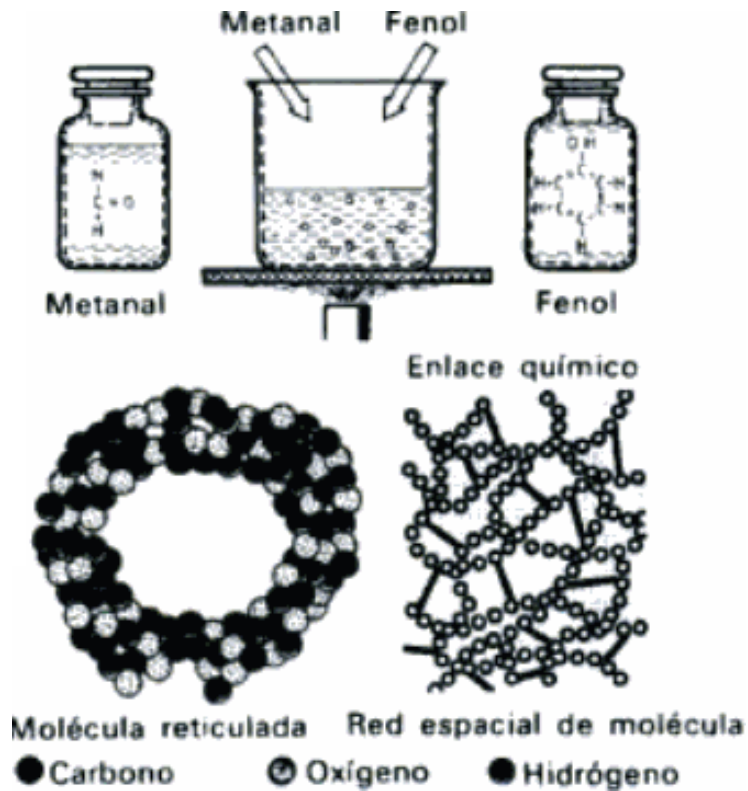
	Nombre Comercial	Particularidades	Usos
Barnices Epóxicos	Araldite; Epikote	Buenas particularidades de resistencia mecánicas y corrosión; estabilidad dimensional; pegadura, bajo costo; características eléctricas.	Lavabos, adhesivos
Barnices Fenólicos	Bakelite; Duralite	Buena ignición y resistencia al fuego a 150 °C; se aplica con otras fibras; bajo costo.	Chasis o soportes de motores, barnices
Los poliésteres (PS)	Aropol; Luytex Vital	Se usan a temperaturas elevadas o ambiente; se suele aplicar con otras fibras.	Aplicaciones en barcos y partes de automóviles.

Nota: La resina fenólica es la baquelita. **Fuente:** Adaptada de (Callister y Rethwisch, 2019).

En la antigüedad, los materiales termoestables eran conocidos principalmente como fenoplásticos y amino plásticos. Durante esa época, existían polímeros como los elastómeros y los termoplásticos que se deformaban al ser sometidos a altas temperaturas y se utilizaban en aplicaciones muy específicas. Los polímeros termoestables, debido a sus propiedades químicas, eran ideales para áreas antes poco exploradas como materiales aislantes, recubrimientos y adhesivos. Según Callister & Rethwisch (2019), explican este nuevo material impulsó la investigación de compuestos con propiedades específicas para diversas aplicaciones, como resistencia a las fuerzas mecánicas y a altas temperaturas, gracias a su estructura molecular única y diferente de la de otros polímeros. Como se observa en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, las moléculas de fenol y metanal se unen para formar la baquelita, caracterizada por una red molecular especial que impide su ablandamiento.

Figura 2

Plásticos termoestables.



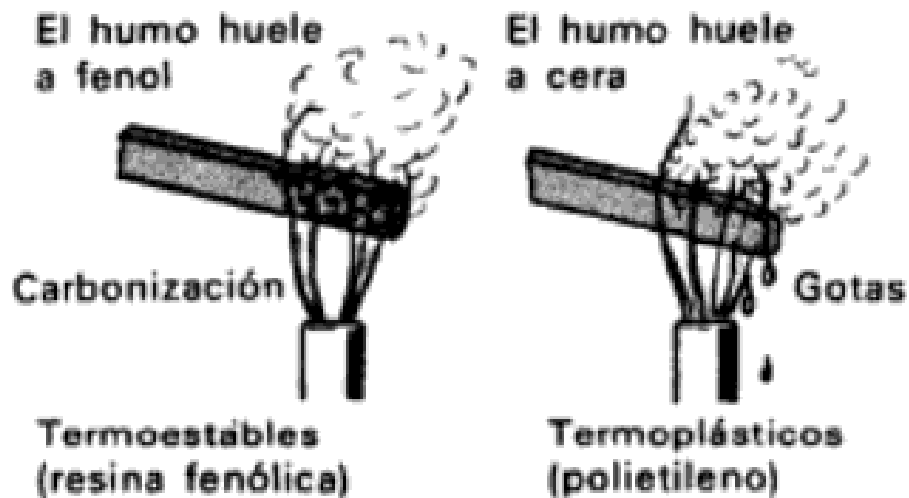
Nota: Las moléculas de fenol y metanal se combinan para formar baquelita. Estos compuestos se unen químicamente, creando macromoléculas reticuladas. **Fuente:** (Appold et al. 2005).

Las placas de baquelita, recubiertas con una lámina de cobre, facilitan la conducción de energía eléctrica y la conexión de componentes electrónicos. Aunque ocasionalmente se reparan, en su mayoría estas placas electrónicas se desechan (Negrete et al. 2018).

La resina fenólica, conocida por su resistencia térmica, es utilizada para formar compuestos específicos. Según Mimeur (2021), este material distingue por su alta resistividad de 6 millones de $\text{M}\Omega/\text{cm}^2$, excelente capacidad dieléctrica, su resistencia a ácidos, oxígeno y ozono. La Figura 3 ilustra su comportamiento frente a la temperatura y la fuerza. Además, muestra una resistencia mecánica y es opaco a los rayos X.

Figura 3

Comportamiento al fuego de los termoestables y termoplásticos



Fuente: (Appold et al., 2005).

La baquelita posee una amplia gama de características que la hacen adecuada para diversas aplicaciones, gracias a su solidez como plástico. Según Callister & Rethwisch (2019), la primera aplicación documentada de la baquelita fue en la fabricación de bolas de billar. Inicialmente, las bolas de billar se elaboraban de marfil, pero al intentar crearlas con pulpa de madera resultó un fracaso debido a problemas como de estallido. La baquelita ofreció una solución, ya que era un material sólido y resistente.

Mimeur (2021), explica que el proceso de fabricación de la baquelita implica varias etapas, desde la fundición del material hasta la polimerización bajo calor y moldeo. Los termoestables, como la baquelita, pueden variar en tipología y naturaleza, siendo clasificados según su resistencia mecánica (Sánchez, 2012).

En particular, la baquelita pertenece al grupo de los fenoplásticos, según señala Sánchez Calvo et al. (2017), además de su aplicación en bolas de billar, este material también se emplea en aplicaciones relacionadas con la conducción y transporte de agua. En la Tabla 2, proporciona

una clasificación detallada de los plásticos, considerando sus características y su comportamiento ante condiciones termomecánicas.

Tabla 2

Clasificación y sub-distribución de los plásticos.

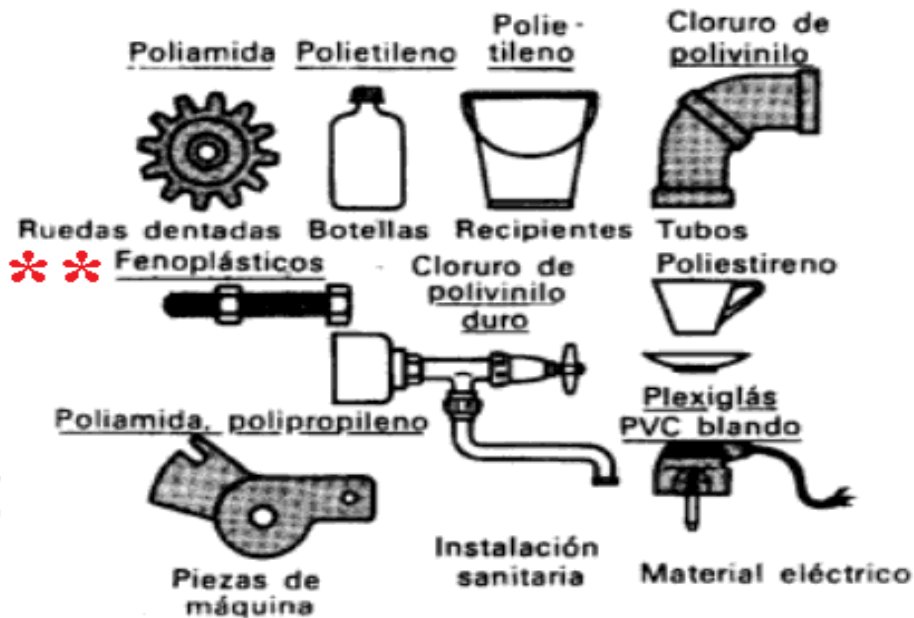
CLASIFICACIÓN	DIVISIÓN
Polímeros Termo-plásticos	Poli-cloruro de vinilo
	Poli-estireno
	Poli-etileno
	Poli-propileno
	Poli-buteno
Polímeros Elastómeros	Látex
Polímeros Termo-estables	Barnices
	Feno-plásticos

Nota: Los termo-estables es la baquelita. **Fuente:** Adaptada de (Figueroa Moreno y Chela Hinojosa, 2021).

Según Mencias (2019), en el campo de los materiales termoestables muestra un futuro prometedor en la fabricación de piezas para vehículos, dado su creciente interés en biomateriales. Los avances tecnológicos en termoestables no solo mejoran la durabilidad y el rendimiento de las piezas, sino que también promueven la sostenibilidad ambiental. La incorporación de biomateriales en la producción de componentes automotrices ofrece una alternativa más ecológica y eficiente, alineándose con las tendencias globales hacia la reducción de la huella de carbono y el uso de recursos renovables. La Figura 4 ilustra las aplicaciones emergentes de estos avances.

Figura 4

Aplicación de los diferentes tipos plásticos.

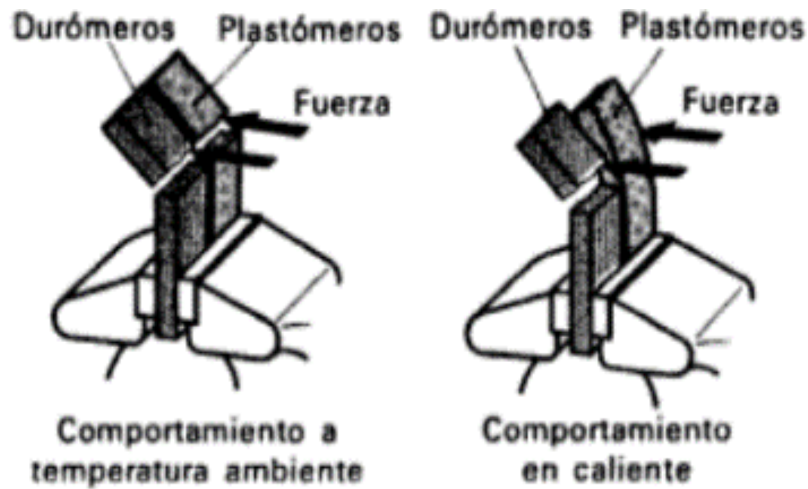


Nota: El fenoplástico, conocido como baquelita, exhibe una notable resistencia mecánica. En la figura se muestra su aplicación en pernos y tuercas. **Fuente:** (Appold et al., 2005).

Los termoestables, a diferencia de los termoplásticos, poseen aplicaciones distintas y carecen de resistencia mecánica, limitándose principalmente al ámbito industrial. Según estudios previos, representan el 80% de todos los plásticos a nivel mundial (Virginie, 2021). Los termoplásticos, por otro lado, están estrechamente relacionados con la temperatura, ya que tienen cadenas moleculares o ramificadas y pueden fundirse con presión y temperatura para adquirir nuevas formas. Sin embargo, su fundición (entre 60 y 120 °C) no los convierte en un material adecuado para piezas mecánicas debido a su baja resistencia (Sánchez Calvo et al., 2017). Los plásticos con características termo endurecibles, a diferencia, mantienen su estructura intacta bajo presión y temperatura, pero es crucial no superar su temperatura de descomposición (Mencias, 2019). La comparación del comportamiento entre termoestables y termoplásticos se ilustra en la Figura 5. Es importante destacar que, a diferencia de los termoplásticos, los termoestables no son reciclables.

Figura 5

Comportamiento de termoestables vs termoplásticos manejando 2 variables.



Fuente: (Appold et al., 2005).

Las propiedades de estos materiales varían tanto en condiciones normales como bajo esfuerzos mecánicos, debido a sus diferencias estructurales. En particular, se destaca la participación de materiales semicristalinos por su rigidez y resistencia (Callister y Rethwisch, 2019).

Según Miravete (2020) las resinas fenólicas son las principales utilizadas en la inyección de moldes de tipo termoestable, incluyendo variedades como melaninas, ureas y poliésteres. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta las características técnicas de estas resinas y se analiza su comportamiento de manera comparativa, centrándose especialmente en las propiedades mecánicas de la baquelita a temperatura ambiente. La baquelita, un tipo de resina fenólica, es conocida por su rigidez, resistencia al calor y propiedades aislantes, lo que la hace ideal para aplicaciones eléctricas y electrónicas. Este análisis comparativo permitirá entender mejor las ventajas y limitaciones de cada tipo de resina, proporcionando una base sólida para seleccionar el material adecuado según la aplicación específica.

Tabla 3*Comportamiento mecánico a temperatura ambiente de los polímeros.*

Tipos de Polímeros	Consistencia	Índice elástico (GPa)	Tracción (MPa)	Fin elástico (MPa)	Dilatación a rotura (%)
Poliétileno (HDPE)	0,91 - 0,932	0,17 0,28	- 8,3 - 31,4	9,0 - 14,5	100 - 60
Poliétileno (LDPE)	0,95 - 0,96	1,06 1,09	- 22,1 - 31,0	26,2 33,1	- 10 - 120
Politetrafluoretileno (PTFE)	2,14 - 2,20	0,40 0,55	- 20,7 - 34,5	13,8 15,2	- 200 - 400
Polipropileno (PP)	0,90 - 0,91	1,14 1,55	- 31 - 41,4	31,0 37,2	- 100 - 600
Poliestireno (PS)	1,04 - 1,05	2,28 3,28	- 35,9 - 51,7	25,0 69,0	- 1,2 - 2,5
Polimetacrilato (PMMA)	1,17 - 1,20	2,24 3,24	- 48,3 - 72,4	53,8 73,1	- 2,0 - 5,5
Fenol-formaldehído [baquelita (FF)]	1,24 - 1,32	2,76 4,83	- 34,5 - 62,1	—	1,5 - 2,0
Nylon 6,6 (PA)	1,13 - 1,15	1,58 3,80	- 75,9 - 94,5	44,8 82,8	- 15 - 300
Poliéster (PET)	1,29 - 1,40	2,8 - 4,1	48,3 - 72,4	59,3	30-300
Policarbonato (PC)	1,20	2,38	62,8 - 72,4	62,1	110-150

Nota: El fenol-formaldehído o baquelita detalla características mecánicas a temperatura ambiente con una resistencia a la tracción de 34,5 a 62,10 MPa. **Fuente:** Adaptada de (Callister y Rethwisch, 2019).

1.2 Métodos de aplicación de acabados textiles.

Desde tiempos antiguos, se ha llevado a cabo experimentación para desarrollar tejidos ininflamables, por ello es importante conocer las características de los tejidos ignífugos tal como se visualiza en la Tabla 4. Para dar un acabado retardante a la llama se emplea una variedad de productos químicos certificados que ayudan a retardar la combustión del sustrato, otorgándole así resistencia al fuego y convirtiéndolo en un textil técnico (Puma, 2019).

Tabla 4

Propiedades del acabado ignífugo.

Acabado	Características
Ignífugos	Con la aplicación de un apresto ignífugo, las fibras inflamables lo serán en un grado menor.

Fuente: adaptada de (Puma, 2019).

El proceso de realizar un acabado textil implica conferirle características específicas al tejido según su ámbito de aplicación, empleando compuestos químicos desarrollados para este fin. Estos compuestos pueden proporcionar propiedades como repelencia a las manchas, resistencia térmica, ignífuga, entre otras (Villadiego et al., 2021).

Según Ferro (2020), el objetivo principal de este proceso es mitigar o reducir accidentes ocasionados por el fuego, chispas o incandescencia, mejorando así las propiedades ignífugas del textil. Además, el acabado textil ofrece una amplia variedad de propósitos, incluyendo la mejora estética del tejido, la provisión de características especiales y la creación de tejidos técnicos, como aquellos que resisten al fuego (Morales, 2015). En la Para asegura un proceso efectivo, es necesario considerar el método adecuado, teniendo en cuenta diversos factores, entre ellos se encuentra la naturaleza del tejido (debido a sus propiedades intrínsecas de la fibra o mezclas), el tipo de exposición al fuego (las condiciones pueden ser directas o indirectas), la durabilidad del acabado (acabados permanentes, semi permanentes) y los costos involucrados para cumplir con estándares de seguridad de tejidos retardantes a la llama, es más, El realizar un acabado textil son

tratamientos químicos aplicando productos retardantes que ayudan a reducir la inflamabilidad y cumplir con normas de seguridad, recalcando que la elección del método a utilizar depende tanto del sustrato textil como a sus a que área va hacer utilizada para brindar el nivel de protección requerido.

Tabla 5, se detallan los tipos de métodos utilizados para aplicar un acabado ignífugo al textil.

Para asegura un proceso efectivo, es necesario considerar el método adecuado, teniendo en cuenta diversos factores, entre ellos se encuentra la naturaleza del tejido (debido a sus propiedades intrínsecas de la fibra o mezclas), el tipo de exposición al fuego (las condiciones pueden ser directas o indirectas), la durabilidad del acabado (acabados permanentes, semi permanentes) y los costos involucrados para cumplir con estándares de seguridad de tejidos retardantes a la llama, es más, El realizar un acabado textil son tratamientos químicos aplicando productos retardantes que ayudan a reducir la inflamabilidad y cumplir con normas de seguridad, recalcando que la elección del método a utilizar depende tanto del sustrato textil como a sus a que área va hacer utilizada para brindar el nivel de protección requerido.

Tabla 5

Métodos de aplicación para dar un acabado ignífugo.

Método de acabado	Descripción
Inmersión	Pasar un tejido o no tejido a través de un baño ignífugo, lo que le confiere las propiedades ignífugas.
Por fibras o hilados FR	Uso de fibras cuyos monómeros se les ha adherido, formando parte de la cadena de formación de dicho monómero sustancias tales como el cloro o bromo, consiguiendo un efecto ignífugo permanente
Por recubrimiento	Adhesión de una lámina ignífuga a un soporte tejido o no

tejido que le proporciona unas características ignífugas. El único inconveniente es que, por lo general, suele ser bastante rígida.

Por espuma o baking fluido aplicado Aplicación por medio de rasqueta o cilindro, de un producto ignífugas, que forma una barrera ignífuga. Suele ser menos rígido que la laminación, por lo tanto, más empleado, sobre todo en tapicerías.

Nota: En esta investigación, se propone emplear el método de recubrimiento con baquelita como materia prima, debido a sus propiedades de resistencia a altas temperaturas. **Fuente:** Adaptada de (Puma, 2019).

Entre las características especiales que se busca conferir, destaca su capacidad para reducir el nivel de ignición del textil. Según Ferro (2020), esto es fundamental, ya que un tejido con alta capacidad de ignición representa un riesgo considerable para el usuario, especialmente en situaciones de exposición al fuego, propagación de la llama y generación de calor. Es fundamental que, en caso de combustión, el tejido no emita gases tóxicos. Además, para obtener la certificación, el material debe tener propiedades retardar al fuego (Puma, 2019).

Quelal (2019), menciona la utilización de productos para lograr la retardación al fuego. El interés por los tejidos ignífugos tiene su origen en 1820, cuando Gay Lussac descubrió que las sales con bajo punto de fusión eran efectivas para aplicar como recubrimiento, mejorando así la resistencia a la inflamabilidad y aumentando la seguridad, dado que un tejido sin tratar representa un riesgo eventual. Además, la preparación del tejido depende del método de acabado a aplicar, que puede ser húmedo, seco o mojado (Morales, 2015).

Por otro lado, según Ferro (2020), el tratamiento ignífugo del tejido puede reducir la velocidad de liberación del calor, así como el tiempo de ignición y la facilidad para arder, lo que a su vez reduce la generación de gases tóxicos. Además del acabado ignífugo, es importante que las

costuras del tejido utilicen hilos ignífugos y reforzar adecuadamente las zonas propensas al desgarró durante la confección (Chicaiza, 2022). En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, muestra un ejemplo de un overol con acabado ignífugo.

Figura 6

Características de overol ignífugo.



Fuente: (Chicaiza, 2022).

Un overol ignífugo es una prenda esencial para la protección de trabajadores en entornos de alto riesgo. Sus propiedades de resistencia al fuego, retardación de llamas, capacidad autoextinguible y generación reducida de gases tóxicos hacen que esta prenda sean una elección segura y confiable.

Quelal (2019), describe los materiales utilizados en la aplicación de acabados ignífugos, resaltando que el uso de sales para este propósito ofrece la ventaja de generar vapores no inflamables. Por otro lado, Ferro (2020) indica que en la investigación para desarrollar fibras ignífugas para la industria textil se emplean minerales inorgánicos como las fibras de vidrio. En el pasado, se empleaban materiales que contengan asbesto, pero este material ha sido descartado en la industria debido a su carácter cancerígeno para el ser humano. Además, se considera el uso de materiales metálicos en la fabricación de ropa ignífuga.

Morales (2015), señala que la elección del método de acabado debe ajustarse al tipo de fibra utilizada, ya que esto influye de manera significativa en las propiedades estructurales e higroscópicas del material. Esta consideración es fundamental para alcanzar el efecto deseado y para planificar el uso adecuado de maquinaria y equipos durante el procesamiento del tejido.

Es fundamental garantizar que el acabado ignífugo no genere vapores tóxicos, según Chicaiza (2022), prevenir la combustión del tejido es fundamental evitar la emisión de gases dañinos al usuario y para garantizar su capacidad de autoextinguirse en caso de fuego, lo que reduciría significativamente el riesgo de quemaduras mayores.

Según Puma (2019), la aplicación de este tipo de acabados no se limita al campo industrial de los textiles técnicos, ya que actualmente se utilizan en cortinas y tapicerías con retardantes de llama. La aplicación de acabados ignífugos en textiles es una medida preventiva que mejora significativamente la seguridad y funcionalidad de los materiales utilizados en varias aplicaciones.

Estos textiles reciben diferentes denominaciones, como "anti-flama" o llamados tejidos ignífugos, cuentan con propiedades que evitan la propagación del fuego, la combustión puede autoextinguirse, protegen al usuario de la ignición y reducen el riesgo de quemaduras o lesiones y minimizan vapores tóxicos. Estas cualidades mejoran la seguridad en áreas de alto riesgo (Chicaiza, 2022).

La investigación y el desarrollo continuo en los acabados textiles llevan a la creación de tratamientos más eficaces y sostenibles, que no solo cumplen con las normativas de seguridad, sino que logran reducir el impacto ambiental.

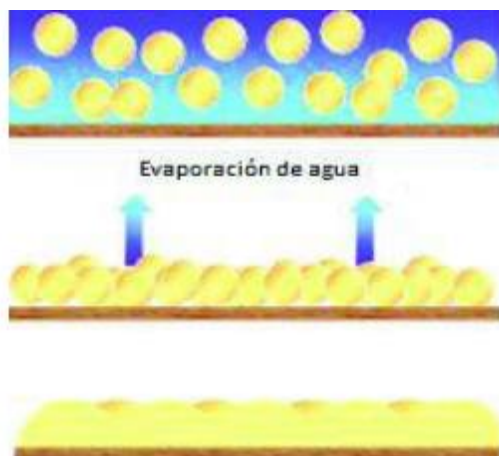
1.3 Ligante

Durante el proceso de acabado textil, una de las dificultades encontradas es la adecuada adherencia de las partículas de material al sustrato textil. Para resolver este problema, se emplea un ligante textil, el cual facilita una reacción estructural, cuya incorporación se debe realizar de

forma correcta, como se muestra en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** Según Jaguaco (2018) los ligantes utilizados en este proceso son polímeros de adición.

Figura 7

Incorporación del ligante al material textil.



Fuente: (Jaguaco, 2018).

Se utilizan diferentes tipos de materiales con ligante debido a sus propiedades particulares y beneficios asociados. Por ejemplo, se ha observado que este tipo de ligante contiene un 46% de sólidos. Además, según Puma (2019), en un proceso de acabado por recubrimiento que utiliza típicamente un 20% de ligante como referencia, mientras que en un acabado por agotamiento se emplea alrededor del 5%."

En la Tabla 6, detalla las características de los productos de acabado ignífugo. Según una investigación realizada por SENAI-SP (2015), señala que la reacción de un ligante puede variar significativamente entre diferentes tipos, por lo que es necesario comprender cómo realizar las mezclas de manera adecuada. Es fundamental distinguir si un ligante es iónico o no iónico, dado que esto influirá en la homogeneidad de las mezclas y ayudará a evitar desperdicios innecesarios.

Tabla 6

Características de productos químicos.

Producto	Aplicación	Ionogenicidad	Apariencia	Solubilidad	Nombre comercial
Espesante	Empaste sintético de alta concentración desarrollado para los procesos de estampación textil.	Aniónico pH 8.0-9,0	Líquido viscoso de color blanco.	Dispersión de un copolímero acrílico en aceites minerales puros	Espesante Appliclear PC
Humectante	Humectante universal con un tiempo de 1 año bajo condiciones indicadas	No iónico	Líquido incoloro claro a base de éter aquilpoliglicólico para evitar polimerización de la mezcla antes de tiempo.	Soluble en agua fría	Perenin gns/
Resina emulsión vinil-acrítica	Resina sintética para formar una mezcla homogénea y dar cuerpo a toda clase de telas.	No iónicas	Líquido blanco de alta viscosidad.	Fácilmente soluble en agua fría o caliente, Almacenaje indefinido.	Apresto CW
Ligante	Ligante especialmente indicado para la estampación sobre tejidos de algodón, mezclas con poliéster, y viscosa.	Aniónico pH 5,0-7,5	Dispersión acuosa de un copolímero a base de esteres acrílicos/vinílicos.	-	Ligante Applicryl VAT- 40

Fuente: Adaptada de (Chicaiza, 2022).

Por otro lado, según Puma (2019), es importante considerar la compatibilidad de productos, ya que no todos son necesariamente compatibles entre sí. En su investigación, Puma utilizó productos de naturaleza no iónica, como la resina y el humectante, mientras que el espesante y el ligante fueron de naturaleza iónica, observando la formación de la pasta madre a diversas concentraciones.

En la industria textil y en otros sectores laborales, se emplea el ligante en diversas concentraciones, adaptándose al tipo específico de acabado que se busca lograr. El ligante une permanentemente el sustrato textil, ya sea mediante diferentes métodos o procesos para el acabado textil (Cacuango, 2019).

1.4 Marco Legal.

1.4.1 Constitución de la República del Ecuador.

Según la Constitución De La República Del Ecuador (2015) “Son deberes primordiales del Estado: Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social” (Art. 3).

1.4.2 Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios.

El Reglamento De Prevención (2009) afirma: “construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas (...) industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro” (Art. 1).

Además, el Reglamento De Prevención (2009) menciona: “Deben construirse con materiales retardantes al fuego o tratados con procesos ignífugos con un RF-120 mínimo, en cualquier estructura (...) y recubrimientos” (Art. 7).

1.4.3 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo.

El Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajado (2017) sostiene: “se considerarán en todos los trabajos en los que exista exposición al riesgo específico, debiendo comprobarse la presencia y acción del factor respectivo (...) relación causa-efecto” (Art. 10).

El Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajado (2017) afirma: “Accidentes de Trabajo. - (...) es todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa consecuencia o con ocasión del trabajo (...) lesión corporal o perturbación funcional (...) o la muerte inmediata o posterior” (Art.11).

El Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajado (2017) afirma: “accidentes de trabajo: a) El que se produjere en el lugar de trabajo, o fuera de él, con ocasión o como consecuencia de este, o por el desempeño de las actividades (...) el afiliado sin relación de dependencia o autónomo” (Art,12).

1.5 Marco Conceptual.

1.5.1 Acabado ignífugo.

En la investigación de Quelal (2019) destaca que, aplicar un apresto con propiedades ignífugas durante el proceso de acabado textil contribuye a reducir la ignición del tejido frente al fuego, lo que provoca una mayor retardación de la llama.

Por otro lado, Puma (2019) señala que, los textiles tratados con productos químicos o sustancias de origen natural para conferirles propiedades ignífugas logran retardar la combustión del tejido cuando está expuesto a la llama.

1.5.2 Aplicaciones del acabado ignífugo.

Puma (2019) señala que los acabados retardantes a la llama se aplican en una diversidad de productos, incluyendo paredes, vehículos automotores, toldos, ropa de cama, cortinas, y en entornos industriales y petroleros. Dada la complejidad y diversidad de las variables involucradas, el desarrollar tejidos con propiedades ignífugas representa un desafío considerable en la industria textil.

Además, Morales (2015) destaca que el proceso de acabado textil tiene múltiples propósitos, como mejorar la estética del tejido, proporcionar características especiales y desarrollar tejidos técnicos con capacidades específicas, como la resistencia al fuego.

1.5.3 Ligante de uso textil.

El uso de insumos y auxiliares en el proceso de acabado textil es fundamental para proporcionar o mejorar las propiedades del tejido. Según Jaguaco (2018), el ligante juega un papel importante en este proceso, ya que facilita la adherencia entre la tela y las partículas del acabado. Subraya la importancia de realizar un pretratamiento en el tejido para asegurar la afinidad del producto y obtener los resultados deseados, sin este pretratamiento, las características buscadas del ligante no se lograrán en el tejido. En la industria de los acabados textiles, el ligante textil desempeña una función importante, especialmente en procesos que buscan mejorar las propiedades funcionales como la resistencia a las llamas, la repelencia al agua o la resistencia a las manchas. Esencialmente, el ligante actúa como un adhesivo que une partículas de acabado como pigmentos, o agentes ignífugos, a las fibras del tejido

1.5.4 Método recubrimiento (textil).

El método de recubrimiento es una técnica empleada para aplicar una capa de material sobre la superficie de un sustrato, con el fin de proporcionar ciertas propiedades específicas (mejoras funcionales) o mejorar sus características existentes (Puma, 2019).

1.5.4.1 Ventajas del método de recubrimiento

- Se puede aplicar a muchos tejidos y permite el uso de diferentes materiales de recubrimiento según las necesidades del producto final.
- El proceso de recubrimiento permite un control preciso de la cantidad y uniformidad del material aplicado, asegurando una calidad constante en el producto final.
- El recubrimiento puede conferir al tejido propiedades específicas como impermeabilidad, retardación al fuego, resistencia a productos químicos y durabilidad mejorada.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La metodología de gestión de proyectos tiene, la función de planificar, elaborar y monitorear de manera encaminada para sistematizar el avance del proyecto.

2.1 Enfoque de la investigación

2.1.1 Enfoque cuantitativo

La investigación cuantitativa, también conocida como investigación científica o investigación positiva, se centra en la experimentación del campo de estudio, mediante esta generar explicación acerca del objetivo planteado (Maldonado, 2018).

Tiberius (2020) menciona que, la parte investigativa está inmersa: el investigador y el campo, el cual se va a tratar teniendo como núcleo la base numérica, con el análisis de datos, permitiendo alcanzar el objetivo planteado de la investigación, utilizando la experimentación y observación de fuentes científicas. La investigación Cuantitativa se centra en los pasos a seguir de la ciencia investigativa y con esto lograr alcanzar la verdad, o lo que no se conocía en la parte investigativa, para el proyecto planteado tiene el enfoque cuantitativo, ya que, la información que se desea conseguir mediante variables numéricas permitirá el desarrollo del avance del proyecto.

2.2 Método de investigación

La investigación científica aplica diferentes métodos, encontrándose preguntas e interrogantes planteadas de la investigación.

2.2.1 Método deductivo

Zarzar (2015) afirma, que el investigador debe establecer un sistema y conseguir conclusiones verdaderas y claras para dar a conocer el contexto con argumentos, esto permitirá focalizarse y centrarse en la investigación. La investigación como método deductivo utiliza el

razonamiento, para inferir las conclusiones, basándose en premisas (Maldonado, 2018). El proyecto utilizará el método deductivo, permitiendo la valoración de conclusiones acertadas.

2.2.2 Método inductivo

Sánchez (2012) sostiene que el método inductivo es la búsqueda de nuevas guías para manifestar el porqué de su comportamiento, ya que se analizará sistemáticamente basado en estudios previos, manteniendo la veracidad en dicha investigación.

El método inductivo permite la recolección de datos y observar que tendencia existe, identificando a que tipos de patrones van encaminados el cuerpo de la investigación desde lo particular hacia lo general (Tiberius, 2020).

2.3 Técnicas de investigación

2.3.1 Observación

Según Maldonado (2018) el método de observación involucra la recopilación de información con datos obtenidos mediante la observación directa y así busca tener una base de datos facilitando en el área del laboratorio los registros que se analizarán.

La investigación por observación directa se realiza a través del investigador y la investigación indirecta se realiza por medios electrónicos para la recopilación de datos numéricos. El procedimiento se lo puede realizar en el campo o en el laboratorio, para alcanzar el objetivo de investigación (Sánchez, 2012). Se utilizará la técnica investigativa de observación, permitirá la recolección y tabulación de datos para la investigación.

2.3.2 Experimentación

Según Maldonado (2018), La experimentación implica trabajar con variables que permite observar lo que sucede con las variables independientes, consiguiendo la eficiencia y la eficacia en la resolución de la investigación. En el proyecto de investigación se aplicará la técnica de experimentación, porque permite trabajar con variables y observar su comportamiento, proporcionando resultados que sirven de información para el análisis de resultados.

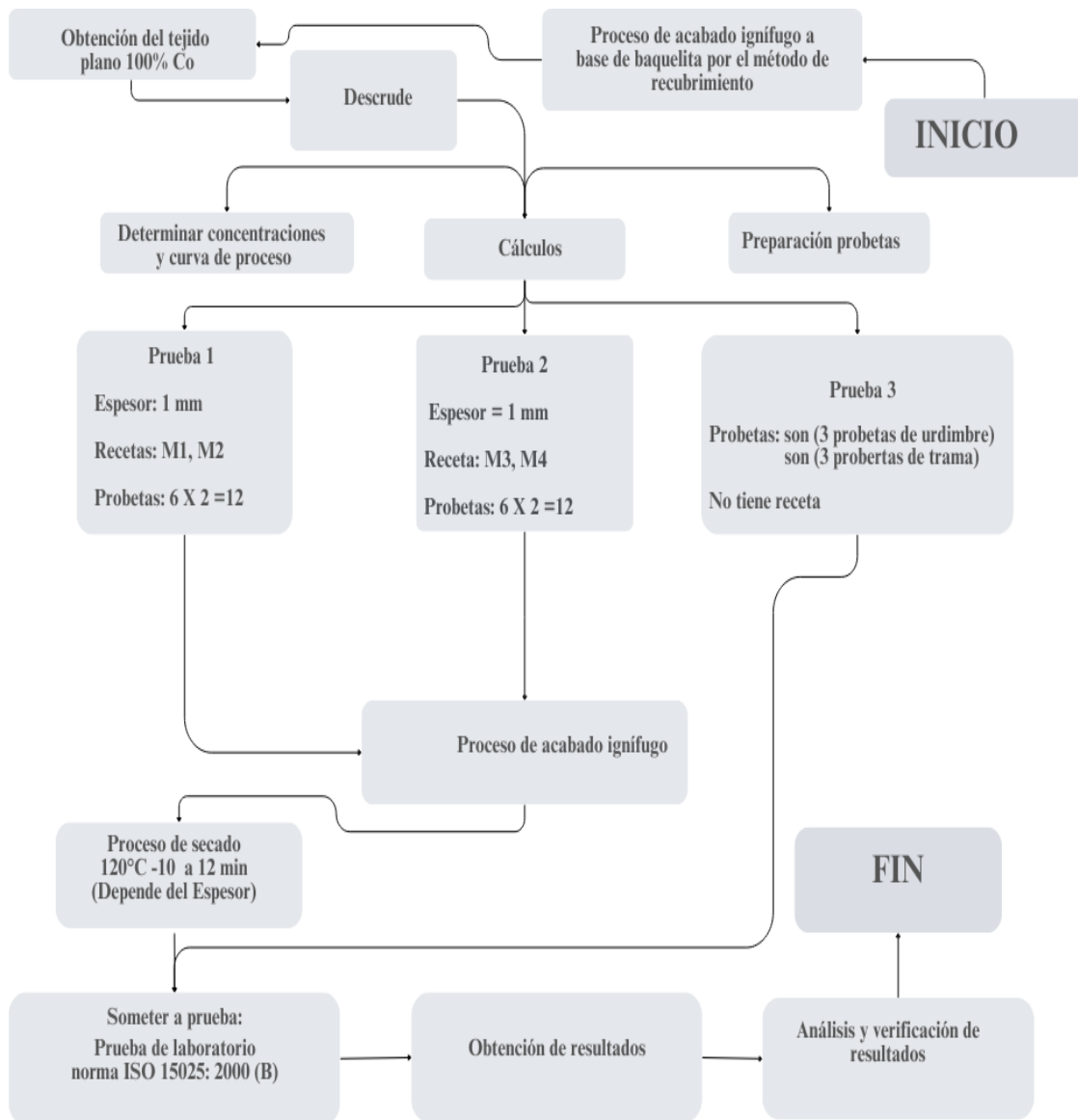
2.4 Flujogramas

2.4.1 Flujograma general.

La Figura 8, presenta de manera global el flujograma, planificando los procesos a desarrollar, los materiales funcionales empleados y el equipo necesario.

Figura 8

Diagrama general



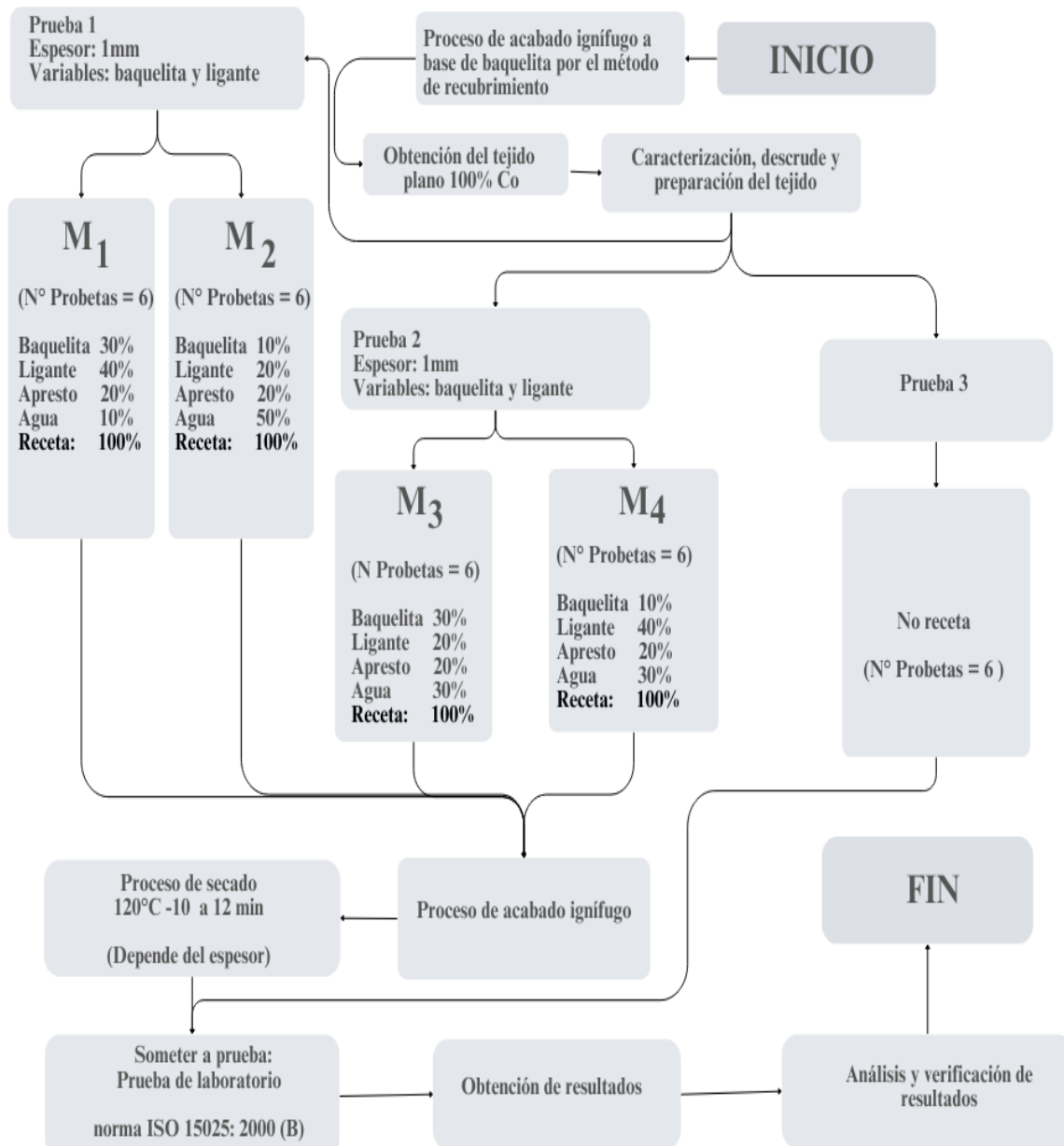
Fuente: Propia

2.4.2 Flujograma muestral.

La Figura 9 muestra el diagrama que ilustra el flujo de procesos paso a paso, complementando la parte experimental.

Figura 9

Flujograma muestral




Fuente: Propia

2.5 Caracterización del tejido

La Tabla 7 describe la caracterización del tejido, incluyendo su composición, lo cual permite el análisis de su comportamiento.

Tabla 7

Caracterización del tejido

Nombre comercial:	Lienzo	Muestra:
Ligamento:	Tafetán Simple	
Composición:	100% Co	
Número de hilos:	(250) U*(250) T	
Gramaje:	2 g/cm ²	
Ancho del tejido:	1,9 m	
Ligamento:		





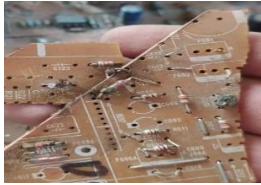


	X
X	

Nota: Co= algodón, U= hilos de urdimbre y la letra T = hilos de trama.

2.6 Materiales y equipos

En la Tabla 8, se detalla los materiales y auxiliares seleccionados según el tema de investigación, bajo condiciones óptimas y utilizando equipos normalizados por patentes para asegurar la solidez y reproducibilidad de los resultados.

Tabla 8*Materiales e instrumentos.*

Materiales/instrumentos	Descripción	Figura
Balanza analítica	Se utilizar para pesar los materiales y auxiliares	
Pipitas	Permite succionar las sustancias.	
Vasos de precipitación	De varios volúmenes	
Agitador	Permite agitar la solución	
Acabado textil ignífugo		
Baquelita (granulado)	Plástico termoestable	
Ligante (Novaprint FSH)	Para adherir la baquelita al sustrato textil.	
Apresto (Texbond APL)	Se utiliza para dar cuerpo al sustrato textil.	

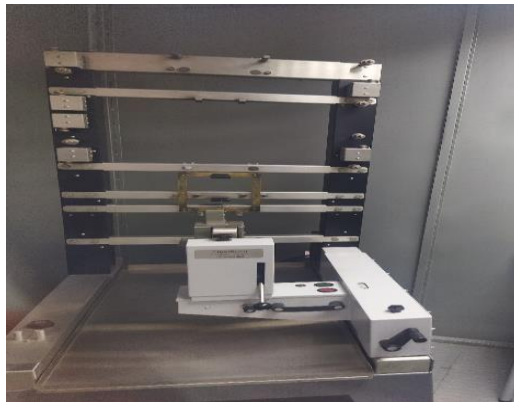
Nota: Los instrumentos del laboratorio se utilizarán de varios volúmenes.

2.6.1 FlexiBurn (Ensayo de inflamabilidad)

En la Figura 10, se muestra el equipo flexiburn utilizado para las pruebas de inflamabilidad vertical, centrándose en la focalización de la llama. Este equipo utiliza el software insignia TestWise (James Heal, 2024a)

Figura 10

Equipo Flexiburn.



Nota: Flexiburn de la Carrera de Textiles.

Para que exista fuego, el textil cumple como fuente ignición en cualquier circunstancia, por lo cual, se amplió su campo en espectro, para métodos de pruebas basadas en la inflamabilidad (James Heal, 2024a). En la Figura 11, se visualiza como se combustiona en condiciones controladas utilizando el equipo Flexiburn.

Figura 11

Prueba de inflamabilidad en un textil.



Fuente: (James Heal, 2024a)

El análisis de ignición en textiles, detallado en la Tabla 9, se lleva a cabo para evaluar y mejorar la seguridad de los productos, permitiendo la implementación de medidas preventivas adecuadas, hoy en día, las pruebas de ignición se realizan en diversos productos como: cortinas, ropa de dormir, juguetes y telas técnicas, observando los tipos de ensayos.

Tabla 9

Utilidad de pruebas de Inflamabilidad en el equipo Flexiburn

Pruebas	Aprobado
De inflamabilidad en textiles	X
Efectivas (control de calidad)	X
De investigación o pruebas de certificación	X

Fuente: Adaptada de (James Heal, 2024a).

La importancia de valorar los métodos de inflamabilidad, procediendo según las normas BS, EN, ISO; permite observar y evaluar el fenómeno antes, durante y después (James Heal, 2024b).

2.6.2 Túnel de secado

El túnel de secado, como se observa en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, es un equipo diseñado para eliminar la humedad de los tejidos. Este equipo está equipado con una banda sin fin cuya velocidad varía 0 a 15 m/min, y puede aplicar calor de 0 a 300°C. Esta máquina funciona con una alimentación de 220V.

Figura 12

Máquina: túnel de secado.



2.7 Normas de referencia

NORMA ISO 15025: 2000, norma de protección, protección contra el calor y las llamas, método de prueba para la propagación limitada de la llama. Procedimiento B: ignición en el borde. Utilizada para los ensayos al fuego en el equipo Flexiburn (UNE, 2024).

2.8 Procedimiento del acabado con baquelita

Se describe de manera progresiva los pasos necesarios para desarrollar y concluir un proceso de acabado utilizando baquelita.

2.8.1 Obtención de la baquelita

La obtención de la baquelita a partir de dispositivos electrónicos se lleva a cabo mediante los siguientes procesos:

- **Recolección y clasificación:** se recolectan materiales de diversas fuentes y se clasifican. Ver Figura 1.
- **Desmontaje:** Los componentes de plástico, metal y fibra de vidrio se separan manualmente para obtener la baquelita.

- Trituración y molienda: Las piezas de baquelitas se trituran en pequeñas partículas para facilitar el procesamiento, luego se muelen hasta obtener un polvo fino.
- Tamizado: El material se separa para eliminar componentes metálicos, utilizando separación magnética, obteniendo así la baquelita libre de impurezas. Observar Figura 13, para ver el proceso.

Figura 13

Obtención de la baquelita artesanalmente.



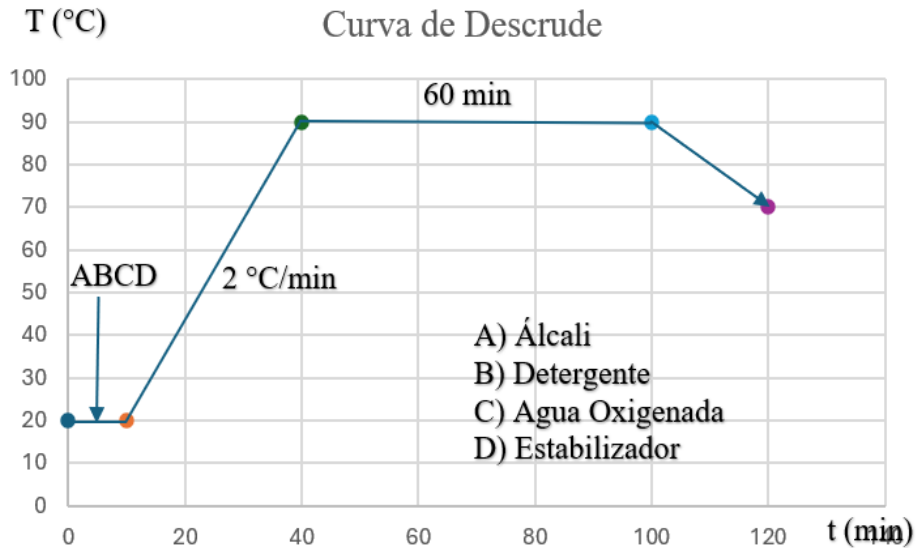
Nota: (A) = Desmontaje, (B, C, D) = Trituración, (E, F) = Tamizado.

2.8.2 Pretratamiento del tejido

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, se muestra el proceso de pretratamiento del tejido, que consiste en eliminar las impurezas naturales y químicas, mejorando así la capacidad de hidrofiliidad del tejido.

Figura 14

Curva utilizada para el pre-tratamiento del algodón



Nota: Etapas del proceso de descruce: preparación del material, tratamiento alcalino, lavado, blanqueo, enjagüe y neutralizado. En la Tabla 10, se visualiza la hoja de consumo.

Tabla 10

Hoja de consumo del descruce.

Peso:	1.638 (Kg)	Material:	100% algodón	
R:B:	1:15	Volumen:	24.5 (L)	
	Productos:	g/L	Cantidad (g)	
	Álcali (ATP HSP)	4	98.14	
	Detergente	2	49.14	
	Agua oxigenada (50 vol.)	4	98.28	
	Estabilizador (Estabilizer A)	2	49.14	

Nota: Especifica las cantidades de productos utilizadas en el pretratamiento o descruce.

2.8.3 Preparación de probetas para el equipo Flexiburn

Según la norma ISO 15025:2000 B, para las pruebas al fuego se requiere 6 probetas con dimensiones específicas de 200mm x 160mm, distribuidas en 3 probetas en dirección de urdimbre y 3 en dirección trama (UNE, 2024).

2.8.4 Variables y formulación de la receta

En esta investigación considera diferentes concentraciones detalladas en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** Para llevar a cabo el proyecto investigativo, se utilizaron concentraciones: 30% y 10%, por lo tanto, se propone desarrollar el tratamiento a base de baquelita manteniendo los mismos estándares (Barrera, 2023).

Tabla 11

Formulaciones de recetas para el proyecto.

	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
Auxiliares:	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
	(6 probetas)	(6 probetas)	(6 probetas)	(6 probetas)
	(%)	(%)	(%)	(%)
Baquelita	30	10	30	10
Ligante	40	20	20	40
Apresto	20	20	20	20
Agua	10	50	30	30
Receta:	100	100	100	100

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Resultados

3.1.1 Parámetros de análisis del tejido después de la exposición al fuego según la norma ISO 15025:2000 B

Los resultados son analizados según la norma ISO 15025:2000, procedimiento en (B), el cual se centra en la ignición en el borde. Esta prueba consiste en aplicar la llama durante 10 segundos, con una longitud de flama de 45 mm, el mechero formará un ángulo de 30° respecto a la vertical. La información registrada incluye:

- a) Si la llama alcanza el borde superior o cualquier borde de la muestra.
- b) Tiempo de post combustión.
- c) Tiempo de post incandescencia.
- d) Si la post incandescencia se extiende más allá del área inflamada.
- e) Desprendimiento de residuos.
- f) Si los residuos inflaman el papel filtro
- g) Longitud máxima dañada (UNE, 2024).

3.1.2 Condiciones para análisis de resultados

En la Tabla 12, se presenta los parámetros utilizados, que sirvieron para evaluar la resistencia al fuego de materiales textiles según la norma ISO 15025: 2000 B. Estos parámetros fueron fundamentales en la determinación de que material posee características ignífugas, según los resultados obtenidos en pruebas específicas.

Tabla 12*Términos para analizar los resultados.*

	Parámetro	Unidades	Término
Tiempo	Post combustión	seg.	Sí el valor es bajo = tiene características ignífugas.
			Sí el valor es alto = tiene características no ignífugas.
Longitud	Dañada	Mm	Sí el valor es bajo = tiene características ignífugas.
			Sí el valor es alto = tiene características no ignífugas.

3.1.3 Resultado de análisis del recubrimiento

El presente estudio se centró en analizar los tiempos de post combustión y post incandescencia al aplicar un acabado textil a base de baquelita mediante el método de recubrimiento. El objetivo planteado fue aprovechar las cualidades de un plástico termoestable, conocido por su alta resistencia a la ignición. La evaluación se realizó conforme a los parámetros establecidos en la norma ISO 15025: 2000 B.

3.1.4 Resultados de la muestra M₀, post (combustión-incandescencia)

3.1.4.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre

En la Tabla 13, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₀, donde se observa un tiempo promedio de post combustión de 68 segundos y un tiempo de post incandescente de 52,33 segundos. Estos tiempos indican que durante el proceso de prueba el tejido se quemó completamente, dejando residuos carbonizados.

3.1.4.2 Post combustión- post incandescencia trama

En la Tabla 13, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₀, se observa un tiempo promedio de post combustión de 69 segundos y un tiempo de post incandescente de 51

segundos. Durante la prueba de combustión, no se observó goteo del material y se generaron residuos carbonizados.

Tabla 13

Resultados M₀, sin acabado textil ensayo ISO 15025:2000 B.

Tejido	(M ₀)	de								
		Tiempo exposición seg.	A B. Superior S/N	B Post Com. seg.	C Post Inc. seg.	D Extiende Post Inc. S/N	E Residuos S/N	F Residuos Inflaman S/N	G Longitud Máxima mm	
Urdimbre	1	10	S	68	51	S	S	N	200	
	2	10	S	68	55	S	S	N	200	
	3	10	S	68	51	S	S	N	200	
	Media aritmética			68	52,33				200	
Trama	1	10	S	68	51	S	S	N	200	
	2	10	S	71	51	S	S	N	200	
	3	10	S	68	51	S	S	N	200	
	Media aritmética			69	51				200	

Nota: Las probetas se combustiona totalmente, y no presenta residuos que se inflamen o goteen al combustionar, por ser una muestra 100% algodón.

3.1.5 Resultados de la muestra M₁ el post (combustión-incandescencia)

3.1.5.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre

En la Tabla 14, se presentan los resultados correspondientes a la M₁, Se registró un tiempo promedio de post combustión de 4 segundos y un tiempo de post incandescencia de 117 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 22,34mm, lo que representa un daño del 11,17% en dirección del hilo urdimbre.

3.1.5.2 Post combustión- post incandescencia trama

En la Tabla 14, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₁. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 3 segundos y un tiempo de post incandescencia de 68 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 12,03 mm, lo que representa un daño del 6,02% en la dirección del hilo de trama.

Tabla 14

Resultado M₁, baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10% ensayo ISO 15025:2000 B.

Tejido	(M ₁)	de	A	B	C	D	E	F	G
		Tiempo exposición seg.	B. Superior S/N	Post Com. seg.	Post Inc. seg.	Extiende Post Inc. S/N	Residuos S/N	Residuos Inflaman S/N	Longitud Máxima mm
Urdimbre	1	10	N	0	0	S	S	N	4,79
	2	10	N	11	273	S	S	N	50,00
	3	10	N	2	78	S	S	N	12,25
	Media aritmética			4	117				22,34
Trama	1	10	N	7	139	S	S	N	26,20
	2	10	N	0	1	S	N	N	0,00
	3	10	N	2	64	S	S	N	9,88
	Media aritmética			3	68				12,03

3.1.6 Resultados de la muestra M₂ el post (combustión-incandescencia)

3.1.6.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre

En la Tabla 15, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₂. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 59 segundos y un tiempo de post incandescencia de 191

segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 157,86 mm, lo que representa un daño del 78,93% en la dirección del hilo de urdimbre.

3.1.6.2 Post combustión- post incandescencia trama

En la Tabla 15, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₂. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 94 segundos y un tiempo de post incandescencia de 217 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 123,40 mm, lo que representa un daño del 61,7% en la dirección del hilo de trama.

Tabla 15

Resultado M₂, baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, agua 50% ensayo ISO 15025:2000 B.

Tejido	de (M ₂)	tiempo exposición seg.	A	B	C	D	E	F	G
			B. Superior S/N	Post Com. seg.	Post Inc. seg.	Extiende Post Inc. S/N	Residuos S/N	Residuos Inflaman S/N	Longitud Máxima Mm
Urdimbre	1	10	S	57	289	S	S	N	185,86
	2	10	S	105	214	S	S	N	187,27
	3	10	N	14	71	S	S	N	100,47
	Media aritmética			59	191				157,86
Trama	1	10	N	18	173	S	S	N	97,35
	2	10	S	70	314	S	S	N	180,13
	3	10	N	17	163	S	S	N	92,73
	Media aritmética			94	217				123,40

3.1.7 Resultados de la muestra M₃ el post (combustión-incandescencia)

3.1.7.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre

En la Tabla 16, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₃. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 2,33 segundos y un tiempo de post incandescencia de

224,33 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 23,96 mm, lo que representa un daño del 11,98% en la dirección del hilo de urdimbre.

3.1.7.2 Post combustión- post incandescencia trama

En la Tabla 16, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₃. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 3,66 segundos y un tiempo de post incandescencia de 347,33 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 50,03 mm, lo que representa un daño del 25,02% en la dirección del hilo de trama.

Tabla 16

Resultado M₃, baquelita 30%, ligante 20 %, apresto 20 % y agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B.

Tejido	(M ₃)	Tiempo de exposición seg.	A	B	C	D	E	F	G
			B. Superior S/N	Post Com. seg.	Post Inc. seg.	Extiende Post Inc. S/N	Residuos S/N	Residuos Inflaman S/N	Longitud Máxima Mm
Urdimbre	1	10	N	3	239	S	S	N	27,38
	2	10	N	3	179	S	S	N	16,34
	3	10	N	1	255	S	S	N	28,18
	Media aritmética				2,33	224,33			
Trama	1	10	N	6	392	S	S	N	61,19
	2	10	N	3	246	S	S	N	48,11
	3	10	N	2	404	S	S	N	40,79
	Media aritmética				3,66	347,33			

3.1.8 Resultados de la muestra M₄ el post (combustión-incandescencia)

3.1.8.1 Post combustión- post incandescencia urdimbre:

En la Tabla 17, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₄. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 27,66 segundos y un tiempo de post incandescencia

de 240,33 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 73,87 mm, lo que representa un daño del 36,94% en la dirección del hilo de urdimbre.

3.1.8.2 Post combustión- post incandescencia trama:

En la Tabla 17, se presentan los resultados correspondientes a la muestra M₄. Se registró un tiempo promedio de post combustión de 14 segundos y un tiempo de post incandescencia de 201 segundos. Además, se observó una longitud máxima dañada de 55,36 mm, lo que representa un daño del 27,68% en la dirección del hilo de trama.

Tabla 17

Resultado M₄, baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B.

Tejido	de (M ₄)	de Tiempo exposición seg.	A	B	C	D	E	F	G
			B. Superior S/N	Post Com. seg.	Post Inc. seg.	Extiende Post Inc. S/N	Residuos S/N	Residuos Inflaman S/N	Longitud Máxima Mm
Urdimbre	1	10	N	22	193	S	S	N	67,39
	2	10	N	31	307	S	S	N	87,28
	3	10	N	30	221	S	S	N	66,94
	Media aritmética			27,66	240,33				73,87
Trama	1	10	N	15	172	S	S	N	73,24
	2	10	N	13	236	S	S	N	49,10
	3	10	N	14	195	S	S	N	43,76
	Media aritmética			14	201				55,36

3.1.9 Resultados del ensayo al fuego según la norma ISO 15025:2000 B

En la Tabla 18, se describe el comportamiento de la longitud de llama de incandescencia para las muestras M₁, M₂, M₃ y M₄.

Los resultados se indican que la muestra M₂ (baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, 50% agua), mostró una combustión mostró una combustión fácil y significativamente dañina, con un tiempo de post combustión de 59 segundos y un tiempo de post incandescencia de 191 segundos. Presentó una longitud máxima dañada de 157,86 mm, lo que representa daños del 78,93% en la dirección del hilo de urdimbre.





La segunda muestra más afectada fue la M₄ (baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30%, ensayo ISO 15025:2000 B), con un tiempo de post combustión de 27,66 segundos y un tiempo de post incandescencia de 240,33 segundos. La longitud máxima dañada fue de 73,87 mm, representando daños del 36,94% en la dirección del hilo de urdimbre.

La muestra M₃ (baquelita 30%, ligante 20%, apresto 20%, agua 30%, ensayo ISO 15025:2000 B) mostró una mayor resistencia a la combustión, con un tiempo de post combustión de 2,33 segundos y un tiempo de post incandescencia de 224,33 segundos. La longitud máxima dañada fue de 23,96 mm, lo que representa daños del 11,98% en la dirección del hilo de urdimbre.

Para elegir la mejor receta se toma como referencia el menor tiempo de combustión, es que presenta características de resistencia al fuego, permitiendo que se autoextinga la inflamabilidad del textil, brindándole características especiales al tejido, conocido en el mercado como características técnicas, para lo cual, la mejor receta en términos de resistencia de combustión fue la muestra M₁ (baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10% ensayo ISO 15025:2000 B), con una media aritmética del tiempo en post combustión es de 4 segundos y el tiempo de post incandescencia de 117 segundos. Presentó una longitud máxima dañada de 22,34mm, representando daños del 11,17% en dirección del hilo urdimbre.

El análisis se centra en determinar qué tejido ofrece la mayor protección contra incendios. Con el objetivo de minimizar riesgos. Según los criterios estadísticas un tejido se considera ignífugo si presenta una reducción del 50% o más en la propagación del fuego. En este contexto la muestra M₁ alcanzó un 88,83% de cumplimiento respecto a estos criterios.

Tabla 18*Resultados del ensayo al fuego según la norma ISO 15025:2000 B.*

M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Variable: Baquelita		Variable: Ligante	
			
Baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10% ensayo ISO 15025:2000 B	Baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, agua 50% ensayo ISO 15025:2000 B	Baquelita 30%, ligante 20 %, apresto 20 % y agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B	Baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30% ensayo ISO 15025:2000 B

3.2 Discusión de resultados

3.2.1 Análisis de la post combustión de la prueba de normalidad

La Figura 15 presenta el test de normalidad, según Corrêa et al. (2018), la prueba de normalidad de Anderson-Darling es un conjunto de técnicas estadísticas para garantizar su validez y medición de la información, no maneja la hipótesis nula, se utiliza para determinar si determinado conjunto de valores dados procede de una población de una distribución determinada, siendo este valor de significancia está en un rango general de 0,05 o a su vez está en un valor de 0,10 y esto significa que los datos no siguen una distribución específica, al realizar esta prueba se analizará para determinar si se aceptan o rechazan los valores.

En el proyecto investigativo, los resultados muestran un valor $P > 0,05$ según la prueba de normalidad de Anderson- Darling, con un nivel de confianza del 95%. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, no se utilizó debido a que la muestra M₂ en trama y la muestra M₃

en urdimbre no pasaron la prueba de normalidad. La prueba de Anderson-Darling se prefirió por su mayor flexibilidad en muestras pequeñas.

Figura 15

Test de normalidad de post combustión M_1, M_2, M_3, M_4 .

Tests for normal distribution								
	U(M1)PostC(seg)	T(M1)PostC(seg)	U(M2)PostC(seg)	T(M2)PostC(seg)	U(M3)PostC(seg)	T(M3)PostC(seg)	U(M4)PostC(seg)	T(M4)PostC(seg)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,8811	0,9423	0,999	0,7641	0,75	0,9231	0,8322	1
p(normal)	0,3275	0,5367	0,9394	0,0315	0	0,4633	0,1939	1
Anderson-Darling A	0,3261	0,2547	0,1906	0,4697	0,4878	0,2769	0,3849	0,1895
p(normal)	0,2218	0,399	0,6254	0,06593	0,05651	0,3337	0,1336	0,6307

3.2.2 Análisis de la post incandescencia de la prueba de normalidad

En las Figura 15 y Figura 16 Test de normalidad de post incandescencia M_1, M_2, M_3, M_4

Tests for normal distribution								
	U(M1)Pt.In(seg)	T(M1)Pt.In(seg)	U(M2)Pt.In(seg)	T(M2)Pt.In(seg)	U(M3)Pt.In(seg)	T(M3)PostIn(seg)	U(M4)Pt.In(seg)	T(M4)Pt.In(seg)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9423	0,9975	0,9686	0,7994	0,8995	0,8066	0,9206	0,9743
p(normal)	0,5367	0,9042	0,6597	0,1132	0,3839	0,1304	0,4543	0,6926
Anderson-Darling A	0,2547	0,1923	0,2248	0,4253	0,3044	0,4164	0,2798	0,2183
p(normal)	0,399	0,6174	0,5046	0,09627	0,2661	0,1039	0,3258	0,5187

se muestra la prueba de normalidad, indicando que estos valores son mayores al valor $P > 0,05$ según la prueba de normalidad de Anderson- Darling, con un nivel de confianza del 95% en los ensayos.

Figura 16

Test de normalidad de post incandescencia M_1, M_2, M_3, M_4

Tests for normal distribution								
	U(M1)Pt.In(seg)	T(M1)Pt.In(seg)	U(M2)Pt.In(seg)	T(M2)Pt.In(seg)	U(M3)Pt.In(seg)	T(M3)PostIn(seg)	U(M4)Pt.In(seg)	T(M4)Pt.In(seg)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9423	0,9975	0,9686	0,7994	0,8995	0,8066	0,9206	0,9743
p(normal)	0,5367	0,9042	0,6597	0,1132	0,3839	0,1304	0,4543	0,6926
Anderson-Darling A	0,2547	0,1923	0,2248	0,4253	0,3044	0,4164	0,2798	0,2183
p(normal)	0,399	0,6174	0,5046	0,09627	0,2661	0,1039	0,3258	0,5187

3.2.3 Análisis del coeficiente de variación de post combustión y post incandescencia

En la Tabla 19, se observa el coeficiente de variación más alto corresponde a la muestra M₁ en post combustión, con los valores de 135,21 en urdimbre y 120,18 en trama, lo cual indica una variabilidad significativa y sugiere que el tejido posee resistencia al fuego. Por otro lado, el coeficiente de variación más bajo se encuentra en la muestra M₄ en post combustión, con los valores de 17,82 en urdimbre y 7,14 en trama. Estos valores bajos indican una mínima variabilidad y explican la falta de resistencia al fuego en este tejido.

Tabla 19

Resultados del coeficiente de variación (CV).

CV	M ₁		M ₂		M ₃		M ₄	
	Post Co.	Post In.	Post Co.	Post In.	Post Co.	Post In.	Post Co.	Post In.
Urdimbre	135,2184	120,185	77,5958	57,8850	49,4871	17,8603	17,8297	24,7190
Trama	120,185	101,5984	86,6143	38,9729	56,7727	25,3249	7,1428	16,1289

Fuente: adaptada de PAST 4

3.2.4 Análisis de resultados post combustión y post incandescencia

3.2.4.1 Análisis de Post combustión urdimbre

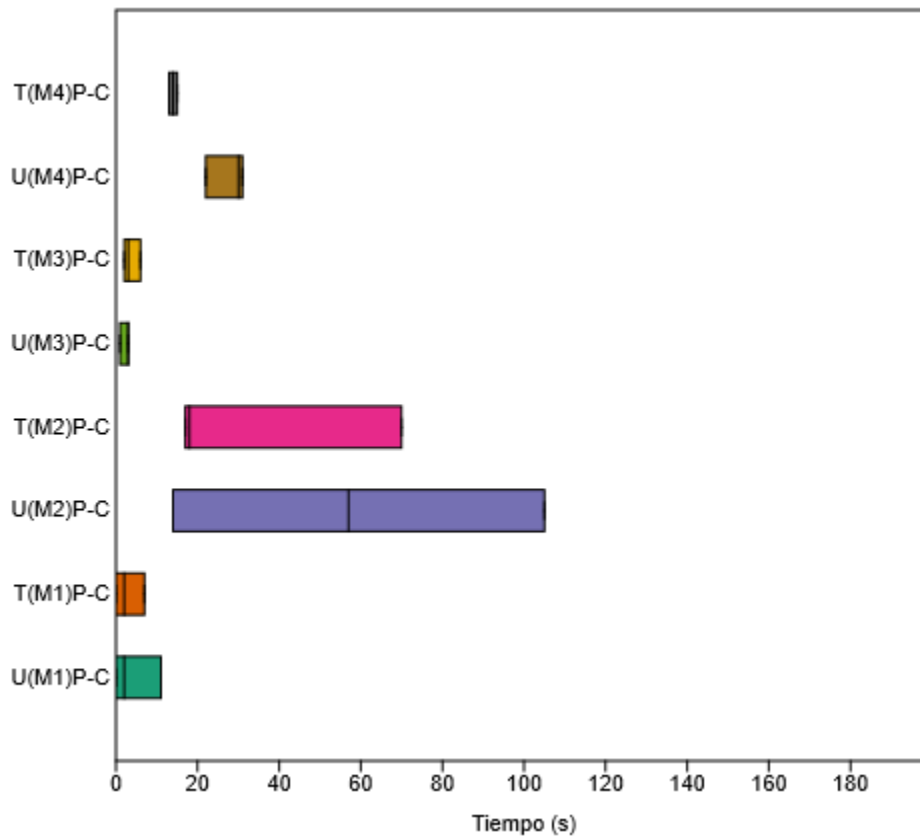
En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el análisis del tejido con mayor resistencia al fuego, determinada por el tiempo más corto de extinción del fuego. Los resultados están ordenados de menor a mayor tiempo de extinción. La muestra M₃ con 2,33 segundos. La muestra M₁ con 4,33 segundos. La muestra M₄ con 27,66 segundos. En último lugar, la muestra M₂ con 58,66 segundos muestra el peor desempeño de extinción.

3.2.4.2 Análisis de Post combustión trama

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el análisis de la resistencia al fuego del tejido, evaluada por el tiempo más corto de extinción. Los resultados están ordenados de menor a mayor tiempo de extinción. La muestra M₁ ocupa el primer lugar con 3 segundos, seguida por la muestra M₃ con 3,66 segundos. La muestra M₄ muestra un desempeño aceptable, pero por debajo del promedio, con un tiempo de 14 segundos. Finalmente, la muestra M₂ muestra el peor desempeño con un tiempo de extinción de 35 segundos.

Figura 17

Resultado de post Combustión M₁, M₂, M₃, M₄



Nota: Tendencia de datos M₁, M₂, M₃, M₄

3.2.4.3 Análisis de Post incandescencia urdimbre

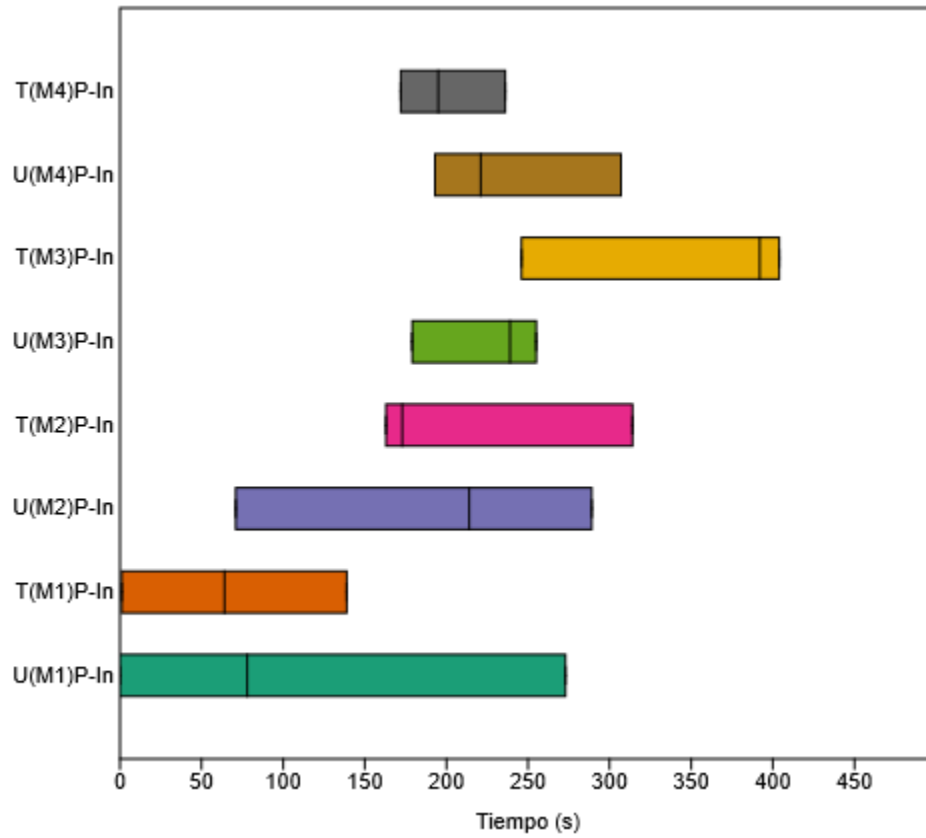
En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta el análisis de resistencia al fuego del tejido, evaluada por el menor tiempo en extinguirse el fuego. Los resultados están ordenados de menor a mayor tiempo de extinción. La muestra M₁ con 117 segundos, seguida por la muestra M₂ con 191,33 segundos. La muestra M₃ con 224,33 segundos y finalmente la muestra M₄ con 240,33 segundos, muestra con el peor desempeño.

3.2.4.4 Análisis de Post incandescencia trama

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta el análisis de resistencia al fuego del tejido, evaluada por el tiempo más corto de extinción del fuego. Los resultados están ordenados de menor a mayor tiempo de extinción. La muestra M₁ con 68 segundos, seguida de la muestra M₄ con 201 segundos. La muestra M₂ presenta un tiempo de 216,66 segundos y finalmente la muestra M₃ con 347,33 segundos con el peor desempeño.

Figura 18

Resultado de post incandescencia de M_1 , M_2 , M_3 , M_4 .



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La baquelita conocida como fenoplástico se produce mezclando fenol con formaldehído es un material con propiedades ignifugas, su estructura química tiene enlaces

entrecruzados formando una red muy densa, llamados enlaces covalentes, que impiden los movimientos vibratorios y rotatorios de las cadenas, formadas durante el proceso de polimerización y es por eso que las altas temperaturas no le afectan proporcionándole resistencia al fuego según la revisión de datos, muestra que la baquelita posee un alto punto de ignición. Esta la convierte en una opción para aplicaciones en la seguridad en contra de incendios.

- Para la realización de la investigación se empleó productos químicos de la casa comercial COLORQUÍMICA, se tomó como base, estudios previos y se analizó varias investigaciones para lo cual se utilizó ligante Novaprin FSH, para adherir la baquelita al sustrato textil y Apresto Texbond APL como espesante en la formulación de la receta madre. En el estudio de las propiedades ignífugas, se evaluaron cuatro muestras con diferentes proporciones de baquelita y ligante, manteniendo constante el porcentaje de apresto. Las muestras fueron las siguientes: M₁ (baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10%), M₂ (baquelita 10%, ligante 20 %, apresto 20 %, agua 50%), M₃ (baquelita 30%, ligante 20 %, apresto 20 % y agua 30%), M₄ (baquelita 10%, ligante 40%, apresto 20%, agua 30%).
- La M₁ la convierte en una opción para la seguridad en contra de incendios debido a su mayor eficiencia en la resistencia al fuego, resaltando su capacidad superior para retardar la propagación de la llama. Esta receta, compuesta por (baquelita 30%, ligante 40 %, apresto 20 % y agua 10%) mostró los mejores resultados en las pruebas realizadas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa que M₁ presenta el menor tiempo de post combustión en urdimbre con (4,33 segundos) y en trama es de (3 segundos). Además, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, indica que la M₁, demuestra una elevada resistencia al fuego con una longitud promedio mínima dañada de (22,34 mm), lo que representa daños del (11,17%) y la protección de resistencia al fuego es de un (88,83%). Esto permite que el fuego se autoextinga en el tejido textil en sentido del hilo urdimbre. Se analizaron los resultados según la norma ISO 15025:2000 B, La M₁ fue seleccionada como la opción ideal.

Recomendaciones

- Se recomienda aprovechar los beneficios de la baquelita, un plástico termoestable conocido por su alta resistencia a las temperaturas elevadas. Este material es ideal para aplicaciones de acabado retardante a la llama en diversos campos, especialmente en textiles técnicos. Se sugiere realizar pruebas adicionales y, según el campo de aplicación específico, aplicar más de dos capas de recubrimiento para asegurar que el tejido no se inflame por completo, garantizando así la seguridad industrial integral.
- Se recomienda comprar los productos de la misma casa comercial porque la empresa lleva un registro compatible de productos según su estructura molecular de cada producto, para evitar pérdida de tiempo y económico al mezclar productos no compatibles por su estructura molecular.
- Se recomienda realizar una investigación más profunda con el tiempo de post incandescencia debido a que en el registro de datos, mostraron picos muy altos y bajos; manejando variables de (347,33 segundos) en la M_3 del tejido de trama y con (68 segundos) en M_1 del tejido de trama como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appold, H., Feiler, K., Reinhard, A., & Schmidt, P. (2005). *Tecnología de Los Metales Para Profesionales Técnico-Mecanicas* (REVERTÉ).
https://books.google.com.ec/books?id=_e0h1WvbEpYC&pg=PA89&dq=fenoplasticos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjG0uePiND4AhU8QzABHS90AMwQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q&f=false
- Barrera, R. (2023). *Acabado ignífugo a base de vermiculita expandida mediante el método de recubrimiento sobre un tejido de punto por urdimbre PES 100% para evaluar el grado de propagación a la llama*. Universidad Técnica del Norte.
- Cacuango, D. (2019). *Elaboración de un acabado que absorbe CO₂ del ambiente utilizando óxido de zinc en tela 100% algodón* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9943>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2019). *Ciencia e Ingeniería de materiales* (REVERTÉ, Ed.; NOVENA).
<https://books.google.com.ec/books?id=WYfyDwAAQBAJ&pg=PA530&dq=tipos+de+termoestables&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiv59H2leD4AhXYRDABHSWuDws4ChDoAXoECAQQAg#v=onepage&q=tipos%20de%20termoestables&f=false>
- Chicaiza, E. (2022). *Diseño y desarrollo de indumentaria de protección para los empleados que trabajan en la planta envasadora de gas (CONGAS) del cantón Salcedo provincia de Cotopaxi*. [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34601/1/Chicaiza%20Erika.pdf>

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2015, October 20). *Registro Oficial* 449 de 20-oct.-2008. <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>

Corrêa, J. dos P., Fernandes, L. L., Blanco, C. J. C., & Neves, R. R. (2018). Proposal of rainwater harvesting coefficient (RWHC) for determination of effectively usable rainfall depth, relevant to rainwater harvesting systems design. *Revista Brasileira de Recursos Hidricos*, 23. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820170109>

Ferro, J. (2020). *Investigación incendios Operativa*. <https://books.google.com.ec/books?id=zSjKDwAAQBAJ&pg=PT66&dq=ignifugo+textil&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiU8J6Uun4AhULVTABHSmNAHwQ6wF6BAgIEAE#v=onepage&q=ignifugo%20textil&f=false>

Figueroa Moreno, J. D., & Chela Hinojosa, S. W. (2021). *Diseño de un prototipo de reactor de pirólisis térmica para la descomposición y aprovechamiento de residuos plásticos fabricados a partir del PP, PE, y PS*. (2nd ed., Vol. 2). <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15118>

Jaguaco, D. (2018). *Incorporación de dióxido de titanio en telas para generar propiedades auto-limpiables* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19189>

James Heal. (2024a). *FlexiBurn Multi-purpose Flammability Tester with TestWise Pro*. <https://www.jamesheal.com/instrument/flexiburn>

James Heal. (2024b). *Fundamentos de las pruebas de textiles: inflamabilidad*. https://www.jamesheal.com/flammability-tester-new-flexiburn?__hstc=81110920.7caa70dde012ebdd60b7843623a0fd29.1714354782219.1714354782219.1714354782219.1&__hssc=81110920.1.1714354782220&__hsfp=2427619982&

_gl=1*14otoz2*_ga*MTY5Mjc0NDYzOC4xNzE0MzU0NzY5*_ga_N79RHVVDFB*MTc
xNDM1NDc2OS4xLjEuMTcxNDM1NTA3NS42MC4wLjA.

Kundu, C. K., Hossen, M. T., Islam, T., Mollick, S., Song, L., & Hu, Y. (2022). Flame Retardant Coatings from Bio-Derived Chitosan, Sodium Alginate, and Metal Salts for Polyamide 66 Textiles. *ACS Omega*. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02466>

Maldonado, J. (2018). *Metodología de la investigación social* (Ediciones de la U). https://www.google.com.ec/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_social/FTSjDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Mayer-Gall, T., Plohl, D., Derksen, L., Lauer, D., Neldner, P., Ali, W., Fuchs, S., Gutmann, J. S., & Opwis, K. (2019). A green water-soluble cyclophosphazene as a flame retardant finish for textiles. *Molecules*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/molecules24173100>

Mencias, J. (2019). *Evolución de los materiales en la industria de la automoción*. <https://books.google.com.ec/books?id=tCiGDwAAQBAJ>

Mimeur, R. (2021). *Electromecánica de precisión*. <https://books.google.com.ec/books?id=ZJIUEAAAQBAJ&lpg=PA25&dq=baquelita&pg=PA5#v=onepage&q=baquelita&f=false>

Miravete, A. (2020). *Materiales Compuestos: Vol. Segunda* (REVERTÉ). <https://books.google.com.ec/books?id=F2EJEAAAQBAJ&pg=PA878&dq=tipos+de+termoestables&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwik08ajlOD4AhVhRDABHTeGAY0Q6AF6BAgKEAI#v=onepage&q=tipos%20de%20termoestables&f=false>

- Morales, V. (2015). *Estudio del proceso de planchado permanente para mejorar la calidad del producto calcetines aplicado a microempresas*. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://redi.uta.edu.ec/handle/123456789/20280>
- Negrete, D., Teddy, J., Valdiviezo, M., & Marco, A. (2018). *Diseño e implementación de un prototipo de sistema de control numérico computarizado para la elaboración de circuitos*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16091>
- Puma, W. (2019). *Acabado ignífugo a base de arcilla en un género de punto 100% algodón*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9649>
- Quelal, C. (2019). *Determinación de la resistencia a la llama de un acabado textil a base de ácido bórico y bórax, aplicado en tejido plano 100% algodón*. [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9212>
- Qutab, H. G., Mohsin, M., Ramzan, N., Ahmad, S. W., & Mitran, E. C. (2019). Performance enhancement of diammonium hydrogen phosphate as halogen and formaldehyde free sustainable fire retardant. *Industria Textil*, 70(4). <https://doi.org/10.35530/IT.070.04.1606>
- REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, M. Y. P. C. I. (2009, April 2). *Registro Oficial Edición Especial 114 de 02-abr.-2009*. <https://www.gob.ec/regulaciones/reglamento-prevencion-mitigatorio-proteccion-contra-incendios>
- REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJADO. (2017, July 12). *Registro Oficial Edición Especial 632 de 12-jul.-2016*. <https://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20Legal/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20del%20IESS%20513.pdf>
- Rigas, F., Papadopoulou, K., Philippoussis, A., Papadopoulou, M., & Chatzipavlidis, J. (2009). Bioremediation of lindane contaminated soil by pleurotus ostreatus in non sterile conditions

using multilevel factorial design. *Water, Air, and Soil Pollution*, 197(1–4).
<https://doi.org/10.1007/s11270-008-9795-8>

Sánchez, C. (2012). *Los métodos de investigación*.
https://www.google.com.ec/books/edition/Los_m%C3%A9todos_de_investigaci%C3%B3n/YROO_q6-wzG?hl=es-419&gbpv=0

Sánchez Calvo, R., Castañón Lión, G., & Gil Rodríguez, M. (2017). *Proyecto de instalación de redes de abastecimiento y distribución de agua y saneamiento UF0999*.
<https://books.google.com.ec/books?id=oHs2DwAAQBAJ&pg=PA54&dq=plasticos+termostables+2017&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib47C-itD4AhXvSTABHSy6AtYQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=plasticos%20termostables%202017&f=false>

SENAI-SP. (2015). *Beneficiamiento Textil*.
https://books.google.com.ec/books?id=Os5MDwAAQBAJ&pg=PT226&dq=ligante+textil&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwis7vDPw_f4AhU0RTABHY9ZCC0Q6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=ligante%20textil&f=false

Tiberius, M. (2020). *The Global Scientific Method. 5th edition*.
https://www.google.com.ec/books/edition/_/737u_rv9SQcC?hl=es-419&gbpv=1

UNE. (2024). *ISO 15025:2000*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso/?c=026233>

Vaca, Wilson. (2016). *Hackeo de la impresora hp 1102w láser/tóner para la impresión de circuitos electrónicos directamente en baquelita* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5992>

Vidal, S., & Marlon, A. (2021). *Diseño y construcción de una CNC para el corte y grabado de pistas electrónicas sobre baquelitas*.

Villadiego, L., Chávez, B., & Castro, N. (2021). *Consumo crítico, el activismo rebelde y la capacidad transformadora de la solidaridad* (CATARATA).

<https://books.google.com.ec/books?id=5XZYEAAAQBAJ&pg=PT107&dq=acabado+textil+ignifugo&hl=es->

[419&sa=X&ved=2ahUKEwipxcfewO_4AhVEgIQIHxJyCyYQ6AF6BAGIEAI#v=onepage&q=acabado%20textil%20ignifugo&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=5XZYEAAAQBAJ&pg=PT107&dq=acabado+textil+ignifugo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwipxcfewO_4AhVEgIQIHxJyCyYQ6AF6BAGIEAI#v=onepage&q=acabado%20textil%20ignifugo&f=false)

Virginie, M. (2021, July). *Los caminos del reciclaje: Todo lo que hay que saber*. Ned Ediciones.

[https://doi.org/books.google.com.ec/books?id=qAI1EAAAQBAJ&pg=PA86&dq=clasificac](https://doi.org/books.google.com.ec/books?id=qAI1EAAAQBAJ&pg=PA86&dq=clasificacion+de+los+termoestables+o+termoendurecibles&hl=es-)

[ion+de+los+termoestables+o+termoendurecibles&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjhzK6V49_4AhXnSjABHQ1CCdQ4ChDoAXoEAgQAg#v=onepage&q&f=false](https://doi.org/books.google.com.ec/books?id=qAI1EAAAQBAJ&pg=PA86&dq=clasificacion+de+los+termoestables+o+termoendurecibles&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjhzK6V49_4AhXnSjABHQ1CCdQ4ChDoAXoEAgQAg#v=onepage&q&f=false)

Zarzar, C. (2015). *Métodos y Pensamiento Crítico 1*.

https://www.google.com.ec/books/edition/M%C3%A9todos_y_Pensamiento_Cr%C3%ADtico_1/EtBUCwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

TEXBOND APL

Revisado/Aprobado por: Investigación y Desarrollo



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

TEXBOND APL es un homopolímero víscico modificado en dispersión acuosa de carácter no iónico.

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

Propiedad	Unidad	Mínimo	Máximo
Aspecto	Líquido blanco viscoso		
Contenido de sólidos 135°C, 30 min	%	49	51
pH (directo)	Adim	4	5
Viscosidad Brookfield, 60 rpm	cps	16000	24000

Para aclaración de estas especificaciones y/o mayores datos técnicos favor contactar con nuestra área técnica y/o comercial.

APLICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES

TEXBOND APL se usa como agente textil para conferir acabado acartonado sobre todo tipo de sustratos.

TEXBOND APL se aplica generalmente por Foulant, luego de ser sometido a una dilución adecuada según el acabado deseado. TEXBOND APL debido a su alta concentración y viscosidad puede ser aplicado por rasqueta.

La concentración del baño de aplicación puede variar según el tacto requerido, el material a trabajar y del efecto del equipo usado.

TEXBOND APL es compatible con otros tipo de emulsiones acrílicas, tipo TEXBOND y NONFRONT y suavizantes del tipo MARVACOL®, con el fin de obtener diversos tipos de acabados.

TEXBOND APL puede ser usado en muchos tipos de baños, se recomienda hacer ensayos previos para verificar la compatibilidad de TEXBOND APL con los componentes usados en dicho baño. Luego de que el género textil ha sido sometido al baño, se debe garantizar un secado completo del mismo. Se recomienda una temperatura mayor a 90°C para garantizar una dureza adecuada de la película, mayores temperaturas de secado generarán mejor reticulación de la película y por ende un tacto más rígido.

La viscosidad de TEXBOND APL se puede disminuir con adición de agua.

Los productos fabricados a partir de dispersiones de polímeros generalmente requieren de la adición de biocidas y/o agentes de preservación. El tipo y el alcance de la preservación dependerán del ambiente al que está sometido el producto, la interacción con otros compuestos y las condiciones de almacenamiento y manejo. La compatibilidad con otros componentes y la eficacia del preservativo siempre debe ser probada en la formulación respectiva. En muchos casos deberá adicionarse biocida.

RECOMENDACIONES BÁSICAS

Con TEXBOND APL tener en cuenta las medidas usuales de manejo de productos químicos. Evitarse el contacto con las mucosas o contactos prolongados con la piel. La manipulación en grandes cantidades debe hacerse en lugar ventilado.

Tener siempre presente:

DISPERSIÓN ACRÍLICA	LIGANTE PARA ESTAMPACIÓN	
	NOVAPRINT FSH	
VERSIÓN Nº4	FICHA TÉCNICA	

1. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

NOVAPRINT FSH es una dispersión acrílica pura, auto reticulable, de tamaño de partícula fino.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA DISPERSIÓN

PROPIEDAD	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO COLORQUÍMICA
Aspecto	Líquido blanco lechoso	I - L - 500
Sólidos (135°C, 1h)	40.0 % ± 1.0	I - L - 520
Viscosidad (Br, 60 RPM)	150 ± 100 cps	I - L - 536
pH	7.0 ± 0.5	I - L - 522

3. APLICACIÓN – Aspectos generales

El ligante NOVAPRINT FSH permite conseguir estampados particularmente suaves y de muy buenas sólidesces.

NOVAPRINT FSH es aplicable en pastas pigmentarias sin varsol y con bajo contenido del mismo. Cantidades de varsol superiores a 200 g/Kg. deterioran el tacto.

NOVAPRINT FSH puede usarse en estampación directa por reserva o por corrosión. En el caso de la estampación directa puede ser en color, en blanco cubriente, etc.

NOVAPRINT FSH contiene la dosis necesaria de biocida para su preservación durante el almacenamiento a las condiciones indicadas abajo (ver ALMACENAMIENTO). Si las condiciones no son adecuadas se deben poner dosis adicionales. La dosis adicionada es insuficiente para dar garantía de estabilidad en las mezclas finales de usuario con otros componentes y por ello se recomienda formularlas también con biocida.