



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA TEXTIL

TEMA:

“DESARROLLO DE UN ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR POR  
IMPREGNACIÓN EN TEJIDO PLANO SARGA 65%/35%  
POLIÉSTER/ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD IGNÍFUGA”

**Autor:** Simbaña Chasi Johanna Elizabeth

**Director:** MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

Ibarra - 2023

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE****BIBLIOTECA UNIVERSITARIA****AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE****1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

El cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>		1726696295	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>		Simbaña Chasi Johanna Elizabeth	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Villa Vega – Tumbaco – Quito	
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:jesimbanac@utn.edu.ec">jesimbanac@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	02-2379767	<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0988040914

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“DESARROLLO DE UN ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR POR IMPREGNACIÓN EN TEJIDO PLANO SARGA 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD IGNÍFUGA”
<b>AUTORA:</b>	Simbaña Chasi Johanna Elizabeth
<b>FECHA:</b>	20/09/2023
<b>CARRERA/PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE SE OPTA:</b>	INGENIERA TEXTIL
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

## 2. CONSTANCIA

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días, del mes de septiembre del 2023.

**EL AUTOR**

**Firma:** .....



**Nombre:** Simbaña Chasi Johanna Elizabeth

**C.I.** 1726696295

# CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 20 de septiembre del 2023.

MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Titulación, 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. Wilson Adrián Herrera Villarreal

C.C. 1002868048

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “DESARROLLO DE UN ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR POR IMPREGNACIÓN EN TEJIDO PLANO SARGA 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD IGNÍFUGA” elaborado por Simbaña Chasi Johanna Elizabeth, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f) .....

MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

C.C.: 1002868048

(f).....

MSc. José Rafael Posso Pasquel

C.C.: 1002525788

## **DEDICATORIA**

*Con gran cariño y estimación, dedico este trabajo de investigación a Dios por permitirme tener la oportunidad de prepararme para ser una profesional y por ser misericordioso, a todas las personas que en el transcurso de mi vida me han brindado sus consejos y apoyo, en especial a mi madre, mis tíos y a las personas que han tenido que dejar este mundo terrenal, las cuales me dieron sus consejos más valiosos, ánimo y el impulso para seguir adelante cada día, para convertirme en una persona correcta y con valores, ansiosa por ser cada día mejor.*

*Igualmente, a mis amigos y compañeros de aula, quienes, con sus palabras alentadoras, incitaron a continuar con mi fase universitaria.*

***Johanna Elizabeth Simbaña Chasi***

## AGRADECIMIENTO

*En primera instancia agradezco a Dios y a la vida por haberme permitido la oportunidad y la experiencia de estudiar una carrera universitaria, de igual manera agradecer a la Universidad Técnica del Norte por haber permitido convertir en una profesional en lo que me entusiasma.*

*Agradezco a mi madre Martha Chasi por ser una mujer que me inspiró a ser independiente, fuerte y responsable. A mis tíos Luisa, Gustavo, Mercedes, Víctor, mi primo Bryan, mi hermano Steven y Jonathan quienes siempre me han apoyado y creído en mí, brindando sus consejos, sabiduría y el ejemplo de ser una persona humilde, honrada, perseverante, responsable, constante y modelo de superación a pesar de las adversidades que se presentan en la vida. Son el principal motivo por lo que pude continuar con mis estudios, de igual manera el crecimiento personal y profesional.*

*A mis apreciados amigos quienes me acompañaron en el transcurso de la carrera universitaria, siendo un apoyo tanto en lo académico y en lo personal, brindando siempre su mano amiga y amistad incondicional.*

*A los docentes MSc. Wilson Herrera y MSc. Elvis Ramírez por guiarme con sus conocimientos, consejos y compartir sus experiencias personales y profesionales, orientándome y dando ese ánimo para continuar luchando con la carrera universitaria.*

*A los docentes de la Universidad Técnica del Norte de la Carrera de Textiles, quienes impartieron sus conocimientos de la mejor manera, siempre buscando hacer su mejor trabajo, con calidad humana y profesional a todos sus alumnos.*

***Johanna Elizabeth Simbaña Chasi***

## RESUMEN

El estudio de investigación pretende analizar la propiedad ignífuga otorgada por el polvo de concha de nácar “Paterna Sterna” en un tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón, por el método de impregnación; destinado a prendas de uso industrial y de uso común como manteles, lencería para el hogar, entre otros.

La investigación fue desarrollada en los laboratorios de la Carrera de Textiles bajo lineamientos metodológicos, por lo cual se realizaron estudios previos en laboratorio, estableciendo las distintas dosificaciones de los productos a utilizar, como son: 25, 50 y 75 g/L de polvo de concha de nácar, 10 g/L de resina Patch (fijador) y 10 g/L de Marvacol ASC (dispersante), según la sugerencia de las fichas técnicas, debido a que con esta formulación se obtiene una solución homogénea, sin precipitación y con mejor adherencia al sustrato textil. Su aplicación se realizó por medio de impregnación en el foulard horizontal con un Pick Up de 90,78%. Posteriormente utilizando los equipos: túnel de secado, el equipo probador de la inflamabilidad de tejidos Flexiburn evaluado por la norma ISO 15025:2000- (Determinación de la propagación de la llama en tejidos) y el Wascator para determinar los procedimientos de lavado.

En cuanto los resultados obtenidos, fueron analizados en el programa estadístico PAST4, obteniendo una confiabilidad del 95%, siendo las muestras con acabado de la receta N4 con dosificaciones 50 y 75 g/L de polvo de nácar la que presentó un mejor comportamiento del tejido frente a la llama.

**Palabras claves:** Nácar, ignífugo, tejido plano, impregnación.





### Abstract

The purpose of this research study was to analyze the flame-retardant properties granted by the mother-of-pearl shell powder "Peterna Sterna" in a flat twill fabric 65%/35% polyester/cotton, by the impregnation method; intended for industrial and common use garments such as tablecloths, household linen, among others.

The research was developed in the laboratories of the Textile Major under methodological guidelines, for which previous laboratory studies were carried out, establishing the different dosages of the products to be used, such as: 25, 50 and 75 g/L of mother-of-pearl shell powder, 10 g/L of Patch resin (fixative) and 10 g/L of Marvacol ASC (dispersant), according to the suggestion of the technical data sheets, because with this formulation a homogeneous solution is obtained, without precipitation and with better adherence to the textile substrate. It was applied by impregnation in the horizontal foulard with a Pick Up of 90.78%. Subsequently using the equipment: drying tunnel, the Flexiburn fabric flammability tester evaluated by ISO 15025:2000- (Determination of flame propagation in fabrics) and the Wascator to determine the washing procedures.

The results obtained were analyzed in the statistical program PAST4, obtaining a reliability of 95%, being the samples finished with the recipe N4 with dosages of 50 and 75 g/L of nacre powder the one that presented a better behavior of the fabric against flame.

**Keywords:** mother-of-pearl, flame retardant, flat fabric, impregnation.

Reviewed by:  
MSc. Luis Paspuezán Soto  
CAPACITADOR-CAI  
Septiembre 18, 2023

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
CONSTANCIA .....	iii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CURRICULAR.....	iv
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción del Tema.....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Importancia del Estudio .....	3
1.4 Objetivos .....	4

1.4.1	Objetivo General .....	4
1.4.2	Objetivos Específicos .....	4
1.5	Características del Sitio del Proyecto .....	5
CAPÍTULO II. ....		7
2.	ESTADO DE ARTE .....	7
2.1	Estudios Previos .....	7
2.2	Marco Legal .....	16
2.3	Marco Conceptual .....	17
CAPÍTULO III. ....		29
3.	METODOLOGÍA .....	29
3.1	Tipos de Investigación.....	29
3.2	Normas textiles empleadas.....	30
3.3	Descripción del Proceso .....	31
3.4	Equipos y Materiales.....	35
3.5	Procedimiento.....	43
3.6	Prueba de resistencia a la llama.....	53
CAPÍTULO IV. ....		61
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
4.1	Resultados .....	61
4.2	Discusión de resultados.....	69

CAPÍTULO V.....	78
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1 Conclusiones .....	78
5.2 Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
ANEXOS.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Propiedades Geológicas de la Concha de Nácar .....	9
<b>Tabla 2</b> Composición de las fibras de algodón.....	21
<b>Tabla 3</b> Propiedades del poliéster .....	22
<b>Tabla 4</b> Información técnica del tejido .....	36
<b>Tabla 5</b> Resultados de la prueba pirométrica .....	37
<b>Tabla 6</b> Vista longitudinal en microscopio de laboratorio, mezcla de fibras polialgodón.....	38
<b>Tabla 7</b> Auxiliares y químicos .....	39
<b>Tabla 8</b> Características de la resina Patch.....	39
<b>Tabla 9</b> Datos técnicos del foulard de laboratorio .....	40
<b>Tabla 10</b> Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 1 .....	44
<b>Tabla 11</b> Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 2. ....	44
<b>Tabla 12</b> Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 3 .....	45
<b>Tabla 13</b> Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 4.....	45
<b>Tabla 14</b> Proceso de la receta 1 para acabado retardante a la propagación de la llama. ....	47
<b>Tabla 15</b> Proceso de la receta 2 para acabado retardante a la propagación de la llama. ....	48
<b>Tabla 16</b> Proceso de la receta 3 para acabado retardante a la propagación de la llama. ....	48
<b>Tabla 17</b> Receta 4 para acabado retardante a la propagación de la llama. ....	49
<b>Tabla 18</b> Pick Up de las muestras de tejido con y sin acabado ignífugo Receta 4.....	50
<b>Tabla 19</b> Muestras de tejido para ensayo en equipo probador de la inflamabilidad Flexiburn. ...	51
<b>Tabla 20</b> Parámetros evaluados en el ensayo de propagación de la llama .....	53
<b>Tabla 21</b> Requerimientos para el ensayo .....	54
<b>Tabla 22</b> Pruebas de propagación a la llama en tejido- receta 1.....	55

<b>Tabla 23</b>	Pruebas de propagación de la llama en el tejido de la receta 2.....	55
<b>Tabla 24</b>	Pruebas de propagación de la llama en tejido - receta 3.....	56
<b>Tabla 25</b>	Pruebas de propagación de la llama en tejido - receta 4.....	57
<b>Tabla 26</b>	Aspectos controlados en la prueba de lavado luego de la impregnación del acabado...58	
<b>Tabla 27</b>	Ensayo con probetas de concentración 25g/L de polvo de concha de nácar. ....	58
<b>Tabla 28</b>	Ensayo con probetas de concentración 50 g/L de polvo de concha de nácar. ....	59
<b>Tabla 29</b>	Ensayo con probetas de concentración 75g/L de polvo de concha de nácar. ....	60
<b>Tabla 30</b>	Muestras sin acabado resistente a la propagación a la llama, en sentido longitudinal y transversal.....	62
<b>Tabla 31</b>	Muestras con acabado ignífugo - Receta 1 .....	63
<b>Tabla 32</b>	Muestras con acabado ignífugo - Receta 2 .....	64
<b>Tabla 33</b>	Muestras con acabado ignífugo - Receta 3 .....	64
<b>Tabla 34</b>	Muestras con acabado ignífugo - Receta 4.....	65
<b>Tabla 35</b>	Muestras lavadas al ensayo de resistencia a la propagación de la llama. ....	67
<b>Tabla 36</b>	Datos cuantitativos del ensayo de la propagación de la llama en el tejido.....	68
<b>Tabla 37</b>	Datos obtenidos en función del tiempo .....	69
<b>Tabla 38</b>	Análisis de la varianza del tiempo posterior a la llama (s) .....	70
<b>Tabla 39</b>	Análisis de la varianza del tiempo de post incandescencia (s) .....	70
<b>Tabla 40</b>	Normalidad de datos del tiempo posterior a la llama (s).....	72
<b>Tabla 41</b>	Normalidad de datos del tiempo post-luminiscencia (s) .....	72
<b>Tabla 42</b>	Tabla general de resultados comparativos antes y después del lavado.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Coordenadas de ubicación laboratorio textil. ....	5
<b>Figura 2</b>	Sitio de recolección de datos .....	6
<b>Figura 3</b>	Esquema de la anatomía de la concha de moluscos bivalvos.....	8
<b>Figura 4</b>	Aplicaciones de la concha de nácar. ....	10
<b>Figura 5</b>	Sábanas de algodón/perla .....	10
<b>Figura 6</b>	Polvo de concha de nácar .....	18
<b>Figura 7</b>	Estructura de la fibra de algodón .....	19
<b>Figura 8</b>	Fibras de poliéster.....	20
<b>Figura 9</b>	Tejido plano .....	23
<b>Figura 10</b>	Ligamento Sarga.....	24
<b>Figura 11</b>	Acabado ignífugo .....	26
<b>Figura 12</b>	Proceso de foulardado.....	27
<b>Figura 13</b>	Flujograma general .....	33
<b>Figura 14</b>	Flujograma muestral para la obtención de tejido ignífugo .....	34
<b>Figura 15</b>	Tamizaje de la concha de nácar en polvo .....	35
<b>Figura 16</b>	Foulard horizontal.....	41
<b>Figura 17</b>	Equipo túnel de secado .....	41
<b>Figura 18</b>	Probador de inflamabilidad Flexiburn.....	42
<b>Figura 19</b>	Equipo probador de lavado doméstico Wascator.....	43
<b>Figura 20</b>	Resultados del tiempo posterior a la llama (s).....	73
<b>Figura 21</b>	Resultados del tiempo post-lumiscencia (s) .....	74
<b>Figura 22</b>	Resultados de la concentración de polvo de nácar en función del tiempo .....	75

**Figura 23** Tiempo posterior a la llama y post-luminiscencia comparativos antes y luego del lavado sentido de la urdimbre .....77

**Figura 24** Tiempo posterior a la llama y post-luminiscencia comparativos antes y luego del lavado sentido de la trama. ....78



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Preparación de recetas de acabado en laboratorio.....	88
<b>Anexo 2</b> Proceso de impregnación en foulard horizontal de laboratorio.....	89
<b>Anexo 3</b> Proceso de curado.....	90
<b>Anexo 4</b> Preparación de muestras para ensayo.....	90
<b>Anexo 5</b> Ensayo para determinación de la propagación de la llama en tejidos.....	90
<b>Anexo 6</b> Prueba se lavado en equipo Wascator.....	91
<b>Anexo 7</b> Certificado de uso de laboratorio .....	92
<b>Anexo 8</b> Ficha técnica de la resina Patch.....	93
<b>Anexo 9</b> Ficha técnica del tejido.....	94
<b>Anexo 10</b> Ficha técnica de Dispersante Marvacol ASC .....	95

## CAPÍTULO I.

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Descripción del Tema

En la actualidad la industria textil busca generar nuevos procesos que sean amigables con el medio ambiente y el desarrollo tecnológico en este campo de estudio es importante indagar sobre otros elementos del entorno que pueden ser de origen natural. La falta de estudios relacionados a los acabados ignífugos con productos sostenibles es evidente dentro de la producción de tejidos con estas propiedades, sin embargo, existen ciertos elementos químicos de origen natural que han sido utilizados para realizar este acabado como arcillas, vinagre, bórax, yeso, entre otros, siendo de alguna forma sostenibles. Según (Basak et al., 2018) menciona en su presente libro que en los últimos años, ha aumentado la demanda de procesos de tintura y acabados los cuales utilicen químicos sostenibles y ecológicos, brindando así una gran importancia en el ámbito de la investigación y desarrollo, por lo que se han perfeccionado estos procesos, reemplazando sustancias químicas contaminantes por sustancias de origen natural como las biomoléculas vegetales de desecho y de proteínas, otorgando propiedades al textil como retardante a la propagación de fuego, junto con una mínima adición de productos químicos y aun así garantizando la calidad del textil.

Algunas prendas de uso industrial y de uso común como manteles, lencería para el hogar, entre otros; son textiles, los cuales no cuentan con esta propiedad ignífuga, debido a que al aplicar un acabado minimice la propagación de la llama, por ende, eleva el costo de precio de venta de dichas prendas textiles, en algunos casos el mercado no paga por estas características y beneficios, es por ello por lo que podría ser una gran alternativa aplicar este acabado utilizando productos de origen natural, y a la vez brindar un producto novedoso y evitar accidentes provocados por el fuego,

además de ser sustentable y asequible para su provecho.

## **1.2 Antecedentes**

La presente investigación pretende aportar información y proponer a la industria textil un posible producto funcional para ser aplicado en acabados ignífugos, a de más de ser un proceso innovador y sostenible. Por lo que se propone el estudio de “Desarrollo de un acabado con concha de nácar mediante el proceso de impregnación en un tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón para determinar la propiedad ignífuga”.

Los polímeros son de fácil propagación de la llama, por lo tanto, las tecnologías retardantes son importantes para garantizar la seguridad y confiabilidad de los tejidos con base de polímeros. El ennoblecimiento textil para retardar la propagación de la llama con capa por capa simple y a la vez respetuoso con el medio ambiente, aun así manteniendo sin cambios las propiedades intrínsecas de los polímeros (Qiu et al., 2018). El algodón es la fibra utilizada para las prendas protectoras ignífugas.

Según (Bitgen & Kutlu, 2020) al trabajar con altas temperaturas, los trabajadores requieren utilizar prendas protectoras de seguridad con repelencia al fuego, por lo que proceden a realizar un estudio para determinar el material adecuado para las mencionadas prendas, siendo el algodón en distintas mezclas el analizado. Por lo que se propone realizar el estudio en tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón, debido a ser categorizado como más resistente y es más utilizado para confeccionar prendas de trabajo, y también podría ser utilizado para otros textiles utilizados en el hogar como manteles, cortinas, entre otras.

La concha nácar se destaca por su importancia en la variedad de recursos naturales aprovechable y sustentables con miras a desarrollar actividades productivas que mantengan las

condiciones ambientales saludables y productivas, siendo apreciada por los beneficios que puede brindar a la industria (Jara, 2019).

Por lo tanto, se pretende analizar el potencial de la concha de nácar (Pterna Sterna) en acabado ignifugo para determinar la capacidad de propagación de la llama, dicho acabado será aplicado al tejido mencionado anteriormente, debido a que con este tipo de tejido se confecciona diferentes prendas como, trajes de seguridad, mandiles u overoles los cuales son utilizados por estudiantes o trabajadores mismos que manipulan combustibles, aceites, manejo de redes eléctricas, entre otros; los cuales pueden generar un escenario en donde se produzca fuego y por ende llegar a producir lesiones como quemaduras.

### **1.3 Importancia del Estudio**

La importancia del presente estudio radica en la búsqueda de optimizar los procesos textiles sustituyendo productos químicos contaminantes por sostenibles los cuales brinden los mismos efectos. A de más de la falta de estudios relacionados a los acabados ignífugos con productos eco amigables. Por lo que el presente estudio busca presentar una nueva alternativa de producto sustentable y a la vez funcional para ser aplicado en un acabado ignifugo. Viendo la concha de nácar (Pterna Sterna) como un elemento posiblemente apto para ser utilizado en un acabado ignífugo, debido a que la composición de la concha de nácar es del 90% carbonato de calcio, el cual es resistente a temperaturas de hasta 825°C, por ende, un posible producto funcional para evitar la propagación de la llama. Siendo un proceso novedoso y sostenible el cual no genera impacto negativo para el medio ambiente, por consiguiente, se pretende aplicar concha de nácar a un tejido plano sarga de composición 65%/35% poliéster/algodón y posteriormente analizar la propiedad ignifuga por medio de ensayos de laboratorio para determinar su funcionalidad como retardante a la propagación de la llama y con ello determinar la eficacia de este elemento para

acabado ignífugo, y poder brindar al mercado un producto novedoso y rentable como prendas de protección, ropa de trabajo, mantelería y lencería para el hogar, los cuales a pesar de que cuenten con esta propiedad sigan siendo accesibles para el consumidor y rentables, satisfaciendo las necesidades del usuario y por ende cuidando su integridad.

A demás es de gran importancia continuar con la investigación para desarrollar nuevos procesos los cuales sean óptimos y sostenibles, por ende, permita ampliar los conocimientos sobre las propiedades de la concha de nácar y su potencial de aplicación en la industria textil, para realizar productos eco amigables, rentables y siempre garantizando la calidad del producto.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Desarrollar un acabado con concha de nácar mediante el proceso de impregnación en un tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón para determinar la propiedad ignífuga.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

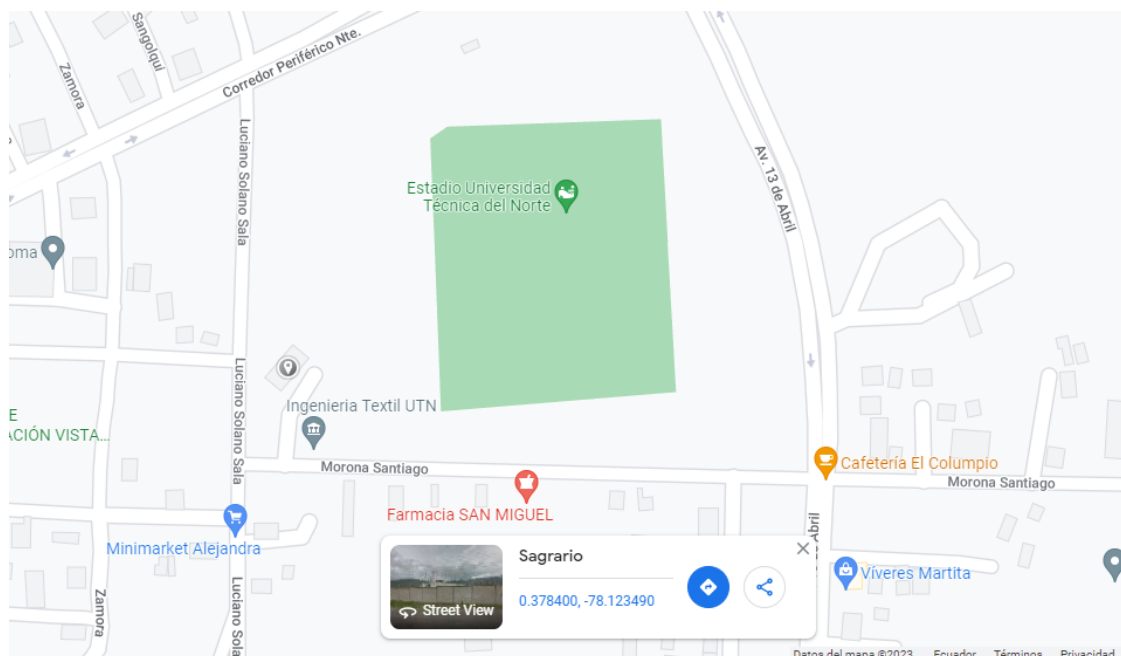
- Indagar en fuentes bibliográficas confiables sobre la propiedad ignífuga de concha de nácar y su potencial para ser aplicado en acabado ignífugo.
- Desarrollar muestras del tejido plano con el acabado mediante el proceso de impregnación a diferentes concentraciones de concha de nácar y otros auxiliares de acabados.
- Analizar los resultados de las muestras expuestas a la llama mediante del equipo Flexiburn aplicando la Norma ISO 15025: 2000 método B, para determinar el comportamiento del acabado en el tejido.

## 1.5 Características del Sitio del Proyecto

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, donde podemos encontrar una amplia gama de equipos de laboratorio a de más de maquinarias estandarizadas y de última tecnología, ubicado en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala representado en la **Figura 1**.

### Figura 1

*Coordenadas de ubicación Laboratorio de Textiles.*

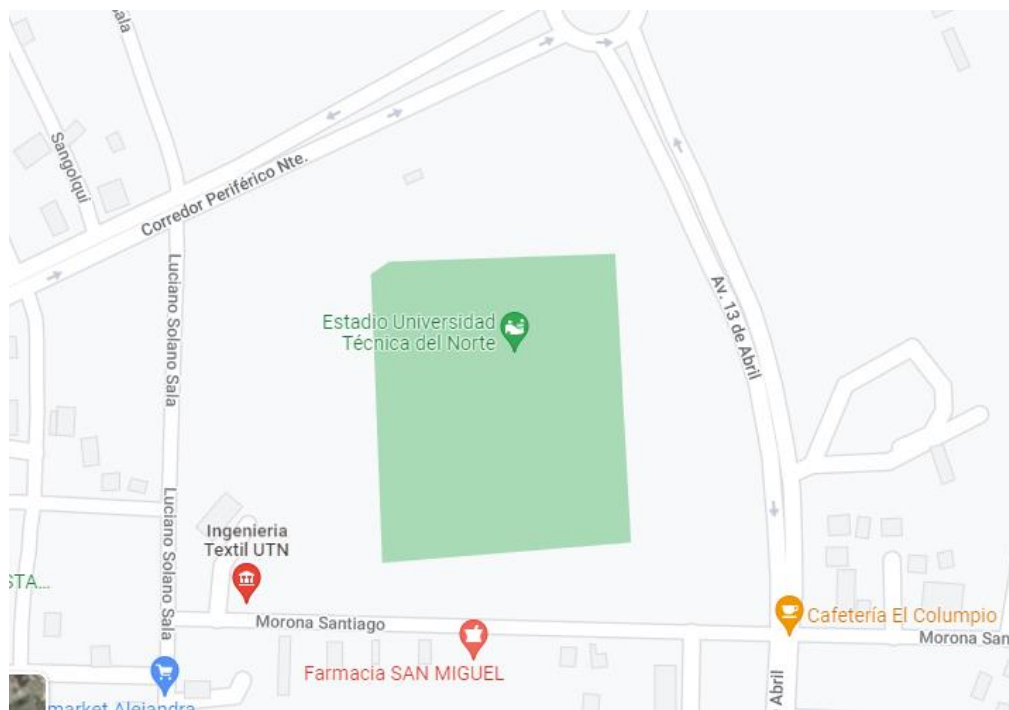


**Fuente:** Google maps (2022)

A continuación, se indica el segundo sitio en donde se realizó las pruebas insitu de recolección de datos indicado en la figura 2.

## Figura 2

*Sitio de recolección de datos*



**Fuente:** Google maps (2022)

## CAPÍTULO II.

### 2. ESTADO DE ARTE

#### 2.1 Estudios Previos

A lo largo del tiempo se han desarrollado estudios de investigación de la concha de nácar debido a sus propiedades, principalmente por ser despigmentante natural, siendo la materia prima más utilizada en la industria cosmetiquera. Viendo esto y el gran potencial de sus propiedades se ha desarrollado diferentes estudios de aplicaciones en diferentes sectores industriales, tal como es en la industria textil, en donde se han obtenido grandes resultados, por ende, abre paso a nuevos estudios.

##### 2.1.1 Composición de la Concha de Nácar.

El nácar o madreperla, está compuesto principalmente por minerales como la aragonita la cual se encuentra en capas delgadas intercalada con la conchiolina una sustancia orgánica, y de otros compuestos como magnesio, hierro y proteínas.

Según (He et al., 2015) señala en su estudio que:

La concha de nácar se compone principalmente por un 95% Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y 5% de matriz orgánica, en fase inorgánica presenta un 4,96 % de calcita y 95,4% de argonito. Y la evaluación de análisis térmico indica la biomineralización de materia orgánica y del carbonato de calcio, transformación polimorfa de argonito a calcita con una temperatura de 400 a 500°C. También existen otro estudio donde afirma que “el nácar está compuesto por plaquetas hexagonales de aragonita ( $\text{CaCO}_3$ ) cristalizado en capillas de 0,5 -1  $\mu\text{m}$  de amplitud y 10-20  $\mu\text{m}$  de grosor, organizadas en capas paralelas e intercaladas con una membrana interlaminar, unidas por puentes de minerales preexistentes entrelazadas por plaquetas. El nácar es compuesto aproximadamente



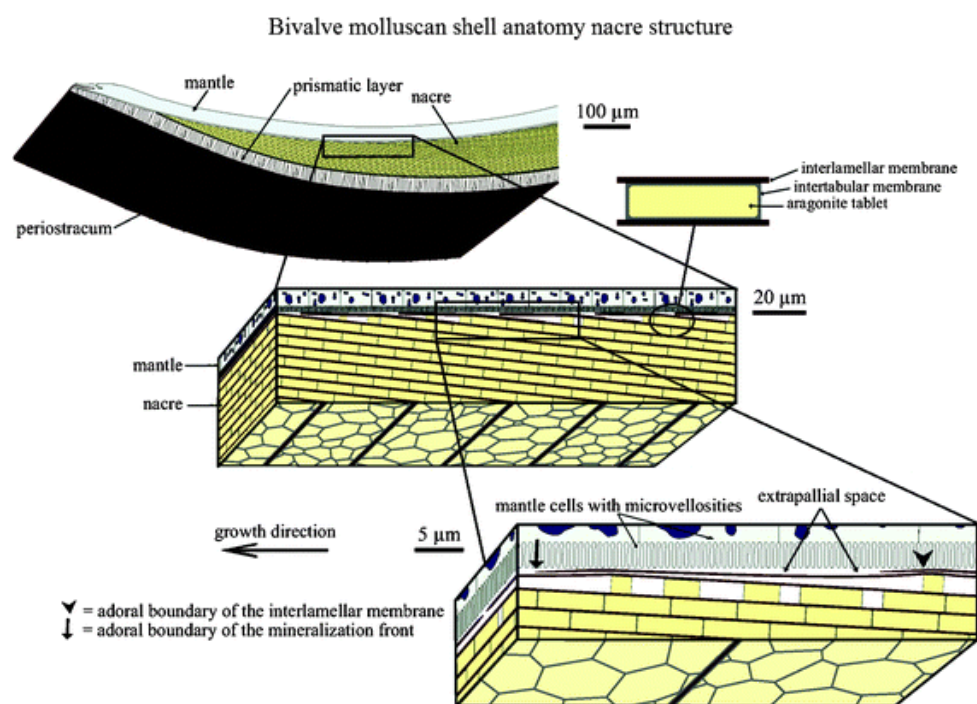
por 95 a 98% de su peso es aragonita y un -2 a 5 % de biopolímeros elásticos de conquiolina (sustancias proteínicas de quitina, lustrina, entre otras)”(Gim et al., 2019, p.2).

Otros autores demuestran la anatomía de la concha de nácar, de la siguiente forma:

Las propiedades mecánicas del nácar trascienden de su microarquitectura organizada con plaquetas de minerales, en estado seco su comportamiento es similar a una cerámica monolítica. La anatomía de la concha de nácar, generalmente se compone de una estructura de tres capas: la capa externa (periostracum) compuesta de proteínas endurecidas, capa intermedia (prismática) compuesta de calcita columnar y la capa interna (nácar) compuesta de aragonito en forma cristalina de carbonato de calcio y materiales orgánicos, proporciona endurecimiento al disipar energía mecánica por su capacidad de deformarse.(Sun & Bhushan, 2012, pp 7617-7618)

### Figura 3

*Esquema de la anatomía de la concha de moluscos bivalvos*



**Fuente:** (Sun & Bhushan, 2012)

El polvo de perla y el polvo de nácar no tienen citotoxicidad, la mayoría de los estudios informaron actividades farmacológicas in vitro y estudios in vitro de polvo de perla y polvo de nácar, el mecanismo de osteoblastos in vitro y osteoblastos in vitro de polvo de perla y polvo de nácar necesita más estudio. Es el punto de acceso para estudiar la aplicación del poder de la perla en productos y medicamentos para el cuidado de la salud seguros, saludables y profesionales en el futuro (Danquah et al., 2021).

Las características geológicas de los moluscos sean de agua salada o dulce son:

**Tabla 1**

*Propiedades Geológicas de la Concha de Nácar*

<b>Propiedades Geológicas de la Concha de Nácar</b>	
<b>Información Mineral</b>	Carbonato de calcio, aragonito
<b>Composición química</b>	84-92 % carbonato de calcio, 4-13% sustancias orgánicas
<b>Color</b>	Crema a champán rojizo
<b>Dureza</b>	3 a 4 Mohos
<b>Gravedad específica</b>	2,60 a 1,66
<b>Índice de refracción</b>	1,52 a 1,66

**Fuente:** (Beads, 2020)

### **2.1.2 Aplicaciones del Nácar.**

El nácar tiene diferentes usos y aplicaciones, los más comunes son en joyería debido a su brillo, en artesanías por su resistencia y belleza, en instrumentos musicales debido a que proporcionan un sonido más “radiante”, acabados arquitectónicos para decoración de interiores y exteriores, cosmética por su poder despigmentante, en medicina para tratar diferentes afecciones y en textiles para hilos, tejidos y acabados. Con distintas investigaciones se ha logrado identificar más propiedades y características, que pueden ser funcionales. A continuación, se mencionan diferentes estudios de sus aplicaciones.

La concha de nácar (*Pterna Sterna*) secreta una sustancia biomineral en polvo con lo cual regeneran sus cubiertas, por esta razón este elemento es utilizado en diferentes industrias, con diferentes aplicaciones, aprovechando sus propiedades y beneficios que conlleva.

#### Figura 4

*Aplicaciones de la concha de nácar.*



**Nota:** La imagen muestra diferentes aplicaciones de la concha de nácar y la perla en polvo.

**Fuente:** Adaptada de (Pei et al., 2021)

“En medicina es utilizado por su capacidad de calmar la mente, distribuir el calor y su poder desintoxicante por lo que es utilizado en casos de neurastenia, faringitis, hinchazones y dolor lingual” ( Zhang et al., 2008 ; Duan y Dong, 2009, citado por Pei et al., 2021, p.2).

“Actividades biológicas el polvo de nácar puede presentarse en actividad osteogénica donde fue aplicado presenta un fuerte efecto de proliferación sobre los osteoblastos y osteoclastos en la formación y morfogénesis del tejido óseo. Ocupando un papel importante en la recuperación de huesos vertebrales de ratas y cartílagos” (Pei et al., 2021).

Como antioxidante in vitro, (Chiu et al., 2018) en su estudio evaluaron varios índices de oxidación, donde administró 3 g/d de polvo de perlas y 3 g/d de placebo durante 8 semanas a 20 individuos, obteniendo como resultado abundancia de contenido proteínico, demostrando una mayor capacidad antioxidante, por lo que el polvo de perla se puede utilizar para tratamiento de enfermedades degenerativas relacionadas por la edad.

Migración de fibroplasto, para esto el nácar soluble en agua (WSN) y WSM presenta los efectos de promover la curación y recuperación de heridas por quemaduras. Debido a que el WSN y WSM promueven la expresión del gen del colágeno y logran la reparación de heridas (Jian-Ping et al., 2010).

Efecto antiinflamatorio y anti apoptótico, en lesiones cutáneas agudas provocadas por la radiación o radioterapia, provocan efectos secundarios como irritación en la piel, descamación, sarpullido, úlceras sangrantes, entre otros, afectando la calidad de vida. Por lo que se estudiaron los principales componentes activos de la perla (WSMs, aminoácido natural de alta pureza), su efecto antiinflamatorio y anti apoptótico, en diferentes concentraciones, observaron los efectos de rayos UVB. El extracto de polvo de nácar se probó en implantes de piel deshidratados artificialmente y se observó la expresión de proteína de poli filamento y transglutaminasa 1 en piel deshidratada después de marcar con anticuerpos monoclonales específicos. Este estudio encontró que el extracto de polvo de nácar puede inducir la reconstrucción de los cementos intercelulares en la cutícula y puede usarse para tratar los síntomas de la dermatitis (Yang et al., 2015).

En la industria textil para elaboración de fibras de perla, en la cual requiere del polvo de perla en nanopartículas en fibra de viscosa la cual gira en la fibra, con la distribución uniforme de las partículas, compuesto por un masterbatch funcional de proteína de nácar y resina, provocando la distribución de partículas. Esto debido a que el material de nano perla es una fibra viscosa, por ende, se caracteriza por su suavidad, confort, capacidad de absorción de humedad, transpirabilidad, además es fácil de teñir y es antiestático. Estas fibras son hiladas y posteriormente forman tejidos ya sea en mezclas con fibras como algodón, viscosa, entre otras, o 100% nácar, y siendo caracterizados por su confort y saludable (Hu y Wu, 2020 ; Liu et al., 2020; Liao, 2018, citado por Pei et al., 2021, p. 10).

En procesos de acabados antibacteriales con concha de nácar en tejido de punto, por medio de proceso de impregnación, en donde la solución es realizada con productos compatibles con el pH, distribuyendo de manera homogénea la solución en el tejido. Las muestras fueron analizadas para determinar la cantidad de microorganismos aerobios, dando como resultados que las muestras tratadas con una dosificación de 20 y 30 g/L de nácar presentaron mejor respuesta antibacterial, con una eficacia del 90%, en comparación con las muestras tratadas con 40 g/L de nácar, tanto lavadas como no lavadas que tienen una eficacia del 37.5% y 0% respectivamente. Debido a las propiedades del nácar pues brinda un grado de medio de alcalinidad y es específicamente en un medio alcalino donde los microorganismos aerobios mesófilos y anaerobios facultativos tienen dificultad para desarrollarse y por tanto su presencia es casi nula (Ipiates, 2022).

Fabricación de hilos en mezclas de 65%/35% algodón/perla, la cual es mezclada con una solución de partículas ultrafinas de nácar de fibras de celulosa y fibras de celulosa regenerada, con lo cual se pretende conservar las características especiales del nácar y las del algodón tales como transpirabilidad, suavidad y confort, entre otras. Esta producción requiere de alta tecnología. Para

el diseño del proceso de hilado es necesario la determinación de los pasos que conllevan el proceso, los parámetros que requiere, y estar en alerta con los problemas que puedan generarse en la producción, medidas técnicas, controles de temperatura, humedad y el equipo adecuado para trabajar (Li & Wang, 2012).

### **Figura 5**

*Sábanas de algodón/perla*



**Fuente:** (Portafolio Amparo Taylor, 2023)

#### **2.1.3 Carbonato de Calcio.**

El carbonato de calcio es el principal componente de la concha de nácar, es un mineral importante en la industria, por su alta blancura, baja absorción de aceite y actuar como dispersante balanceando las propiedades.

Los rellenos minerales se pueden usar solos o combinados, según el tipo de resina y los requerimientos del usuario, gracias a su consistencia y pureza química. Los carbonatos ayudan a disminuir el precio de las resinas (Cales Blancaley, 2013).

De acuerdo con (Roth GmbH, 2022) indica que el carbonato de calcio su punto de fusión es de 825°C, temperaturas superiores a esta procede a la descomposición térmica, es poco soluble, no

es inflamable, no es reactivo bajo condiciones ambientales normales, de igual manera presenta estabilidad química en condiciones predecibles de temperatura y presión durante su almacenamiento y manipulación, reacciona con ácidos, no es tóxico para el contacto humano ni ambiental, pues es una sustancia biodegradable.

Es por estas propiedades que es utilizado en la industria de jabones en donde es utilizado como relleno mineral y así retener la humedad, mejorar la consistencia y secado, mejorando su aspecto y controlando el peso final del producto, mejora la acción de limpieza debido a su grado de abrasividad. En la industria del caucho es el que mantiene la flexibilidad, da mayor torsión y tracción, mejora características mecánicas y eléctricas. En pinturas aumenta el poder de cobertura por ende el rendimiento de pinturas de alta calidad y en la farmacéutica. (Cales Blancaley, 2013)

#### **2.1.4 Acabado Ignífugo.**

Un acabado ignífugo o retardante a la llama, es ideal para tejidos con riesgo a propagar el fuego, como ropa de trabajo, cortinas, manteles, decoración de interiores, etc. Con dicho acabado se espera en primera fase de que este no se incendie de forma rápida, consecutivamente debe evitar la llama y la rápida combustión y debe de tener una duración establecida de acuerdo con la norma que se aplique el cual no propague la llama.

Se han realizado varios estudios de investigación para obtener un acabado ignífugo con la aplicación de productos biodegradables no contaminantes con el ambiente, algunos de ellos son:

Acabado ignífugo con la aplicación de la arcilla caolín en una tela lona al algodón 100% por método de impregnación, este producto es utilizado debido a las propiedades de refractarias. Dicho acabado requiere de una tela descrudada y pre blanqueada, siendo apta para el acabado. Se realiza distintas formulaciones de receta hasta obtener la solución óptima para el acabado, concluyendo con dosificaciones de caolín 300, 600 y 1200 g/L y apresto CW 150 g/L. Procede con

el proceso de impregnación foulardado con una excelente distribución de la solución en el tejido obteniendo resultados alentadores en el ensayo de determinación de la propagación de la llama en tejidos con concentraciones altas de caolín, para ello aplica la Norma ISO 15025:2000, obteniendo resultados confiables de 95% por lo que en el futuro se podrían replicar. (Córdova, 2022)

La aplicación de arcillas para un acabado ignífugo en género de punto 100% algodón, demostrando la capacidad retardante al fuego para un tiempo estimado de 10 s y temperatura alcanzada es de 555 ° C, incluso se demuestra ir más allá de dichos parámetros establecidos, en el cual un gran número de pruebas resisten a un mayor tiempo de ensayo y temperatura, alcanzando los 15 s a 667 ° C, donde numéricamente hablando expresan una propiedad ignífuga y resistencia del 89,51% y 84,62% respectivamente. Por lo que se realizó ensayos con distintas formulaciones de aprestos con dosificaciones ideales de arcilla para formación de una pasta de 55% arcilla y 15% resina, para permitir la consistencia de esta pasta en la superficie del tejido requiere de parámetro de 26°C y 71% HR. Con 4 diferentes dosificaciones de apresto a base de arcilla utilizadas (40%, 30%, 20%, 10%), recubrimientos en 1 mm y 0,5 mm de espesor y finalmente ensayos al fuego para 10 y 15 segundos de duración, obteniendo los mejores resultados con 10% de concentración de arcilla, aportando a demás al tejido suavidad de tacto, flexibilidad y un aspecto húmedo-brillante que los hace de mejor calidad (Puma, 2019).

Para el proceso de acabado ignífugo con arcilla, se procede a tamizar para la separación de partículas, esto es clave para que sean uniformes y de mejor manejo en el acabado. Utiliza un apresto como ligar a la arcilla en el tejido, esto con diferentes dosificaciones para obtener la propiedad ignífuga en todo el tejido.



## **2.2 Marco Legal**

### **2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.**

De acuerdo con la constitución de la república, los artículos que hacen referencia al tema planteado como trabajo de titulación, son las siguientes:

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

La protección del ambiente, la diversidad de los ecosistemas, la riqueza del patrimonio genético nacional, la prevención de la degradación ambiental y la restauración de los espacios naturales afectados se consideran de interés público.

**Art. 32.-** El derecho a la salud está garantizado por el Estado, y se relaciona con otros derechos como el acceso al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que favorecen el buen vivir.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (Asamblea Nacional, 2022, p.12,14,29).

**2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.** Las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte designadas para la Carrera de Textiles son:

- 1) Producción industrial y tecnología sostenible.
- 2) Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico (Universidad Técnica del Norte, 2023).

### **2.2.3 Tulsma.**

Preventivo o de Prevención. Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño (MAE & Bejarano, 2018, p. 96).

## **2.3 Marco Conceptual**

### **2.3.1 Concha de Nácar.**

El nácar es una sustancia secretada por el saco de las perlas y acumulada alternativamente por muchas capas cristalinas de carbonato de calcio y proteína de quitosano. El polvo de nácar se elabora de la parte interna de la concha de ostra perlífera que elimina la cutícula externa de la concha y la capa interna de la capa prismática media (piezas puras de nácar cortadas de conchas de ostra perlífera), la estructura formada por carbonato de calcio y conquiolina se llama nácar. El polvo de nácar también se puede dividir en polvo de nácar de agua dulce y polvo de nácar de agua de mar (Pei et al., 2021).

El proceso de obtención del polvo de concha de nácar puede ser por método ancestral o casero el cual consiste por hidrólisis ácida o alcalina con el uso de limón, o por el método mecánico de trituración, la corteza y capa de concha es tritura y posteriormente tamizada, obteniendo un

polvo de nácar con tamaños de partículas más uniformes. Los métodos de preparación del polvo de nácar incluyen trituración mecánica, hidrólisis ácida e hidrólisis alcalina.

- a) **Trituración mecánica:** “trituration de la cutícula y la capa prismática de la cáscara y el nácar restante. Después de moler y tamizar se obtiene el polvo de nácar” (Li & Wang, 2012).
- b) **Hidrólisis ácida:** “Polvo de nácar con ácido clorhídrico (HCl) diluido al 5% y esterilizar con peróxido de hidrógeno al 0,5% y luego liofilizar. Este método corroe el equipo y contamina el medio ambiente, que no es adecuado para la producción en masa” (Zhang et al., 2021).
- c) **Hidrólisis alcalina:** Remoje las conchas con hidróxido de sodio (NaOH), exfolie la cutícula y la capa prismática. Sin embargo, había residuos de NaOH en las muestras. Los productos pueden dañar el equilibrio del ácido y la base de la piel. Por lo tanto, el nácar después del tratamiento con álcali debe lavarse con agua muchas veces o tratarse con ácido para reducir los residuos de álcali. (Deng et al., 2015)

## Figura 6

*Polvo de concha de nácar*



**Fuente:** (Espora Green, 2018)

## 2.3.2 Fibras Textiles.

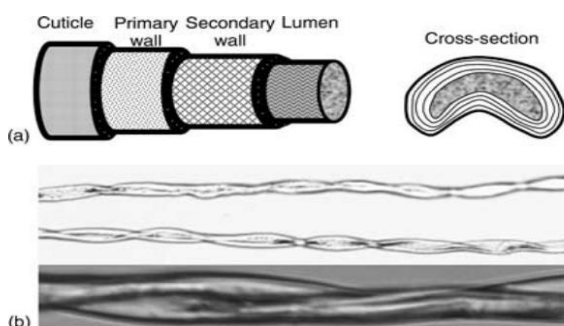
### 2.3.2.1 Algodón.

El algodón es una fibra de origen vegetal. Para (Wang & Wang, 2009) las fibras de algodón son anisotrópicas y tienen una estructura morfológica compleja. Fibras unicelulares que crecen alrededor de las semillas de la planta de algodón. Las grandes variaciones se deben particularmente a la longitud, diámetro y la madurez de las fibras. Como resultado, existen diferencias significativas en las propiedades de la fibra dentro de los fardos e incluso en la semilla. La calidad de la fibra se rige por factores, incluyendo el entorno de crecimiento de la fibra.

Cada fibra se compone de veinte a treinta capas de celulosa enrolladas ordenadamente, lo que le da al algodón propiedades únicas de resistencia y durabilidad. La madurez es una medida del grado de desarrollo de sus paredes primarias y secundarias. Tanto las fibras inmaduras como las demasiado maduras son indeseables para aplicaciones textiles (Wang & Wang, 2009). “Casi el 90% de las fibras de algodón son celulosa, su peso molecular es el más alto entre todas las fibras vegetales y el orden estructural es altamente cristalina, orientada y fibrilar” (Koh, 2011)

### Figura 7

*Estructura de la fibra de algodón*



**Nota:** (a) Estructura esquemática y (b) sección longitudinal de la fibra de algodón

**Fuente:** (Wang & Wang, 2009)

### 2.3.2.2 Poliéster.

El poliéster es un polímero termoplástico que se puede refundir y remodelar. Esta propiedad se aprovecha en la producción y reciclaje de fibras de poliéster. Normalmente, las fibras de poliéster se producen como filamentos continuos a partir de un polímero granulado (proceso por lotes) o mediante una polimerización continua.

En el proceso discontinuo, los gránulos se secan primero a una temperatura de aproximadamente 170 °C para reducir el contenido de humedad y así evitar la hidrólisis del polímero que conduce al deterioro de sus propiedades. A continuación, los gránulos se funden y se extruyen a través de una hilera a una temperatura entre 265 y 290°C. Este proceso a menudo se denomina hilado por fusión; la velocidad de producción puede ser tan alta como 4000 m/min. Los chorros emergentes de polímero se solidifican inmediatamente por el flujo de aire frío. Luego se estiran a una temperatura superior a  $T_g$  (69 °C) para mejorar la orientación de las cadenas de polímero y aumentar la resistencia. (Grishanov, 2011)

#### **Figura 8**

*Fibras de poliéster*



**Fuente:** (Solo Stocks, 2018)

### 2.3.3 Propiedades y Características Generales.

La mezcla de fibras textiles utilizadas para el presente estudio, son tomadas en cuenta debido a que es la mezcla más utilizada en tejidos para confeccionar ropa de trabajo, mandiles de trabajo, entre otras. Para su mejor comprensión, a continuación, se presenta las características y propiedades del algodón y poliéster.

**Algodón:** La composición de las fibras de algodón según (Hauser, 2015) se compone principalmente por celulosa y presenta una variedad de impurezas que deben eliminarse. Por lo cual requiere de un lavado adecuado del algodón proporcionará una tela absorbente y libre de impurezas que afectarían negativamente el teñido o el estampado.

**Tabla 2**

*Composición de las fibras de algodón*

Componente	Porcentaje
Celulosa	94%
Proteínas	1,3%
Pectinas	0,9%
Minerales	1,2%
Ceras	0,6%
Ácidos orgánicos	0,8%
Azúcares	0,3%
Otros	0,9%

**Nota:** La tabla muestra un análisis típico de una fibra de algodón crudo.

**Fuente:** (Hauser, 2015)

**Poliéster:** La estructura de las fibras de poliéster es una combinación de regiones cristalinas y no cristalinas. Se caracterizan por una baja absorción de humedad, la capacidad de acumular cargas electrostáticas en la superficie y la tendencia a la formación de haces de fibras enredadas

en la superficie del tejido (efecto pilling), son resistentes a la acción de ácidos diluidos, álcalis y solventes orgánicos, pero pueden dañarse gravemente en altas concentraciones. Debido a la estructura altamente cristalina y densa y la presencia de anillos de benceno que proporcionan rigidez a las regiones amorfas, las fibras de poliéster deben teñirse a altas temperaturas de hasta 140°C y presiones elevadas.

**Tabla 3**

*Propiedades del poliéster*

<b>Propiedades</b>	<b>Valor medio</b>
Longitud (mm)	38
Densidad lineal (dtex)	1.33 ± 0.04
Sección transversal	Circular
Brillo	Semi mate
Tenacidad (cN/tex)	7.0 ± 0.2

**Nota:** La tabla indica las propiedades de la fibra de poliéster.

**Fuente:** (Hussain, 2011)

### **2.3.4 Tejido Plano.**

El tejido plano es un tipo básico de tejido que se forma mediante el entrelazamiento de hilos de urdimbre y trama, pueden ser fabricados con diferentes tipos de fibras o mezclas, y son utilizados en diversas aplicaciones textiles.

#### **2.3.4.1 Generalidades.**

Está compuesto por únicamente dos hilos que forman un ángulo recto, el hilo de urdimbre, que por lo general posee más torciones y tiene procesos de engomado que le brindan resistencia para antes de ingresar a la tejeduría y un hilo de trama que está dispuesto de forma transversal.

**Figura 9***Tejido plano*

Este tipo de tejidos son elaborados en máquinas llamadas telares, los mismos que se clasifican según la forma de inserción de la trama llevan un nombre, es así como se tiene:

- Telares de aire
- Telares de pinza
- Telares de lanzadera
- Telares de proyectil
- Telares de agua

Cada uno de los telares que se mencionan anteriormente están destinados a ciertos tipos de materiales y en base a esto la calidad de las telas son diferentes y varían de acuerdo con el telar utilizado. Para la elaboración de este tipo de tejido, los hilos totales dispuestos en todo el ancho del tejido son enrollados en un carrito de grandes proporciones denominado enjulio, cada hilo pasa por diferentes elementos como el para urdimbres, lisos y termina en el peine. El diseño de un tejido está determinado por la configuración que tengan los marcos a la hora de subir y bajar, esta configuración está dada por excéntricas cajas dobby que levantan o maquinillas que son operadas de



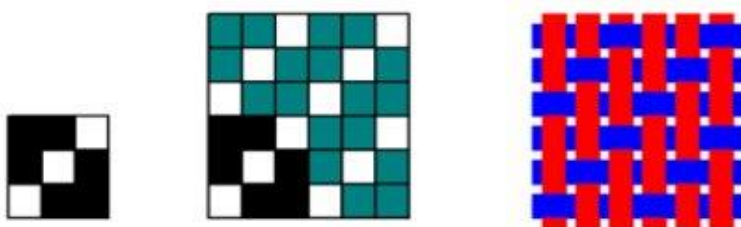
una forma electrónica, por tanto, estas últimas presentan un gran número de posibilidades de diseño.

#### 2.3.4.2 Ligamento Sarga

Es un tejido distinguido por sus líneas diagonales en la estructura del tejido, las mismas que se forman con un ligamento de sarga. Estas líneas son formadas por el desplazamiento de los hilos de forma escalonada. Caracterizado por ser fuerte y duradero, debido al entrecruzamiento de tres hilos de urdimbre y tres hilos de trama.

#### Figura 10

*Ligamento Sarga*



**Nota:** En la imagen se muestra disposición de los hilos en un tejido sarga.

**Fuente:** (Inuin, 2020)

#### 2.3.5 Proceso de Acabado Ignífugo.

Es un tratamiento que se da al género textil para retardar la acción del fuego sobre el mismo. Los factores que influyen en la inflamabilidad de las fibras son punto de ignición, irregularidad de la fibra, estructura del tejido o número de torsiones del hilo, y los productos químicos que presente el sustrato textil ( Bosch, 2012).

El acabado ignífugo es un proceso que se ha estado realizando desde los últimos años, estos por lo general usaban productos que eran derivados de halógenos, bromo y principalmente de metales pesados; estos productos no están autorizados para su uso en algunos países por su elevado

potencial toxicológico, ya que estos productos al liberarse en el ambiente pueden ser absorbidos por seres vivos y causar el riesgo de producir cáncer.

El acabado ignífugo es a diferencia de otros acabados más comunes, necesita una experimentación previa amplia y, por otra parte, la idónea selección del producto ignífugo está vinculada a las propiedades de la normativa a llevar a cabo, de tal forma que el comportamiento de un tejido con acabado ignífugo puede ser válido para un determinado requerimiento por las leyes de un país, y no aceptable para otro. La conducta al fuego de las materias textiles no es la única característica exclusiva que debe ser considerada; sino también deben ser tenidas en cuenta junto a características de comportamiento habituales, tales como la resistencia a la rotura por tracción, a la abrasión, la hidrofiliidad, la propensión a la electricidad estática, etc (Puma, 2019).

El acabado ignífugo, no inflamable o retardante de llama, son aplicados generalmente a tejidos con riesgo de quemaduras, como, por ejemplo, desde productos textiles para el hogar hasta ropa de cama, cortinas y telas de tapicería, como ropa de trabajo, la ropa de trabajo y productos textiles que utiliza el piloto, bombero, policía, soldado, panadero o cualquier trabajo relacionado con el fuego, teatro, cine, sala de conciertos, casino, decoración en lugares de entretenimiento. El acabado es aplicado a los tejidos que son utilizados para las prendas textiles mencionados anteriormente.

Para ser ignífugo requiere de las siguientes etapas:

- Primera fase, retardar la combustión del sustrato textil.
- Segunda fase, se previene la presencia del fuego y la combustión del material textil.
- Tercera fase, el producto textil que comenzó a arder se desconecta de la llama.

**Figura 11***Acabado ignífugo*

**Nota:** La imagen muestra un tejido sometido al fuego para determinar la propagación de la llama en el tejido.

**Fuente:** (Science Laboratory y Certification, 2019)

Existen diferentes productos químicos aplicados para el acabado ignífugo. La característica común es disminuir la velocidad de combustión del material textil, retardando el desgaste molecular debido al calor y retardar la propagación del fuego. El resultado de este proceso hace que la tela tarde más tiempo en arder y que se vuelva resistente al fuego (Science Laboratory y Certification, 2019). Acabado a prueba de fuego, se aplica generalmente a telas que se encienden rápidamente, tienen bajas temperaturas de calentamiento e ignición, y están tejidas con fibras sintéticas inflamables.

Por esta razón, los tejidos de lana no se utilizan en lugares que requieren inflamabilidad.

**2.3.6 Proceso de Impregnación.**

El foulardado es una técnica la cual consiste en sumergir un tejido en un baño de solución de acabado (tintura, acabados, etc), y luego de ser oprimido por los rodillos de presión. Cuando el baño cuenta con tintes o sustancias de acabado, estas quedan adheridas a la superficie de la fibra,

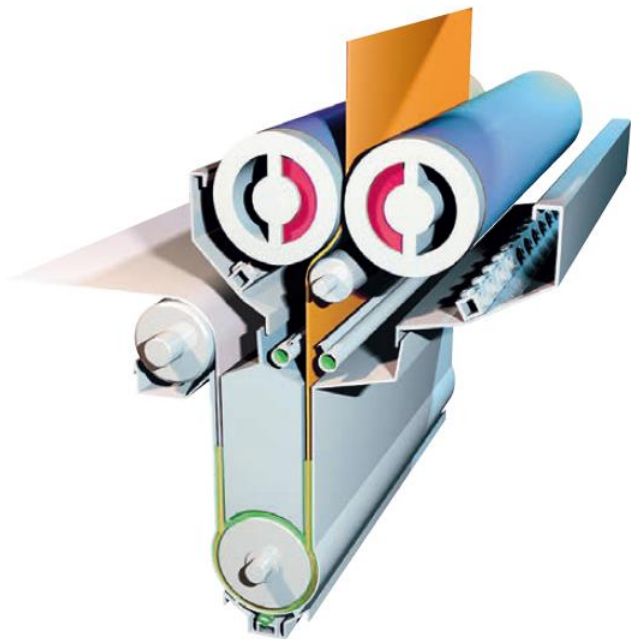
por lo cual requiere de más pasos en el foulard para lograr que la solución se fije, y obtener un proceso adecuado (Cabanes Sole, 2013).

La cantidad de solución impregnado en el sustrato textil depende de:

- Absorción de la materia
- Cantidad de baño de tinte depositado (impregnado/escurrido)
- Cantidad de colorante en el baño de impregnación

### Figura 12

*Proceso de foulardado*



**Fuente:** (Line, 2016)

#### 2.3.7 Fórmula del Pick Up.

“El pick up es el porcentaje de humedad que absorbe un sustrato textil (en especial tejidos), poseyendo un porcentaje de humedad dentro del mismo” (Asociación Peruana de Técnicos Textiles, 2017).

Este control es realizado adquiriendo una muestra de tejido húmedo luego del proceso de impregnación pasando por el foulard horizontal, y comparando con el peso en seco de la misma muestra. Para obtener datos más verídicos, las muestras son almacenadas en fundas herméticas y llevadas al laboratorio, para luego ser pesadas en estado húmedo (Lima, 2017).

La diferencia de presiones entre el primer y segundo juego de foulard es lo que permite obtener el pick up óptimo en el tejido y así dar el acabado deseado al tejido.

Este cálculo se realiza en procesos húmedos por impregnación para verificar las condiciones del proceso, aseguran su reproducción a futuro y para determinar la cantidad de la solución que fue impregnada en el tejido y el desperdicio.

### **Ecuación 1**

*Ecuación para el cálculo del Pick Up*

$$\text{Pick Up} = \frac{\text{Peso en seco} - \text{Peso en húmedo}}{\text{Peso en seco}} \times 100\%$$

**Fuente:** (Lockuán, 2012)

## **CAPÍTULO III.**

### **3. METODOLOGÍA**

En este capítulo se presenta las normas que han sido aplicadas en el trabajo de investigación y los tipos de investigación que fueron utilizadas durante el desarrollo, el procedimiento óptimo, materiales e insumos que son utilizados, e interpretar si el estudio es cualitativo o cuantitativo.

#### **3.1 Tipos de Investigación**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron diversos métodos de investigación, entre ellos son:

##### **3.1.1 Investigación Analítica.**

Este método de investigación es el más común, ya que permite descomponer un fenómeno complejo en elementos y características, a la vez examinar diversas relaciones, propiedades y componentes. De esta manera facilita el estudio de cada parte, la síntesis de la revisión bibliográfica y el análisis y clasificación de las fuentes de información para extraer las ideas clave. Además, es útil para generar conocimientos, para buscar y procesar información empírica, teórica y metodológica (Rodríguez, A. y Pérez, 2017).

##### **3.1.2 Investigación Experimental.**

Este tipo de investigación implica el uso de los sentidos para observar o manipular objetos y fenómenos en la experimentación. Se controlan las variables dependiente, independiente y externas para establecer una relación de causa y efecto, partiendo de una hipótesis planteada por el investigador y comprobada mediante la experimentación científica (Cerezal y Fiallo, 2002). Es un proceso racional que requiere de conocimiento empírico que corresponda con lo abstracto concreto y lo concreto pesado, ambos relacionados entre sí formando un todo.

### **3.1.3 Investigación comparativa.**

Este tipo de investigación se enfoca en la búsqueda de similitudes y disimilitudes, basado en el criterio de homogeneidad, donde la identidad de clase es el elemento que legitima la comparación, y por la comparación de acuerdo con el mismo género y especie. Mientras que, las disimilaridades se presentan como diferencia de la especie de su género, por lo que requiere un trabajo sistemático y riguroso que implica la definición previa de las propiedades y atributos posibles de ser comparados. (Tonon, 2011)

## **3.2 Normas textiles empleadas**

En esta sección, se detalla las normas utilizadas en el trabajo de investigación para determinar la propiedad ignífuga, tratamientos y preparación del tejido.

### **3.2.1 AATCC 20A: 2012 (Análisis Químico Cuantitativo de Fibras Textiles).**

La mencionada norma, tiene el objetivo de comprobar de forma cuantitativa la composición o caracterización de un sustrato textil, con la aplicación de químicos según lo requiera la naturaleza de la fibra, pueden ser examinados en forma de fibras crudas y tomadas a partir de hilados o tejidos. Es aplicable en mezclas entre fibras sintéticas y naturales (AATCC, 2012).

### **3.2.2 ISO 7211/2: 1984 (Determinación del número de hilos por unidad de longitud).**

Esta norma técnica describe cómo medir el número de hilos por unidad de longitud en diferentes tipos de tejidos. Se presentan tres métodos, según las características del tejido. Siendo el método A el más adecuado, preciso, recomendado y más laborioso. “Se toman muestras con una distancia aproximada de 10cm, son acondicionadas en una atmósfera estándar, se cuentan los hilos en 5 lugares diferentes, estas pinzas se fijan a dos clavijas cortas paralelas, a una distancia según la cláusula 4”(ISO 7267, 2003).

### **3.2.3 ISO 3801: 1977 (Determinación de la masa por unidad de longitud y la masa por unidad de superficie)**

Este método permite calcular la masa por unidad de superficie de una muestra pequeña, por el método 5 el cual consiste colocar muestras pequeñas extraídas de la muestra original anteriormente ambientada en atmósfera estándar y se espera a que se equilibren con ella. Luego, se miden las dimensiones de las muestras pequeñas y se pesan. Finalmente, se divide el peso por el área para obtener la masa por unidad de superficie (ISO, 1983).

### **3.2.4 ISO 15025: 2000 (Determinar la Propagación de la Llama en Tejidos).**

Esta norma es utilizada para verificar la reacción de los textiles frente al contacto a la llama bajo condiciones controladas, donde hay una restricción de aire o grandes fuentes de calor intenso. Describe el método de ensayo para determinar la propagación limitada de la llama en textiles en forma de capa única o multicomponente. (ISO, 2000)

### **3.2.5 ISO 6330: 2012 (Procedimiento de Lavado y Secado Doméstico).**

En este caso esta norma será utilizada para determinar la permanencia del acabado frente a un específico nivel de lavado doméstico, ya que esta norma determina 13 niveles de lavado, siendo uno más riguroso que el otro además que esta norma no es solo utilizada para determinar la permanencia de los acabados sino también para: apariencia de la suavidad, cambio dimensional, resistencia a las arrugas, repelencia al agua y solidez del color al lavado doméstico. (ISO, 2021)

## **3.3 Descripción del Proceso**

Para el desarrollo de la investigación, es necesario seguir un conjunto de actividades planificadas, donde interviene la participación de individuos, recursos y materiales, coordinado con el fin de comprobar la hipótesis planteada. A continuación, se muestra el flujograma general y muestral del proceso de investigación.

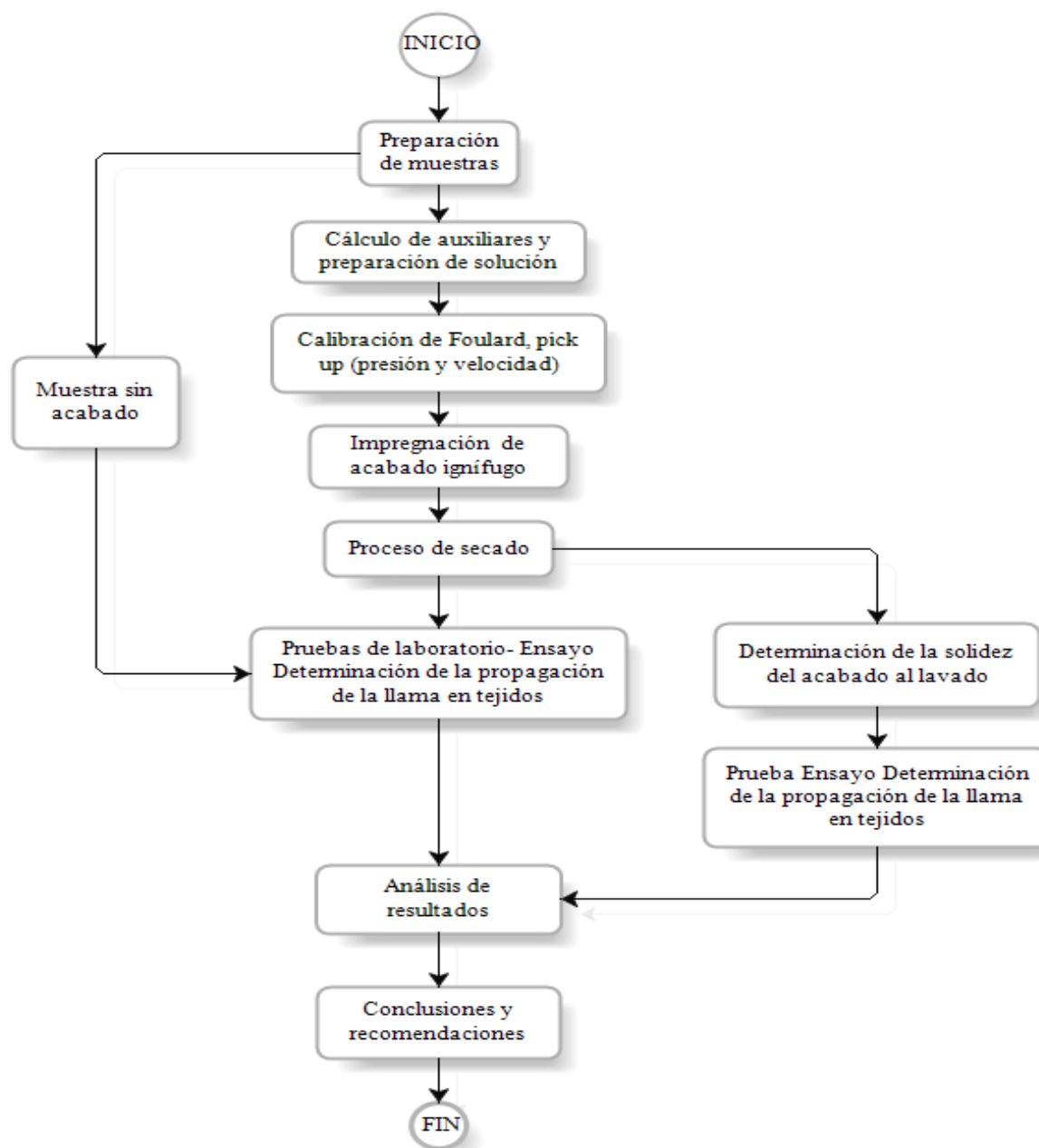


### 3.3.1 Flujograma General.

En la **Figura 13**<sub>Error! No se encuentra el origen de la referencia.</sub> se presenta el flujograma muestral, mismo que expone de manera concreta el proceso de ejecución del proyecto de investigación, detallando los materiales y equipos requeridos para el proceso de experimentación, considerando aspectos superficiales.

Figura 13

Flujograma general



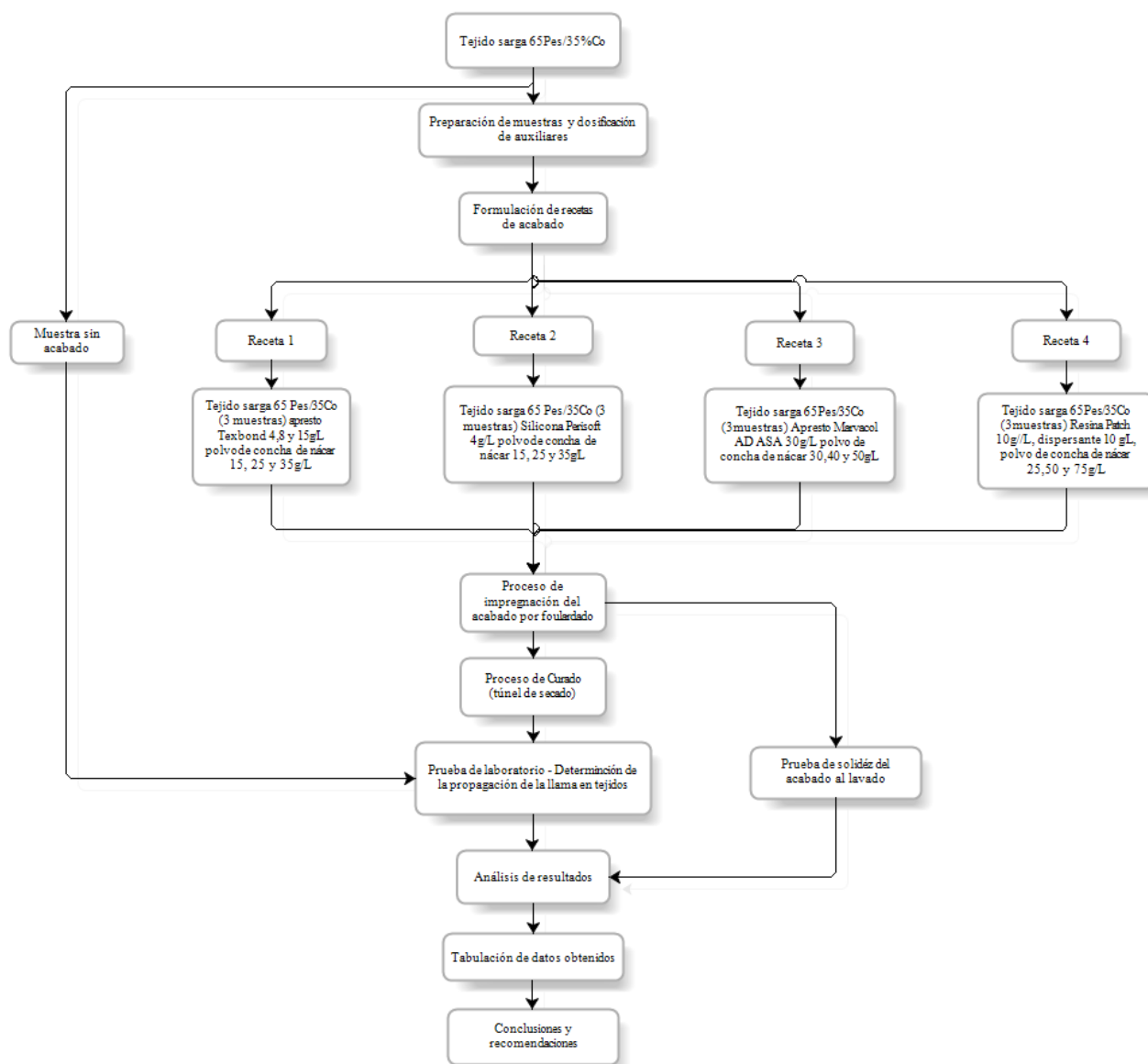
### 3.3.2 Flujograma Muestral.

En el flujograma muestral **Figura 14** se presenta de manera detallada las 4 diferentes formulaciones y concentraciones del polvo de concha de nácar utilizado en la solución de recetas

para acabado ignífugo, posteriormente ser aplicado el acabado en un tejido plano, ligamento sarga de mezcla 65% poliéster y 35% algodón.

**Figura 14**

*Flujograma muestral para la obtención de tejido ignífugo*



### 3.4 Equipos y Materiales

Para llevar a cabo el proceso experimental de la investigación, se realizó en el laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Los diferentes productos auxiliares, materiales y equipos de laboratorio se detallan a continuación:

#### 3.4.1 Concha de Nácar en Polvo.

Adquirido en polvo obtenido por trituración industrial. El polvo de concha de nácar es necesario ser tamizado **Figura 15** para obtener partículas de tamaño uniforme y considerable para ser utilizado en solución de productos en un medio acuoso sin que este se precipite.

#### **Figura 15**


*Tamizaje de la concha de nácar en polvo*



#### 3.4.2 Muestras de Tejido Plano Sarga 65% Poliéster/35% Algodón.

Tejido denso constituido por el ligamento sarga reforzada, elaborada con mezcla de 65% poliéster y 35% algodón para mayor resistencia y transpirabilidad. Utilizada principalmente en confección de gorras y uniformes institucionales, por las características beneficiosas que presenta son: no deshilacha y no decolora.

**Tabla 4***Información técnica del tejido*

<b>Ficha Técnica del Tejido</b>	
	
<b>Nombre comercial</b>	Gabardina Torino - Sintofil
<b>Ligamento</b>	Sarga 3x1
<b>Sentido</b>	S
<b>Composición</b>	de 65% poliéster y 35% algodón.
<b>Peso</b>	250 – 270 g/m <sup>2</sup>
<b>Ancho de tejido</b>	150cm
<b>Hilos/cm</b>	157
<b>Pasadas/cm</b>	51
<b>gramos/metro cuadrado</b>	242,78 g/m <sup>2</sup>
<b>Metros lineales</b>	364,17 g/m
<b>Rendimiento</b>	2,75 m/Kg

**Nota:** La composición de mezcla de fibras del tejido, se comprobó con el método de microscopio. **Fuente:** (Sintofil, 2022)

#### **Identificación de fibras textiles de la composición del tejido**

La identificación de las fibras textiles puede ser de manera física o química, por medio de diferentes métodos de análisis, basándose en fotos y datos estandarizados de acuerdo con la norma AATCC 20A. Con el fin de comprobar y determinar la composición del tejido se procede a realizar las siguientes pruebas de laboratorio y su correspondiente procedimiento y control.

- **Método de identificación pirognóstico**

Para el desarrollo de la prueba se requiere separar varios hilos del tejido y observar si hay diferencias entre ellos en brillo, torsión o color. Si hay diferencias, clasificar los hilos según el tipo de fibra que puedan tener. Posteriormente se sigue el siguiente proceso:

- Acercar con una pinza cada hilo a la llama y ver su reacción.
- Analizar la llama, el humo y el olor que produce cada hilo al quemarse y compararlos con los de distintas fibras conocidas.
- Examinar los residuos que quedan después de la combustión y ver si son cenizas o gotas, su color, forma y consistencia.

A continuación, se muestran los resultados del ensayo.

**Tabla 5**

*Resultados de la prueba pirognóstico*

<b>Fibras</b>	<b>Comportamiento cercar a la llama</b>	<b>Comportamiento en la llama</b>	<b>Comportamiento al retirar de la llama</b>	<b>Humo</b>	<b>Olor</b>	<b>Residuo</b>
Algodón	No se funde, no encoge y no se aleja	Arde rápidamente y sin fusión	Continúa ardiendo sin fusión	Gris	Papel quemado	Ceniza gris, ligera y borde suave
Poliéster	Funde, encoge y aleja de la llama	Arde lentamente con fusión	Autoextingue	Negro	Dulce aromático	Ceniza dura, de forma esferoidal

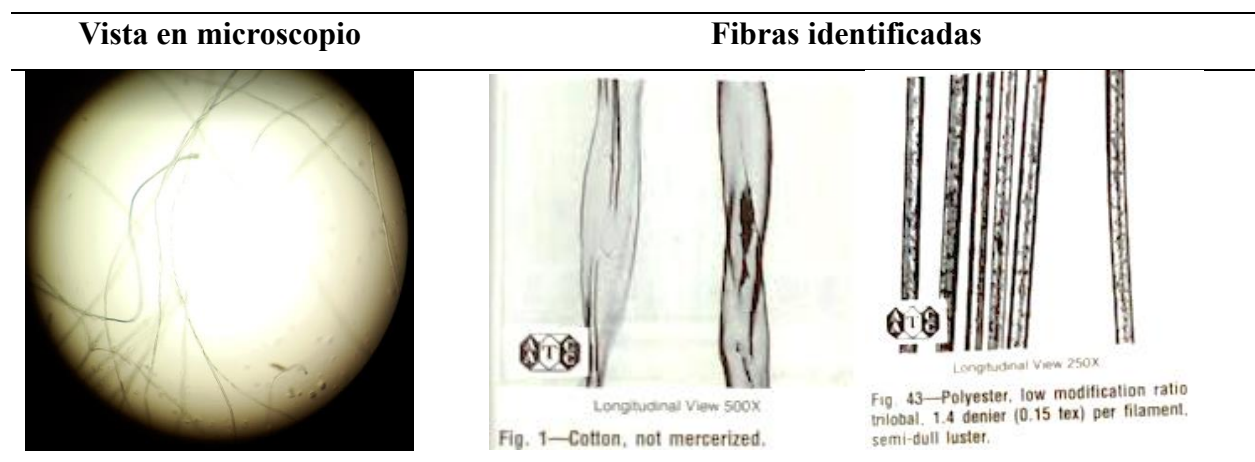
- **Método de identificación microscópico**

Con ayuda del microscopio y la norma AATCC 20 A, permite observar las características de las fibras en su vista longitudinal y transversal.

- a) Microscopio con aumento de 100x y 500x
- b) Cortar muestra del tejido 5x5cm
- c) Extraer hilo
- d) Destorcer el hilo y extraer las fibras
- e) Colocar las fibras en el portaobjetos
- f) Observar las características estructurales de la fibra en el microscopio y comparar con las fotografías del libro AATCC TECHNICAL MANUAL

**Tabla 6**

*Vista longitudinal en microscopio de laboratorio, mezcla de fibras polialgodón*



**Nota:** con el microscopio de determinó que las fibras tejido tiene una composición de polialgodón, de acuerdo con el aspecto de las fibras.

### 3.4.3 Auxiliares.

Para desarrollar la solución de acabado, se requirió de los siguientes auxiliares y químicos, según se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 7***Auxiliares y químicos*

<b>Auxiliares o químicos</b>	<b>Descripción</b>
Apresto Texbon	Brinda cuerpo al tejido
Apresto Marvacol AD ASA	Brinda cuerpo al tejido
Novaprint FSH (ligante)	Adherir las partículas de nácar al tejido
Marvacol ASC (Dispersante)	Dispersa las partículas de nácar al tejido
Resina Patch	Fijar partículas de nácar en el tejido

**3.4.3.1 Resina.**

Es un líquido consistente viscoso, utilizado para la modificación del tacto, dar resistencia a las arrugas y al dobléz, útil en la adherencia de sustancias a las fibras textiles, además ayuda a la durabilidad de los acabados en lavados.

**Tabla 8***Características de la resina Patch*

<b>Características</b>	
Aspecto	Viscoso
Color	Blanco
Olor	Característico
Naturaleza iónica	Aniónico
pH	6,0 – 8,0

**Fuente:** (Seyquin.CIA.LTDA., 2022)

**3.4.3.2 Dispersante.**

Auxiliar textil el cual facilita la incorporación de un sólido a una solución líquida, cumpliendo su función de que las partículas se encuentren distribuidas en el medio. Previene



deposiciones de acabado sobre la fibra cuando hay precipitación debido a complejos insolubles, pues cuenta con iones de calcio (Colorquímica, 2017).

#### 3.4.4 Foulard Horizontal.

Foulard horizontal modelo HFR es un equipo de laboratorio para teñidos, impregnaciones y acabados en tejidos de punto o plano, puede ser para pruebas grandes o pequeñas. Cuenta con una cuba de acero inoxidable, dos rodillos revestidos de caucho los cuales son accionados por pistones, con regulación de presión, manómetro, velocidad ajustable, un panel de control, lo cual permite la duplicación de impregnaciones y el pedal de seguridad para encendido y apagado del equipo (Mathis aparatos de laboratorio Ltda., 2022).

**Tabla 9**

*Datos técnicos del foulard de laboratorio*

<b>Datos</b>	
Potencia del motor	0,2 kW
Presión de aire comprimido	6 bar (90psi)
Ancho de los rodillos	350- 500 mm
Ancho útil de los rodillos	300-450 mm
Diámetro de los rodillos	110 mm
Dureza de los rodillos	65-70 Shore
Velocidad	0,2 – 8,0 m/min
Contenido del baño entre rodillos	280 ml
Contenido de baño en tina	1200 ml

**Fuente:** (Mathis aparatos de laboratorio Ltda., 2022)

**Figura 16***Foulard horizontal*

**Nota:** Equipos de la Carrera de Textiles

### 3.4.5 Túnel de Secado.

Túnel de secado o secadora de bandas, es una estructura de acero inoxidable para secado continuo a nivel industrial, de una etapa, acoplado de acuerdo con las necesidades, funciona por electricidad. Para el secado gradual y uniforme se logra mediante múltiples ventiladores y serpentines de vapor que brindan la temperatura requerida en cada zona para que el sustrato textil sea seco, obteniendo un secado uniforme.

**Figura 17***Equipo túnel de secado*

**Nota:** Equipos de la Carrera de Textiles

### 3.4.6 Probador de Inflamabilidad Flexiburn.

También conocido como Comprobador de inflamabilidad multiuso con TestWise Pro™, es utilizado para determinar la propagación de la llama en tejidos y materiales textiles de diferentes composiciones y formatos, garantiza el cumplimiento de las diferentes normativas, como: BS, EN, EN ISO y de minoristas, en el área más importante de los ensayos de seguridad (James Heal, 2018).

#### Figura 18

*Probador de inflamabilidad Flexiburn*



**Nota:** Equipos de la Carrera de Textiles

### 3.4.7 Probador de Lavado Doméstico Wascator.

Según (James Heal, 2022) es una máquina de lavado estandarizada, cumple con las normas europeas para laboratorios textiles, utilizado principalmente para determinar el porcentaje de encogimiento de los tejidos, la estabilidad dimensional, evaluación de arrugas, aspecto de los tejidos luego de lavados y la durabilidad de los acabados.

## Figura 19

*Equipo probador de lavado doméstico Wascator*



**Nota:** Equipos de la Carrera de Textiles

### 3.5 Procedimiento

Para el desarrollo del estudio de investigación, se inició con el proceso de tamizado del polvo de concha de nácar, para lo cual se utilizó una malla de estampación de 90 hilos por pulgada, logrando obtener las partículas más finas, por ende, un tamaño homogéneo y facilitar la impregnada en el tejido. A de más, se requirió controlar ciertos aspectos, como: El tamaño uniforme de las partículas de concha de nácar y la preparación del sustrato.

#### 3.5.1 Planificación de Pruebas.

Para llevar a cabo la investigación se inició con el proceso de formulación de recetas de acabado ignífugo, con concentraciones de 25, 50 y 75g/L de polvo de concha de nácar, estas concentraciones fueron establecidas luego de realizar pruebas preliminares y obtener los mejores resultados de retardación de la propagación de la llama en tejidos en dicho intervalo. Posterior a esto, las probetas del tejido se les realizó un lavado para eliminar cualquier tipo de acabado que presente, para facilitar la impregnación de la solución de acabado de resina, dispersante y polvo de concha de nácar a las cuales fueron inmersas por medio de foulardado.

Con lo que permitieron identificar los aspectos positivos y negativos, a de más de los parámetros de control, conocer la reacción del nácar con los diferentes productos auxiliares hasta conseguir una receta factible con la que se obtenga el objetivo establecido.

Para la primera receta se utilizó dos productos: Nácar y Apresto Texbond ver **Tabla 10**, en 300 ml de agua. Se utilizó las concentraciones establecidas de acuerdo con estudios previos, para aplicar el nácar en el tejido. Con tres dosificaciones de 15, 25 y 35 g/L. A continuación, se muestra las cantidades utilizadas de auxiliares en 300 mL de agua para realizar el acabado ignifugo por impregnación, de acuerdo con la receta de la **Tabla 10**.

**Tabla 10**

*Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 1*

<b>Producto</b>	<b>Nácar</b>			<b>Apresto Texbond</b>
<b>Dosificación (g/L)</b>	15	25	35	4
<b>Cantidad (g)</b>	4,5	7,5	10,5	1,2

**Nota:** Los resultados obtenidos al exponer la muestra al fuego no fueron alentadores. Por lo que se decide a formular una nueva receta, esta vez con nácar y silicona Perisoft.

**Tabla 11**

*Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 2.*

<b>Producto</b>	<b>Nácar</b>			<b>Silicona Perisoft</b>
<b>Dosificación (g/L)</b>	15	25	35	4
<b>Cantidad (g)</b>	4,5	7,5	10,5	1,2

**Nota:** La solución de mezcla se ve dispersa y la impregnación fue buena, no hay presencia de acumulación de partículas de nácar, se presenta uniforme y dispersa, es suave al tacto y al parecer adhiere el nácar al tejido.

Las muestras al someter al fuego, no se obtienen los resultados esperados. Por lo que se procede a formular una nueva receta, esta vez con Nácar aumentada la dosificación y Apresto Marvacol AD ASA en 300 ml de agua. Como resultado de la solución de mezcla de acabado no tuvo presencia de precipitación, la impregnación es buena, al parecer el acabado es bueno, se ve uniforme y dispersas las partículas de nácar

**Tabla 12**

*Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 3*

<b>Producto</b>	Nácar			Apresto Marvacol AD ASA
<b>Dosificación (g/L)</b>	25	50	75	30
<b>Cantidad (g)</b>	7,5	15	22,5	9

**Nota:** El acabado en el tejido al ser sometido a la prueba de la propagación de la llama en el tejido, no se obtienen los resultados esperados.

Por lo que se decide en realizar una nueva formulación de receta de acabado con polvo de concha de nácar, resina y dispersante en un volumen de 300 ml de agua. Donde presenta una buena solución de productos, no hay precipitación y su impregnación es uniforme. Brinda mejores resultados del comportamiento frente al fuego.

**Tabla 13**

*Dosificaciones de los productos y auxiliares Receta 4.*

<b>Producto</b>	Nácar			Resina Patch	Dispersante Marvacol ASC
<b>Dosificación (g/L)</b>	25	50	75	10	10
<b>Cantidad (g)</b>	7,5	15	22,5	3	3

**Nota:** Los resultados obtenidos del proceso de impregnación no son los esperados, se procede a realizar una prueba por estampación con Pasta madre y Polvo de concha de nácar.

### **3.5.2 Formulaciones y parámetros.**

#### **a. Preparación del tejido**

Para iniciar el proceso de acabado, se procedió a realizar el lavado las muestras de tejido, debido a que el tejido presentaba apresto, por lo que se procede a lavar en el equipo de probador de lavado doméstico Wascator en el programa 5N lavados. Se utilizó 20g de detergente de referencia 1 sin fosfato y enzimas, en agua potable, para continuar con el proceso de lavado se agrega contrapesos para determinar la estabilidad dimensional.

- Selección de procedimiento de lavado 5N
- Pesar tejido en seco antes del lavado
- Ingreso de material al equipo, el contrapeso y 20g de detergente
- Al concluir el lavado se retiran las probetas
- Secado al ambiente

Quedando el tejido listo y apto para brindar un acabado, debido a que en estas condiciones facilita el proceso de impregnación.

#### **b. Concentraciones del Polvo de Nácar**

Para establecer las concentraciones del nácar, se procede a la investigación experimental, iniciando con pruebas preliminares, basándose en estudios previos, para desarrollar recetas de acabado y determinar los auxiliares con los cuales podrá realizar el acabado. Dando como resultado luego de una serie de pruebas y error, las dosificaciones de 15, 30 y 50 g/L de nácar, con lo que se ha obtenido resultados intrascendentes a los esperados, pero la cantidad que dio resultados alentadores fue la de 50g/L. Por lo tanto, se procede a realizar nuevas recetas esta vez cambiando de auxiliares con dosificaciones del polvo de concha de nácar de 25, 50 y 75 g/L.

### c. Receta para acabado ignífugo

Para el desarrollo de la receta de acabado ignífugo, teniendo en cuenta el nácar como producto primordial debido a sus características y composición del 95% de carbonato de calcio, el cual soporta temperaturas de hasta 380°C. Los auxiliares utilizados fueron cambiados hasta llegar a una receta base, con lo que facilita observar el comportamiento del nácar en tres dosificaciones y estas empleadas en las muestras de tejido.

Estableciendo parámetros de control y las diferentes formulaciones para establecer una receta óptima. Para la Receta 1 se utilizó Nácar y Apresto Texbond, en 300 ml de agua. Para las concentraciones del nácar se establece tres dosificaciones de 15, 25 y 35 g/L.

**Tabla 14**

*Proceso de la receta 1 para acabado retardante a la propagación de la llama.*

Receta		Foulardado			Curado	
Producto	Dosificación (g/L)	Parámetros		Pick Up	Parámetros	
Nácar	15-25-35	Presión	1,5 bar	92% ±	Temperatura	180 °C
Apresto Texbond	4 g/L	Velocidad	0,5 rpm		2%	Velocidad
Volumen	300 ml					
Tejido	Sarga 65%/35% PES/CO					

**Nota:** La formulación presenta alta precipitación, la impregnación no es uniforme y superficial.

Con un análisis de fichas de productos químicos auxiliares se procede a realizar una nueva formulación de acabado para comprobar su compatibilidad entre productos, evitar la precipitación de la solución y su impregnación sea óptima y uniforme.



**Tabla 15**

*Proceso de la receta 2 para acabado retardante a la propagación de la llama.*

Receta		Foulardado			Curado	
Producto	Dosificación (g/L)	Parámetros		Pick Up	Parámetros	
Nácar	15-25-35	Presión	1,5 bar	90,78%	Temperatura	180 °C
Silicona	15	Velocidad	0,5 rpm		± 2%	Velocidad
Perisoft						
Volumen	300 ml					
Tejido	Sarga 65%/35% PES/CO					

**Nota:** la formulación presenta precipitación y pH alcalino

La formulación de la receta 3 se realiza de acuerdo con la compatibilidad de los productos y su comportamiento en una solución.

**Tabla 16**

*Proceso de la receta 3 para acabado retardante a la propagación de la llama.*

Receta		Foulardado			Curado	
Producto	Dosificación (g/L)	Parámetros		Pick Up	Parámetros	
Nácar	25-50-75	Presión	1,5 bar	92,5%±	Temperatura	180 °C
Apresto	30	Velocidad	0,5		2%	Velocidad
Marvacol AD			rpm	m/min		
ASA						
Volumen	300 ml					
Tejido	Sarga 65%/35% PES/CO					

**Nota:** La solución presenta un estado homogéneo, sin precipitación entre las partículas de nácar y los auxiliares, se controla el pick up en el foulard y el nmero de pasadas en el proceso de curado.

Se procede a formular una nueva receta de acabado, esta con nácar en dosificaciones de 25, 50 y 75 g/L, una resina Patch y dispersante Marvacol ASC en dosificaciones de 10 g/L en 300 mL.

**Tabla 17**

*Receta 4 para acabado retardante a la propagación de la llama.*

Receta		Foulardado		Curado		
Producto	Dosificación (g/L)	Parámetros	Pick Up	Parámetros		
Nácar	25-50-75	Presión	1,5 bar	90,78% ± 2%	Temperatura	180 °C
Resina Patch	10	Velocidad	0,5 rpm		Velocidad	10 m/min
Dispersante Marvacol ASC	10					
Volumen	300 ml					
Tejido	Sarga 65%/35% PES/CO					

**Nota:** la formulación no presenta precipitación, su impregnación es uniforme y dispersa.

Los resultados frente a la llama son alentadores, pero aun sin conseguir los resultados deseados. Para ello se procede a realizar una prueba por estampación con pasta madre acuosa y una dosificación de polvo de concha de nácar.

Para calcular la cantidad del producto que ha sido proveído sobre el tejido, se procede a pesar la muestra en seco y en húmedo, y con la **Ecuación 1** formula del Pick Up, obtenido un pick up de: 90 %. A continuación, se muestra los Pick Up obtenidos de cada muestra.

Para establecer una se realizó pruebas preliminares, donde se realizó ensayos de prueba y error, hasta conseguir una formulación ideal, por lo que se detalla de a continuación.

**Tabla 18**

*Pick Up de las muestras de tejido con y sin acabado ignífugo Receta 4.*

No°- Muestra	Concentración (g/L)	Peso en seco (g)	Peso en húmedo (g)	Pick Up (%)
1		61,71	-	-
2	0	61,65	-	-
3		60,39	-	-
1		75,83	144,04	89,90
2	25	75,83	144,2	89.3
3		86,85	144,3	89.5
1		60	115,7	92,91
2	50	62,2	115,2	85.20
3		61,9	114,3	84,65
1		86,82	162,351	86,99
2	75	86,83	162,4	87,03
3		86,85	162,3	86,87

### 3.5.3 Preparación de muestras.

#### A. Lavado

El tejido debe ser apto para aplicar el acabado, por lo que es necesario realizar un lavado en el equipo Wascator en el programa 65 M, con un peso de 2 kg, 500g de detergente líquido y en polvo respectivamente, el tejido es secado al aire libre. Obteniendo un tejido con fácil humectación.

#### B. Impregnación – Foulardado

Para el proceso de impregnación se utiliza el equipo foulard horizontal, con el cual requiere probetas o muestras con dimensiones de 1m de largo en sentido de la urdimbre por 25 cm de ancho en sentido de la trama. Se utiliza una muestra por cada dosificación de polvo de concha de nácar.

### C. Curado

En el proceso de curado se aplica la misma muestra del foulardado, donde pasa en el túnel de secado, a una temperatura de 180 °C y una velocidad de 10m/min, por el tipo de tejido sarga y su composición 65%/35% PES/CO, se realiza dos pasadas en el equipo, obteniendo la muestra seca y el acabado fijado.

### D. Ensayo para la determinación de la propagación de la llama en tejidos

Para la prueba de determinación de la retardación de la llama en el tejido, es necesario de tener 3 muestras en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal, por lo que se procede a realizar muestras de tejido con dimensiones de 16 cm de ancho y 20 cm de largo, las probetas de acuerdo con las medidas de la plantilla, misma que son establecida por el equipo Flexiburn. Por lo tanto, el número de muestras en relación con el número de dosificaciones de polvo de nácar y la muestra cero las cuales no presentan de acabados, dan un total de 24 muestras (12 en sentido transversal y 12 en sentido longitudinal).

**Tabla 19**

*Muestras de tejido para ensayo en equipo probador de la inflamabilidad Flexiburn.*



### **3.5.4 Procedimiento de impregnación-acabados.**

#### **A. Impregnación**

Para el proceso de impregnación o foulardado, este método utilizado para introducir la solución de acabado en el sustrato textil, con el fin de mejorar sus propiedades físicas o químicas, para lo que requiere seguir los siguientes pasos:

- Prepara las muestras de tejido para el equipo foulard.
- Pesar muestra de tejido en seco.
- Calibración del foulard horizontal para obtener el pick up.
- Realizar la solución de acabado de acuerdo con la receta establecida de los productos.
- Procede a realizar el proceso de impregnación en el foulard horizontal.
- Pesar muestra de tejido húmeda.
- Calcular el Pick Up

#### **B. Curado**

El proceso de curado es esencial en los acabados, pues su objetivo es asegurar que la solución de acabado, pigmentos o tintes aplicados en el foulardado se fijen de manera adecuada en el sustrato textil, y este se mantenga luego de varios lavados y el uso diario. Para el cual requiere uso de temperaturas para secar y fijar el acabado en el tejido, Para lo que necesita un horno o túnel de secado, en este caso es eléctrico. El proceso de curado es:

- Programación del túnel de secado a una temperatura de 180 °C y una velocidad de 10m/min.
- Ingreso de muestras con acabado húmedas extendidas.
- Se realiza dos pasadas por el túnel de secado con los mismos parámetros.

### C. Ensayo de propagación de la llama en tejidos.

La prueba para determinar la propagación de la llama en tejidos se la realiza en el equipo probador de la inflamabilidad Flexiburn, luego de preparar todas las muestras con diferentes dosificaciones, por el método tipo B, y la norma ISO 15025: 2000 (Determinación de la Propagación de la Llama en Tejidos) en las instalaciones de la Carrera de Textiles. En el cual se determina ciertos factores para la propagación de la llama, una de ella la composición del tejido, su estructura, tipos de llama y las condiciones ambientales. Y se evalúa los siguientes aspectos:

**Tabla 20**

*Parámetros evaluados en el ensayo de propagación de la llama*

<b>Parámetros</b>	<b>Evaluación</b>
Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta	sí/no
Tiempo posterior a la llama	s
Tiempo de post-incandescencia	s
Si el resplandor de la llama se extiende más allá del área de propagación de la llama hacia el área no dañada	sí/no
Escombros	sí/no
Si el papel filtro se enciende con los desechos	si/no
Se desarrolla un agujero y en que capa	si/no
Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta	si/no

**Nota:** Parámetros evaluados de acuerdo con la norma ISO 15025:2000 para la determinación de la propagación de la llama en tejidos.

### 3.6 Prueba de resistencia a la llama.

Según la norma ISO 15025: 2000 para realizar las pruebas de resistencia a la propagación de la llama en tejidos, se requiere de 6 probetas con dimensiones de acuerdo con la plantilla del equipo probador de la inflamabilidad Flexiburn (20cm x 16cm), mismas deben de ser 3 en sentido

longitudinal y 3 en sentido transversal. Para ser analizado por el método B, se requiere que la llamarada sea de un tamaño de 4,5 cm, gas propano, y a un ángulo de 45° en la parte inferior de la probeta. Los ensayos se llevan a cabo en un entorno atmosférico con una temperatura entre 10° y 30°C, humedad relativa de 15% a 80% y un movimiento de aire a 0,2 m/s. El movimiento del aire no debe estar influenciado por dispositivos mecánico durante el desarrollo de la prueba.

### 3.6.1 Prueba de propagación de la llama en tejidos

Los resultados obtenidos del ensayo de la propagación de la llama en tejidos son:

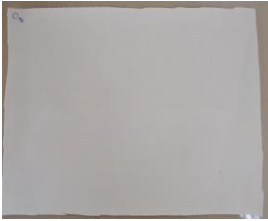




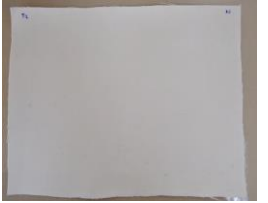




**Tabla 21**

*Requerimientos para el ensayo*

<b>Norma</b>	<b>Equipo</b>	<b>Humedad relativa</b>	<b>Temperatura</b>
ISO 15025:2000 (Determinar la Propagación de la Llama en Tejidos) - Método B	Probador de la inflamabilidad Flexiburn	Inicial: 60%  Final: 60%	Inicial: 21 °C  Final: 21 °C
<b>Tejido</b>	<b>Gas</b>	<b>Marco</b>	<b>Probetas</b>
Plano, ligamento sarga 65%/35% PES/CO	Gas comercial (Butano/propano)	20 cm x 16 cm	20 cm x 16 cm  Plantilla
<b>N° Probetas</b>			
3 sentido Transversal		3 sentido longitudinal	

Aplicando la normativa ISO 15025:2000 (Determinación de la propagación de la llama en tejidos) por el método B, se consideró seis probetas obtenidas de una muestra del acabado con nácar en diferente dosificación y de la muestra cero. Con el propósito de analizar los resultados.

**Tabla 22***Pruebas de propagación a la llama en tejido- receta 1.*






MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Longitudinal 				
Transversal 				

**Nota:** Ensayo de las muestras de acabado con concha de nácar y apresto Tex bond concentraciones de 15-25-35 g/L.

**Tabla 23***Pruebas de propagación de la llama en el tejido de la receta 2.*

MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Longitudinal 				

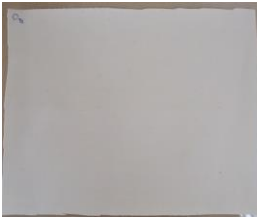











MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
Transversal					

**Nota:** Ensayo de las muestras de acabado con concha de nácar y silicona Perisoft concentraciones de 15-25-35 g/L.

**Tabla 24**

*Pruebas de propagación de la llama en tejido - receta 3.*

MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
Longitudinal					
Transversal					

**Nota:** Ensayo de las muestras de acabado con concha de nácar y apresto Marvacol AD ASA concentraciones de 25-50-75 g/L.

**Tabla 25**

*Pruebas de propagación de la llama en tejido - receta 4.*

MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Longitudinal 				
Transversal 				

**Nota:** Ensayo de las muestras de acabado con concha de nácar y resina patch concentraciones de 25-50-75 g/L.

### 3.6.2 Prueba de solidez al lavado doméstico

La prueba de solidez al lavado domestico es aplicada en el tejido con acabado ignifugo para determinar la resistencia a los lavados, con ello, evaluar si dicho acabado es permanente, semipermanente o no permanente, por ende, cumplir con la calidad. Por lo que se procede a realizar el lavado en el programa 3N, con 20g de detergente, para la carga de 2Kg (1Kg de los contrapesos y Kg., del tejido con acabado). Para ello se utiliza la norma ISO 6330: 2012 (Procedimiento de Lavado y Secado Doméstico) en el cual proporciona pautas para realizar la prueba, tales como:

**Tabla 26**

*Aspectos controlados en la prueba de lavado luego de la impregnación del acabado*

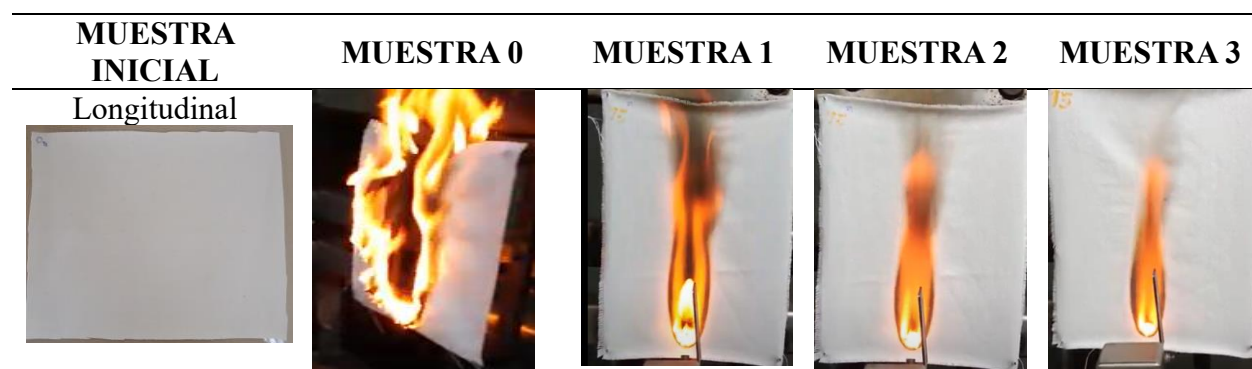
<b>Norma</b>	<b>Equipo</b>	<b>Humedad relativa</b>	<b>Temperatura</b>
ISO 6330: 2012 (Procedimiento de Lavado y Secado Doméstico)	Equipo probador de lavado doméstico	Inicial: 60%  Final: 60%	Inicial: 21 °C  Final: 21 °C
<b>Nivel de lavado</b>	<b>Detergente</b>	<b>Tejido</b>	<b>Probetas</b>
3N	Perlavin PAM CONC	Plano	20 cm x 16 cm Plantilla
<b>N Probetas</b>			

### 3.6.3 Pruebas de resistencia de la propagación de la llama en tejidos luego del lavado.

La prueba es realizada para comprobar la resistencia a la propagación de la llama, que sigue manteniendo las muestras luego de haber sido lavadas. Para esto se ha elegido la receta 4 de acabado de la cual se obtuvo los mejores resultados al someterlas al fuego. Por lo tanto, en las siguientes tablas se muestran las probetas con diferentes concentraciones de polvo de concha de nácar, y con ello, determinar si el acabado es permanente o no.

**Tabla 27**

*Ensayo con probetas de concentración 25g/L de polvo de concha de nácar.*



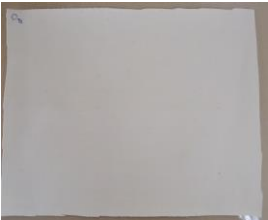









MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Transversal 				

**Nota:** la tabla muestra probetas de concentración de 25g/L de polvo de concha de nácar, se puede apreciar su actuación frente a la llama, luego de haber sido lavadas.

Con el ensayo de laboratorio se puede observar que el acabado no se encuentra de la misma manera en el tejido, su aspecto es como un tejido apto para tinte (APT).

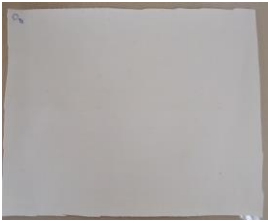









**Tabla 28**

*Ensayo con probetas de concentración 50 g/L de polvo de concha de nácar.*

MUESTRA INICIAL	MUESTRA 0	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Longitudinal 				
Transversal 				

**Tabla 29**

*Ensayo con probetas de concentración 75g/L de polvo de concha de nácar.*

<b>MUESTRA INICIAL</b>	<b>MUESTRA 0</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>MUESTRA 3</b>
Longitudinal 				
Transversal 				

## CAPÍTULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se analiza y evalúa los resultados y datos numéricos luego de realizar la parte metodológica de la investigación, con sus respectivas pruebas de laboratorio, tanto en el ensayo de resistencia de la propagación de la llama en el tejido, así como la solidez del acabado al lavado doméstico. Estos resultados fueron tabulados e interpretados para mejor comprensión del análisis de esta investigación.

#### 4.1 Resultados

A continuación, se muestran los datos cuantitativos recompilados de los ensayos de laboratorio. Mismos que se muestran en orden para su correspondiente análisis estadístico, los cuales serán de apoyo para aceptar o negar la hipótesis.

##### 4.1.1 Tabla de resultados de la propagación de la llama en tejidos.

Luego de terminar la parte experimental del trabajo de investigación y el análisis del laboratorio correspondiente se da a conocer la información cualitativa y numérica obtenida luego del ensayo de resistencia a la propagación de la llama en tejidos.

En las tablas que a continuación se presentan, se encuentran clasificadas las probetas “cero” o sin ningún tipo de acabado empleado y estos datos son comparados con las probetas con el acabado propuesto, esto en sentido longitudinal y en sentido transversal, aplicando la norma ISO 15025:2000 método B, y posteriormente son sometidas a la llama en un tiempo de 10 segundos, para luego de ello analizar los siguientes aspectos y fenómenos que suceden a las probetas durante el ensayo.

- a. Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta

- b. Tiempo posterior a la llama (segundos)
- c. Tiempo de post-incandescencia (segundos)
- d. Si el resplandor de la llama se extiende más allá del área de propagación de la llama hacia el área no dañada
- e. Escombros
- f. Si el papel filtro se enciende con los desechos
- g. Se desarrolla un agujero y en que capa
- h. Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta

**Tabla 30**

*Muestras sin acabado resistente a la propagación a la llama, en sentido longitudinal y transversal.*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	-	Si	73	-	Si	Si	Si	Si	Si
	2	-	Si	73	-	Si	Si	Si	Si	Si
	3	-	Si	74	-	Si	Si	Si	Si	Si
	Media Aritmética			73,33	-					
	Desviación Estándar			0,44	-					
	Coeficiente de Variación			0,60	-					
Trama	1	-	Si	29	-	Si	Si	Si	Si	Si
	2	-	Si	29	-	Si	Si	Si	Si	Si
	3	-	Si	30	-	Si	Si	Si	Si	Si
	Media Aritmética			29,33	-					
	Desviación Estándar			0,44	-					
	Coeficiente de Variación			1,50	-					

**Nota:** Datos de la probeta sin acabado.

En las tablas de resultados, se muestra los datos obtenidos de las probetas con diferentes recetas de acabados retardantes a la propagación del fuego, con polvo de concha de nácar en diferentes concentraciones, y su reacción en el ensayo realizado en los tejidos acabados.

**Tabla 31**

*Muestras con acabado ignífugo - Receta 1*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	15	Si	80	-	Si	Si	No	Si	Si
	2	25	Si	82	-	Si	Si	No	Si	Si
	3	35	Si	82	-	Si	Si	No	Si	Si
Media Aritmética				81,33	-					
Desviación Estándar				0,89	-					
Coeficiente de Variación				0,01	-					
Trama	1	15	Si	78	4	Si	Si	Si	Si	Si
	2	25	Si	78	5	Si	Si	Si	Si	Si
	3	35	Si	79	5,63	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				78,33	4,88					
Desviación Estándar				0,66	0,61					
Coeficiente de Variación				0,84	12,64					

**Nota:** Resultado de las muestras con acabado ignífugo en dosificación 15, 25 y 35g/L de polvo de concha de nácar y apresto Texbond.

El resultado del ensayo de la receta 2, muestra un tiempo de propagación de la llama similar al resultado de las muestras sin acabado, lo que quiere decir que el acabado no brinda la propiedad ignífuga.



**Tabla 32***Muestras con acabado ignífugo - Receta 2*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	25	Si	73	-	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	73	-	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	74	-	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				73,33	-					
Desviación Estándar				0,44	-					
Coeficiente de Variación				0,60	-					
Trama	1	25	Si	29	-	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	29	-	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	30	-	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				29,33	-					
Desviación Estándar				0,44	-					
Coeficiente de Variación				1,50	-					

**Nota:** Resultado de las muestras con acabado ignífugo en dosificación 25, 35 y 50g/L de polvo de concha de nácar y apresto Marvacol.

**Tabla 33***Muestras con acabado ignífugo - Receta 3*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	15	Si	79	-	Si	Si	Si	Si	Si
	2	25	Si	79	-	Si	Si	Si	Si	Si
	3	35	Si	80	-	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				79,33	-					
Desviación Estándar				0,46	-					
Coeficiente de Variación				0,58	-					

Trama	1	15	Si	76	2,23	Si	Si	Si	Si	Si
	2	25	Si	77	2,56	Si	Si	Si	Si	Si
	3	35	Si	78	2,66	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				77,67	2,48					
Desviación Estándar				0,44	0,17					
Coeficiente de Variación				0,57	0,07					

**Nota:** Resultado de las muestras con acabado ignífugo en dosificación 15, 25 y 35g/L de polvo de concha de nácar y silicona Perisoft.

**Tabla 34**

*Muestras con acabado ignífugo - Receta 4*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	25	Si	180	41,22	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	181	49,41	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	182	46,33	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				181	45,65					
Desviación Estándar				0,66	2,96					
Coeficiente de Variación				0,37	0,06					
Trama	1	25	Si	219	1,02	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	220	1,21	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	220	1,23	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				219,67	1,15					
Desviación Estándar				0,44	0,06					
Coeficiente de Variación				0,20	0,05					

**Nota:** Resultado de las muestras con acabado ignífugo en dosificación 25, 50 y 75g/L de polvo de concha de nácar y resina Patch.

#### 4.1.2 Tabla de resultados de prueba al lavado doméstico.

En las siguientes tablas se detalla los resultados obtenidos luego de someter las probetas con acabado al lavado en el equipo de probador de lavado doméstico Wascator con la norma ISO 6330: 2012 (Procedimiento de Lavado y Secado Doméstico) en programa 3N para la prueba de solidez del acabado al lavado. Para esto se toma la **Receta 4** de la cual se obtuvo los mejores resultados del tejido frente a la llama conforme a cada una de las concentraciones.

Prueba de Lavado Doméstico												
Tipo de lavado	3N											
Procedimiento de lavado	Suave											
Procedimiento de secado	A											
Tipo de secado	Secado al aire libre											
Tipo de detergente	Detergente de referencia 3 ECE98											
Probetas secas (g)	1 kg											
Contrapesos	Tipo II Pes/Co											
Intensidad	Suave											
N muestra	1M	2M	3M	1M	2M	3M	1M	2M	3M	1M	2M	3M
Concentración (g/L)	0			25			50			75		

Nota: La tabla muestra las especificaciones aplicadas en el ensayo de lavado.

La siguiente tabla muestra los resultados del ensayo a resistencia a la propagación del fuego en tejidos, luego de la prueba de solidez del acabado al lavado, siguiendo los parámetros anteriormente establecidos. Específicamente de la receta 4 con concentraciones 25, 50 y 75 g/L.

**Tabla 35**

*Muestras lavadas al ensayo de resistencia a la propagación de la llama.*

	Nro.	Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Urdimbre	1	25	Si	73	2,31	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	78	2,71	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	81	3.32	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				77,33	2,78					
Desviación Estándar				2,89	0,36					
Coeficiente de Variación				3,73	0,13					
Trama	1	25	Si	72	2,02	Si	Si	Si	Si	Si
	2	50	Si	77	2,21	Si	Si	Si	Si	Si
	3	75	Si	80	2,79	Si	Si	Si	Si	Si
Media Aritmética				76,33	2,34					
Desviación Estándar				2,61	0,3					
Coeficiente de Variación				3,41	0,13					

Nota: resultados del ensayo de las muestras con acabado ignífugo luego de ser lavadas y posteriormente sometidas al ensayo de resistencia a la propagación de la llama en tejidos.

#### **4.1.3 Tabla general de resultados de propagación de la llama en tejidos y lavado.**

Una vez terminadas las pruebas de laboratorio es necesario generalizar los datos obtenidos de los ensayos para realizar un análisis general y obtener una mejor interpretación de resultados en conjunto. En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos del ensayo a la resistencia a la propagación de la llama en tejidos de manera cualitativa entre probetas con acabado y lavadas.

**Tabla 36***Datos cuantitativos del ensayo de la propagación de la llama en el tejido*

Probetas		Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Sin acabado	U	0	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	T	0	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Con Acabado	Urdimbre	25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Trama	25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Lavadas	Urdimbre	25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Trama	25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	Si	Si	Si	Si	Si

**Nota:** a) Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta, d). Si el resplandor de la llama se extiende más allá del área de propagación de la llama hacia el área no dañada, e) Escombros, f) Si el papel filtro se enciende con los desechos, g) Se desarrolla un agujero y en que capa, h) Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta.

En la **Tabla 35** que continuación se exponen los datos cuantitativos del ensayo de la propagación de la llama en tejidos entre probetas con acabado y lavadas

**Tabla 37***Datos obtenidos en función del tiempo*

Sentido	Muestras	Con acabado		Lavadas	
	Concentración de polvo de nácar g/L	a (s)	b (s)	a (s)	b (s)
Urdimbre	0	73,33	0	29,33	0
	25	180	41,22	73	2,31
	50	181	49,41	78	2,71
	75	182	46,33	81	3,32
Trama	0	29,33	0	29,33	0
	25	219	1,02	72	2,02
	50	220	1,21	77	2,21
	75	220	1,23	80	2,79

**Nota:** a) Tiempo posterior a la llama, b) Tiempo de post luminiscencia

## 4.2 Discusión de resultados

Después de recopilar y tabular los resultados, se lleva a cabo un análisis estadístico para comprender mejor los datos numéricos. Se utilizan métodos y herramientas estadísticas para garantizar la fiabilidad de los resultados y ayudar en la toma de decisiones en la investigación.

Para evaluar la varianza y la normalidad de los datos, se consideran los resultados numéricos de la prueba de laboratorio, los cuales son notables e importantes. El análisis estadístico se realiza mediante el programa PAST4

### 4.2.1 Análisis de la varianza.

La finalidad del análisis de la varianza es detectar diferencias significativas entre las medias de los grupos o tratamientos que se contrastan. Se aplica para determinar si hay diferencias

estadísticas importantes entre las medidas de tres o más grupos. La varianza se emplea para comparar la mayor o menor dispersión de los valores de la variable en relación con la media aritmética; si la varianza es mayor, hay más dispersión y por lo tanto la media aritmética será menos representativa.

**Tabla 38**

*Análisis de la varianza del tiempo posterior a la llama (s)*

	Sin acabado	Fórmula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
N	6	6	6	6	6
Min	29	78	29	76	180
Max	74	82	74	80	220
Sum	308	479	308	469	1202
Mean	51,33333	79,83333	51,33333	78,16667	200,3333
Std. error	9,840957	0,7490735	9,840957	0,6009252	8,651268
Variance	581,0667	3,366667	581,0667	2,166667	449,0667
Stand. dev	24,10532	1,834848	24,10532	1,47196	21,19119
Median	51,5	79,5	51,5	78,5	200,5
25 prntil	29	78	29	76,75	180,75
75 prntil	73,25	82	73,25	79,25	220
Skewness	9,52E-06	0,3615375	9,52E-06	-0,4180715	-
Kurtosis	-3,327981	-2,102735	-3,327981	-0,8591716	0,00244494
Geom. mean	46,37662	79,81582	46,37662	78,15507	199,397
Coeff. var	46,95842	2,298348	46,95842	1,883105	10,57797

**Nota:** La tabla muestra el análisis de la varianza de los resultados del tiempo posterior a la llama (s) del tejido sin acabado y de las 4 formulaciones de acabado.

Para el caso de los resultados del análisis de la varianza de la etapa de posterior a la llama **Tabla 38**, analizando el coeficiente de variación (CV) donde el mayor valor es de las muestras sin acabado con un CV=46,95 y la formulación 2 con un CV= 46,95, mientras que la formulación 4 muestran un CV de 10,57, por otro lado, las formulaciones 1 y 3 muestra un valor menor, de CV de 2,29 y 1,88 respectivamente. Por lo tanto, se observa una dispersión de datos entre los resultados de las pruebas. La desviación estándar de la prueba de propagación de la llama el valor más alto es

de 24,10, sin embargo, la desviación estándar entre las formulaciones 1,3 y 4 se muestran similares con una mínima diferencia. Por último, el tiempo de propagación de la llama más prolongado es de la formulación 4 con 180s U y 220s T a comparación de la muestra sin acabado.

**Tabla 39**

*Análisis de la varianza del tiempo de post incandescencia (s)*

	Sin acabado	Fórmula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
N	6	6	6	6	6
Min	0	0	0	0	1,02
Max	0	5,63	0	2,66	49,41
Sum	0	14,63	0	7,45	140,42
Mean	0	2,438333	0	1,241667	23,40333
Std. error	0	1,110917	0	0,5583214	10,00771
Variance	0	7,404817	0	1,870337	600,9253
Stand. dev	0	2,721179	0	1,367603	24,51378
Median	0	2	0	1,115	21,225
25 prentil	0	0	0	0	1,1625
75 prentil	0	5,1575	0	2,585	47,1
Skewness	0	0,1435271	0	0,04303466	0,04579961
Kurtosis	0	-2,945732	0	-3,217913	-3,20693
Geom. mean	0	0	0	0	7,233458
Coeff. var	NAN	111,6	NAN	110,1425	104,7448

**Nota:** La tabla muestra el análisis de la varianza de los resultados del tiempo post-incandescencia (s) del tejido sin acabado y de las 4 formulaciones de acabado.

#### 4.2.2 Normalidad de los datos.

En la **Tabla 40**, mediante el programa PAST 4 se detalla el análisis de los datos obtenidos de las diferentes formulaciones sometidas al ensayo de laboratorio. Se comprobó la confiabilidad de los resultados con el análisis de la normalidad de los datos, lo cual permite valorar la fiabilidad de los valores obtenidos en las pruebas realizadas. Por el método Jarque-Bera el p valor es  $> 0,05$ , obteniendo una confiabilidad del 95% de los datos extraídos en los ensayos con muestras sin acabado y muestras con acabado. Con lo cual, se ha comprobado que la hipótesis es nula y las variedades tienen el mismo comportamiento.



**Tabla 40**

*Normalidad de datos del tiempo posterior a la llama (s)*

	<b>Sin acabado</b>	<b>Fórmula 1</b>	<b>Formula 2</b>	<b>Formula 3</b>	<b>Formula 4</b>
N	6	6	6	6	6
Jarque-Bera JB	0,9982	0,6923	0,9982	0,4248	0,9953
p(normal)	0,6071	0,7074	0,6071	0,8086	0,608

Por otro lado, en la **Tabla 41** muestra los datos obtenidos de las diferentes formulaciones que presentaron la etapa de post-luminiscencia, mismas que fueron evaluadas por el método Jarque Bera dando un p valor  $> 0,05$ , dando una confiabilidad de los datos del 95%.

**Tabla 41**

*Normalidad de datos del tiempo post-luminiscencia (s)*

	<b>Sin acabado</b>	<b>Fórmula 1</b>	<b>Formula 2</b>	<b>Formula 3</b>	<b>Formula 4</b>
N	6	6	6	6	6
Jarque-Bera JB		0,8825		0,9618	0,9582
p(normal)		0,6432		0,6182	0,6193

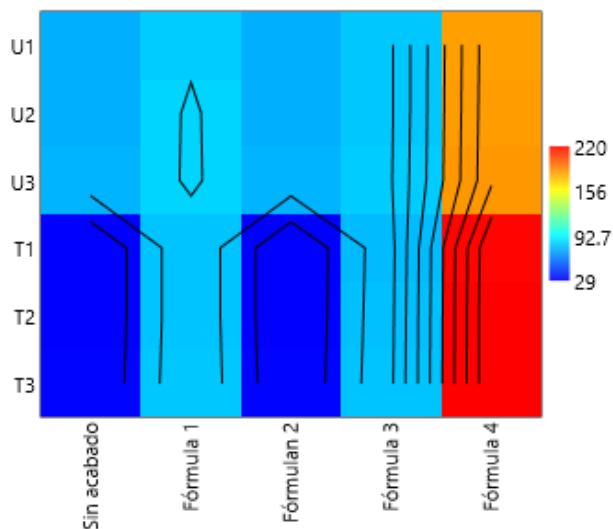
#### 4.2.3 Análisis de resultados.

- **Matrix Plot**

En la **Figura 20** se muestran en el eje de la X las diferentes formulaciones realizadas y muestras sin acabado, en el eje de las Y se determina el número y sentido de las muestras, evaluando los segundos que dura el tiempo posterior a la llama en las probetas. Por lo que el color naranja y rojo muestran probetas con mayor duración de tiempo siendo rojo tiempo de duración en sentido de la trama y naranja en sentido de la urdimbre, correspondientes a la receta 4. Por el contrario, las tonalidades azuladas representan los tiempos posteriores a la llama de menor duración.

**Figura 20**

*Resultados del tiempo posterior a la llama (s)*



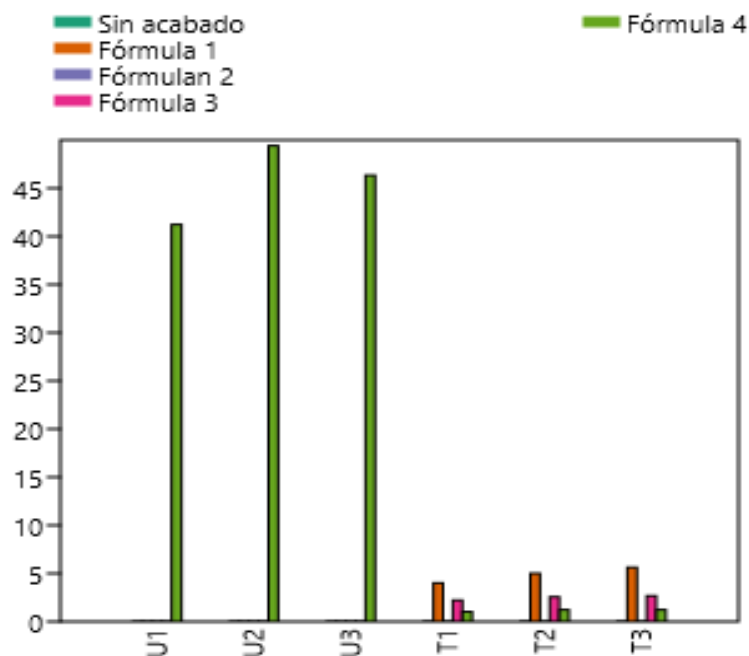
Nota: Las líneas indican los valores cercanos al intervalo de tiempo.

- **Graph Barchart**

En el siguiente gráfico se tomaron los datos del tiempo de post-luminiscencia de cada muestra sin acabado y de cada formulación de receta. Donde en el eje de las X se muestran el sentido y número de las muestras y el eje de las Y se muestra los segundos de duración de la post-luminiscencia. Lo cual indica que en muestras sin acabado y de la formulación 1, 2 y 3 en sentido de la urdimbre, no presentan este suceso durante el ensayo, es decir se consumen por completo y con rapidez. Mientras tanto que en sentido de la trama presentan una duración mínima de post-luminiscencia. Y la receta 4 en concentraciones de polvo de nácar de 25, 50 y 75 g/L es la única que muestra este suceso durante el ensayo tanto en sentido de la trama como en urdimbre, por lo cual su tiempo y comportamiento al consumirse el tejido con la llama tiene un mejor comportamiento.

## Figura 21

*Resultados del tiempo post-lumiscencia (s)*

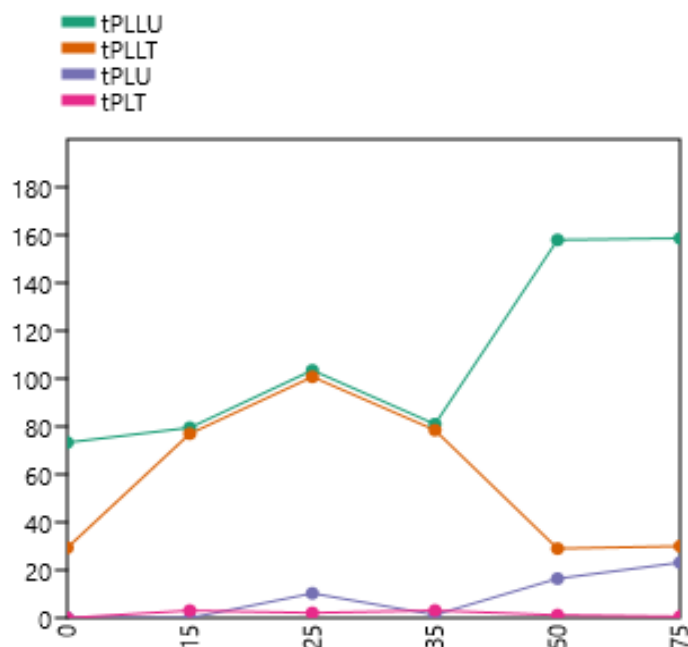


- **Graph – Líneas y puntos**

En la **Figura 22** los resultados de concentración del polvo de concha de nácar, donde el eje X muestra la concentración de polvo de concha de nácar siendo 0, 15, 25, 35, 50 y 75g/L, mientras que el eje Y representa los valores de tiempo posterior a la llama y tiempo post-luminiscencia en segundos, en sentido de urdimbre y trama. En el cual se puede observar que el tiempo post-luminiscencia en sentido de la trama es casi nula, mientras que el tiempo posterior a la llama en sentido de la urdimbre dura más, esto quiere decir que en el tejido sin ningún tipo de acabado se consume con rapidez y facilidad, siendo inexistente el tiempo post luminiscencia. Por lo que, al haber más concentración de polvo de concha de nácar en el tejido, este ayuda a que su tiempo de combustión sea prolongado en cierta parte.

**Figura 22**

*Resultados de la concentración de polvo de nácar en función del tiempo*



Nota: Las abreviaturas utilizadas significa: tPLLU (tiempo posterior a la llama sentido de la urdimbre), tPLLT (tiempo posterior a la llama sentido de la trama), tPLU (tiempo post-luminiscencia urdimbre) y tPLT (tiempo post-luminiscencia trama).

#### **4.2.4 Análisis de la tabla general de resultados propagación de la llama en tejidos y**

##### **lavado.**

En la **Tabla 40** se muestra los resultados obtenidos del ensayo de propagación del fuego en tejidos, en muestras con diferentes concentraciones de polvo de concha de nácar, realizadas antes y luego del lavado doméstico. Dando como resultado que el comportamiento del tejido con acabado luego del lavado no presenta los mismos resultados tanto en el aspecto y en tiempos de post-luminiscencia y posterior a la llama. Es decir, el tejido luego del lavado vuelve a obtener el comportamiento de un tejido sin acabado, pero con la etapa de post-luminiscencia.

**Tabla 42**

*Tabla general de resultados comparativos antes y después del lavado*

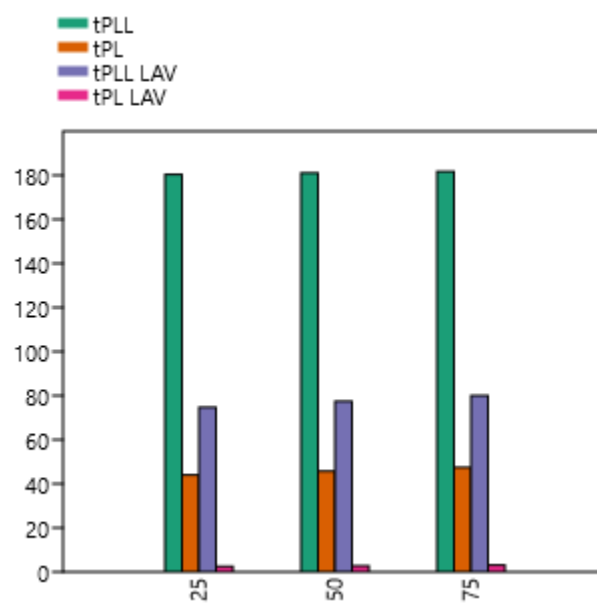
Probetas		Concentración de polvo de nácar g/L	a (si/no)	b (s)	c (s)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)
Con Acabado	Urdimbre	25	Si	180	41,22	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	181	49,41	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	182	46,33	Si	Si	Si	Si	Si
	Trama	25	Si	219	1,02	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	220	1,21	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	220	1,23	Si	Si	Si	Si	Si
Lavadas	Urdimbre	25	Si	73	2,31	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	78	2,71	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	81	3.32	Si	Si	Si	Si	Si
	Trama	25	Si	72	2,02	Si	Si	Si	Si	Si
		50	Si	77	2,21	Si	Si	Si	Si	Si
		75	Si	80	2,79	Si	Si	Si	Si	Si

El comportamiento del tejido con acabado frente al fuego de la receta 4 **Tabla 34** muestra que se consumen por completo en 181 segundos en sentido longitudinal y 219,67 segundos en transversal. Estas muestras presentan etapa de post-luminiscencia y se desintegran en cenizas, lo que alarga el tiempo de propagación de la llama. Ya que por naturaleza del tejido de composición de 65%/35% poliéster/algodón, frente al fuego desprende gotas del polímero derretido y se consume con facilidad y rapidez. Mientras que las muestras lavadas

**Tabla 35** vuelven a su estado inicial consumiéndose por completo en 77,33 segundos en sentido longitudinal y 76,33 segundos en transversal.

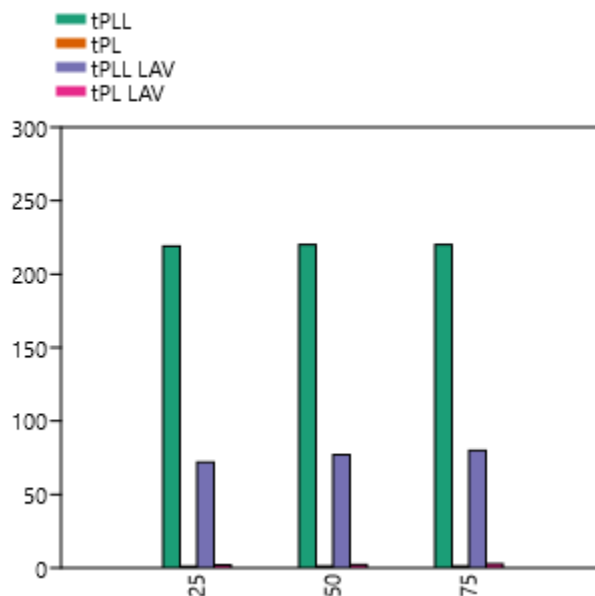
**Figura 23**

*Tiempo posterior a la llama y post-luminiscencia comparativos antes y luego del lavado sentido de la urdimbre*



**Figura 24**

*Tiempo posterior a la llama y post-luminiscencia comparativos antes y luego del lavado sentido de la trama.*



## CAPÍTULO V.

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 Conclusiones

- De acuerdo con la indagación realizada en fuentes bibliografías relacionada sobre las propiedades y características funcionales del polvo de concha de nácar “*Peterna Sterna*” se llegó a determinar que este producto es utilizado como agente en procesos de acabados textiles, por lo que el estudio propuesto para determinar las propiedades ignifugas se apoyó con las fichas técnicas, artículos científicos, entre otras fuentes de información relevantes para el desarrollo del estudio.

- Con la realización de las diferentes formulaciones y su preparación, se estableció cuatro diferentes recetas de acabado (**Tabla 10 a Tabla 13**) para determinó las dosificaciones óptimas del polvo de concha de nácar “Peterna Sterna”, así como sus auxiliares que fueron aplicados sobre un tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón. De lo cual, se evidenció que la receta número 4 que contiene 25 g/L, 50 g/L y 75 g/L de concha de nácar, 10 g/L de resina Patch (fijador) y 10 g/L de Marvacol ASC (dispersante) mostró un mejor comportamiento durante el acabado, pues en esta no se presentó precipitación de la solución y el polvo de concha de nácar tuvo mejor adherencia en el sustrato textil obteniendo así un acabado homogéneo.
- El proceso escogido para aplicación del acabado sobre el tejido plano fue el del método de impregnación, ya que en estudios previos se estableció que, por el método de agotamiento no se obtuvieron resultados favorables. Aquí se determinó la importancia de realizar un tratamiento preliminar de lavado al tejido plano para la eliminación de posibles productos químicos que pueden afectar la aplicación uniforme del acabado sobre el tejido, con esto establecimos que los parámetros óptimos dentro del equipo foulard son: pick up de 90,78%, temperatura del baño 20°C, velocidad de trabajo de 0,5 m/min, presión de 1,5 bar y una temperatura de curado de 180°C, con esto se garantizó un aplicación homogénea, imprescindible para realizar las pruebas ignífugas posteriores.
- Una vez realizado el ensayo de determinación de la propagación de la llama en tejidos en el equipo probador de la inflamabilidad Flexiburn aplicando la Norma ISO 15025 - 2000 por el método B, a 3 probetas en sentido longitudinal y transversal respectivamente, tanto de tejido sin acabado y con acabado, donde se observa y califica el comportamiento del tejido frente al fuego. Concluyendo que, las muestras con acabado de la receta 4 presentaron



mejor comportamiento frente al fuego haciendo que el tejido produzca cenizas en vez de goteo del polímero y se consuma en un tiempo más prolongado de 181 segundos en comparación a las otras recetas de acabado, las cuales no llegan al minuto.

- Luego del ensayo y establecer la receta 4 como la óptima, se decide a realizar la prueba de lavado en el equipo Wascator con la norma ISO 6330 en nivel 3N, y posteriormente a verificar el comportamiento y tiempo de propagación de la llama en el tejido, además de evaluar la durabilidad del acabado en el tejido, comparar las muestras con acabado y muestras lavadas. Teniendo que el acabado no es permanente, debido a que las muestras vuelven a presentar el comportamiento y tiempo posterior a la llama primario.
- Con la realización del análisis estadístico en el programa PAST4 los valores cuantitativos en función del tiempo fueron distribuidos por la media aritmética, utilizando la prueba de normalidad de Jarque Bera dando un p valor  $> 0.05$  representando un nivel de confianza del 95%, y los datos cualitativos comparados de acuerdo con las características de un tejido ignífugo según la norma ISO 15025. Donde se observó el comportamiento del tejido con acabado frente a la llama, no es ignífugo, debido a que no cumple con los parámetros y características de un tejido ignífugo.
- Los resultados obtenidos de la investigación se pueden deducir que el polvo de concha de nácar no es recomendable para acabados ignífugos sobre tejidos planos en especial la mezcla 65% PES/35%Co. A pesar de que el 95% de su composición es carbonato con punto de fusión de  $825^{\circ}\text{C}$ , ha presentado una baja resistencia al fuego debido a su “descomposición en óxido de calcio (cal) y dióxido de carbono liberado ( $\text{CO}_2$ )”(Chong et al., 2014).

## 5.2 Recomendaciones

- Es fundamental utilizar información de fuentes bibliográficas verídicas y contar con recopilación de información sólida y confiable, para ser utilizado y servir de apoyo del trabajo de investigación.
- Para realizar las pruebas de laboratorio, es importante revisar las fichas técnicas de los productos auxiliares, las especificaciones y la compatibilidad entre ellos. De esta manera, se evitan problemas en la formulación de recetas que puedan causar la precipitación de la solución, el desperdicio de tiempo y materiales.
- Se deben tener en cuenta los factores que influyen en la práctica, como las condiciones ambientales de laboratorio, las condiciones del tejido, el pH, el carácter iónico, la solubilidad en agua, el pick up, entre otros.
- Es necesario utilizar una hoja de trabajo, donde pueda realizar los apuntes de la práctica de laboratorio de una manera más organizada. Permitiendo llevar los procesos de una manera más efectiva y tener los datos a la mano, teniendo como resultando una práctica eficiente y rápida.
- Es de gran importancia poder interpretar los parámetros del ensayo de la determinación de propagación del fuego en tejidos, para posteriormente ser tabulados y calificados por un software estadístico para obtener el p valor  $> 0.05$ , lo cual indica una confiabilidad del 95% y un peso importante del estudio, lo cual indicará si la hipótesis es nula o hipótesis alterna.
- Se necesario explorar otras alternativas para la aplicación de la concha de nácar en textiles, debido a que este material presenta varias características y propiedades funcionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AATCC. (2012). *AATCC Home - Investigación textil, métodos de prueba y educación desde 1921*.

<https://www.aatcc.org/>

Asociacion Peruana de Técnicos Textiles. (2017). *Mundo Textil 148 by Asociación Peruana de Técnicos Textiles - Issuu*. [https://issuu.com/revistamundotextil/docs/mundo\\_textil\\_148](https://issuu.com/revistamundotextil/docs/mundo_textil_148)

Basak, S., Samanta, K. K., Chattopadhyay, S. K., & Pandit, P. (2018). Sustainable coloration and value addition to textiles. *Handbook of Renewable Materials for Coloration and Finishing*, 523–547. <https://doi.org/10.1002/9781119407850.CH19>

Beads, F. M. G. and. (2020). *Información sobre piedras preciosas - Nácar, natural: significado y propiedades - Gemas y cuentas Fire Mountain*.

<https://www.firemountaingems.com/resources/encyclobeadia/gem-notes/gmstnprprtsntrl?printerfriendly=true>

Bitgen, T., & Kutlu, B. (2020). Workwear Fabric Suitability to Molten Metal Industry. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 30(4). <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.738092>

Cabanes Sole, A. (2013). Concepto de tintura. *Tecnología Textil*.

Cales Blancaley. (2013). *Aplicaciones del Carbonato de Calcio En La Industria Del Caucho*.3–4.

Cerezal, Julio;Fiallo, J. (2002). *Los métodos de Investigación Libro de Cerezal y Fiallo.pdf*.

Chiu, H. F., Hsiao, S. C., Lu, Y. Y., Han, Y. C., Shen, Y. C., Venkatakrishnan, K., & Wang, C. K. (2018). Efficacy of protein rich pearl powder on antioxidant status in a randomized placebo-controlled trial. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(1), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.05.010>

Chong, K. Y., Chia, C. H., & Zakaria, S. (2014). Polymorphs calcium carbonate on temperature reaction. *AIP Conference Proceedings*, 1614, 52–56. <https://doi.org/10.1063/1.4895169>

Colorquimica. (2017). Tintura de Poliamida. *Tintura de Poliamida*, 12.

Córdova, F. (2022). Aplicación De Un Acabado Retardante A La Llama A Base De Caolín En Lona Algodón 100% Por El Método De Impregnación. *Repositorio UTN*.

Danquah, M., Li, S., Rousseau, M., Liu, X., Ruan, H., Pei, J., Wang, Y., Zou, X., Tang, C., Liao, J., Si, G., & Sun, P. (2021). Extraction, Purification, Bioactivities and Application of Matrix Proteins From Pearl Powder and Nacre Powder: A Review. *Front. Bioeng. Biotechnol.* <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.649665>

Deng, Y., Li, G., Song, W., & Jiang, J. (2015). Preparation and properties of pearl powder/polypropylene composites and their biocompatibility. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 26, S27–S34. <https://doi.org/10.3233/BME-151286>

Espora Green. (2018). *Polvo de Concha Nácar – espora*. <https://esporagreen.mx/products/polvo-de-concha-nacar-granel-espora-green>

Gim, J., Schnitzer, N., Otter, L. M., Cui, Y., Motreuil, S., Marin, F., Wolf, S. E., Jacob, D. E., Misra, A., & Hovden, R. (2019). Nanoscale deformation mechanics reveal resilience in nacre of pinna nobilis shell. *Nature communications* 201910:1,10(1),1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12743-z>

Grishanov, S. (2011). Structure and properties of textile materials. In *Handbook of Textile and Industrial Dyeing: Principles, Processes and Types of Dyes* (Vol. 1). Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857093974.1.28>

Hauser, P.(2015). Fabric Finishing: Pretreatment/Textile Wet Processing. *Textiles and fashion: Materials, design and technology*, 459–473. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00018-0>

He, P., Chen, J., Su, M., Han, J., & Cheng, K. (2015). Analysis of chemical composition and structure characteristics of shells. *Huagong Xuebao/CIESC Journal*, 66, 450–454. <https://doi.org/10.11949/J.ISSN.0438-1157.20151154>

Hussain, M. H. & T. (2011). *suplemento de “Predicción de la permeabilidad al aire de tejidos mixtos de poliéster/algodón”* | *Solicitar PDF*. [https://www.researchgate.net/publication/269703715\\_supplement\\_to\\_Predicting\\_the\\_Air\\_Permeability\\_of\\_PolyesterCotton\\_Blended\\_Woven\\_Fabrics](https://www.researchgate.net/publication/269703715_supplement_to_Predicting_the_Air_Permeability_of_PolyesterCotton_Blended_Woven_Fabrics)

Ipiates, H. (2022). Evaluación De Las Características Antibacteriales En Tejido De Punto Jersey 100% Co Aplicando Un Acabado Químico Textil Con Nácar. *Repositorio UTN*.

ISO. (1983). *Para calcular la masa por unidad de superficie de una muestra pequeña que se debe ensayar, se siguen estos pasos: se colocan las muestras pequeñas extraídas de la muestra original en la atmósfera estándar para el ensayo de textiles y se espera a que se eq.* 1977.

ISO. (2000). *Ropa de Protección. protección contra el calor y las llamas. método de ensayo para la propagación limitada de la llama (iso 15025:2000, IDT)*. International Organization for Standardization. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_15025.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_15025.pdf)

ISO. (2021). *Norma Española Textiles Procedimientos de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles*.

ISO 7267. (2003). International Standard International Standard. *61010-1* © Iec:2001, 2003, 13.

Jara, E. (2019). Crecimiento de concha nácar *Pteria sterna* (Gould, 1851) a diferentes profundidades en la comuna Palmar. *Trabajo de Titulación*, 59.

Jian-Ping, D., Jun, C., Yu-Fei, B., Bang-Xing, H., Shang-Bin, G., & Li-Li, J. (2010). Effects of pearl powder extract and its fractions on fibroblast function relevant to wound repair. *Pharmaceutical Biology*, 48(2), 122–127. <https://doi.org/10.3109/13880200903046211>

Koh, J. (2011). Dyeing of cellulosic fibres. *Handbook of Textile and Industrial Dyeing*, 129–146. <https://doi.org/10.1533/9780857094919.1.129>

Li, J., & Wang, Y. (2012). 4.9Tex × 2 Cotton / Pearl 65/35 High Count Blended Yarn Spinning Process Design. *Advanced Materials Research*, 535–537, 1560–1563. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.535-537.1560>

Lima, G. (2017). Estudio E Implementación De Un Dispositivo Dosificador Automático Para Suavizar En Proceso De Foulard-Dado, En Tejido Jersey Algodón 100%”. *Repositorio UTN*, 64.

Line, W. (2016). Bleaching Solutions Leader in wet textile finishing. *Benninger*.

Lockuán, F. (2012). *VI. La industria textil y su control de calidad-Enhoblecimiento textil*. Issuu. [https://issuu.com/fidel\\_lockuan/docs/vi\\_la\\_industria\\_textil\\_y\\_su\\_control\\_de\\_calidad](https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/vi_la_industria_textil_y_su_control_de_calidad)

MAE, M. del A., & Bejarano, G. N. (2018). *Reforma al Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente, talsa*. 3399, 1–578.

Mathis aparatos de laboratorio Ltda. (2022). *Manual Foulard horizontal*.

Nacional, A. (2008). Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, 449(Principios de la participación Art.), 67.

Pei, J., Wang, Y., Zou, X., Ruan, H., Tang, C., Liao, J., Si, G., & Sun, P. (2021). Extraction, Purification, Bioactivities and Application of Matrix Proteins From Pearl Powder and Nacre Powder: A Review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.649665>

*Portafolio – Amparo Taylor*. (2023). <https://amparotaylor.com/portafolio/>

Puma, W. (2019). Acabado Ignífugo A Base De Arcilla En Un Género De Punto 100% Algodón. *Repositorio UTN*, 8(5), 55.

Qiu, X., Li, Z., Li, X., & Zhang, Z. (2018). Flame retardant coatings prepared using layer by layer assembly: A review. *Chemical Engineering Journal*, 334, 108–122. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2017.09.194>

Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *EAN*, 82, 179–200.

Roth GmbH, C. (2022). *Información de seguridad voluntaria apoyándose en el formato de ficha de datos de seguridad conforme al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 (REACH)*. 2006, 1–12.

Science Laboratory y Certification. (2019). *Acabado ignífugo*.  
<https://www.gozetim.com/es/tekstil/kimyasal-ve-ekolojik-testler/yanmazlik-apresi/>

Seyquin.CIA.LTDA. (2022). *Resina patch*.

Sintofil. (2022). Gabardina Torino. *Sintofil*, 593 2, 40900.

Solo Stocks. (2018). *Poliester de Fibra Corta y Fibra Hueca*.  
<https://www.solostocks.com.mx/venta-productos/fibras/fibras-poliester/poliester-de-fibra-corta-y-fibra-hueca-4583715>

Sun, J., & Bhushan, B. (2012). Hierarchical structure and mechanical properties of nacre: a review. *The Royal Society of Chemistry*. <https://doi.org/10.1039/c2ra20218b>

Tonon, G. (2011). La Utilizacion Del Metodo Comparativo En Estudios Cualitativos En Ciencia Politica Y Ciencias Sociales. *Kairos Revista de Temas Sociales*, 15(27), 1–12.

Universidad Técnica del Norte. (2023). *Líneas de Investigación*. Carrera de Textiles.  
[https://textiles.utn.edu.ec/?page\\_id=2839](https://textiles.utn.edu.ec/?page_id=2839)

Wang, L., & Wang, X. (2009a). Effect of structure-property relationships on fatigue failure in natural fibres. In *Fatigue Failure of Textile Fibres*. Woodhead Publishing Limited.  
<https://doi.org/10.1533/9781845695729.2.95>



Wang, L., & Wang, X. (2009b). Effect of structure–property relationships on fatigue failure in natural fibres. *Fatigue Failure of Textile Fibres*, 95–132. <https://doi.org/10.1533/9781845695729.2.95>

Xavier Bosch. (2012). *Procesos Textiles - Acabados Textiles (IV)*. Tinti-Limp. [https://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentación/acabados\\_textiles/ACABADOS TEXTILES IV.pdf](https://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentación/acabados_textiles/ACABADOS TEXTILES IV.pdf)

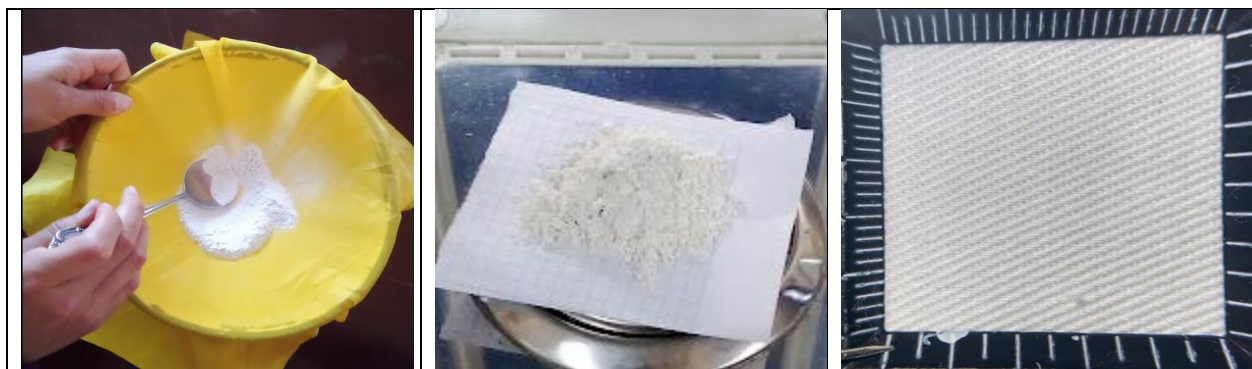
Yang, Y. L., Chang, C. H., Huang, C. C., & Liu, H. W. (2015). Anti-inflammation and anti-apoptosis effects of pearl extract gel on UVB irradiation HaCaT cells. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 26(510), S139–S145. <https://doi.org/10.3233/BME-151299>

Zhang, A. N., Zhao, H. B., Cheng, J. B., Li, M. E., Li, S. L., Cao, M., & Wang, Y. Z. (2021). Construction of durable eco-friendly biomass-based flame-retardant coating for cotton fabrics. *Chemical Engineering Journal*, 410. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.128361>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Preparación de recetas de acabado en laboratorio*

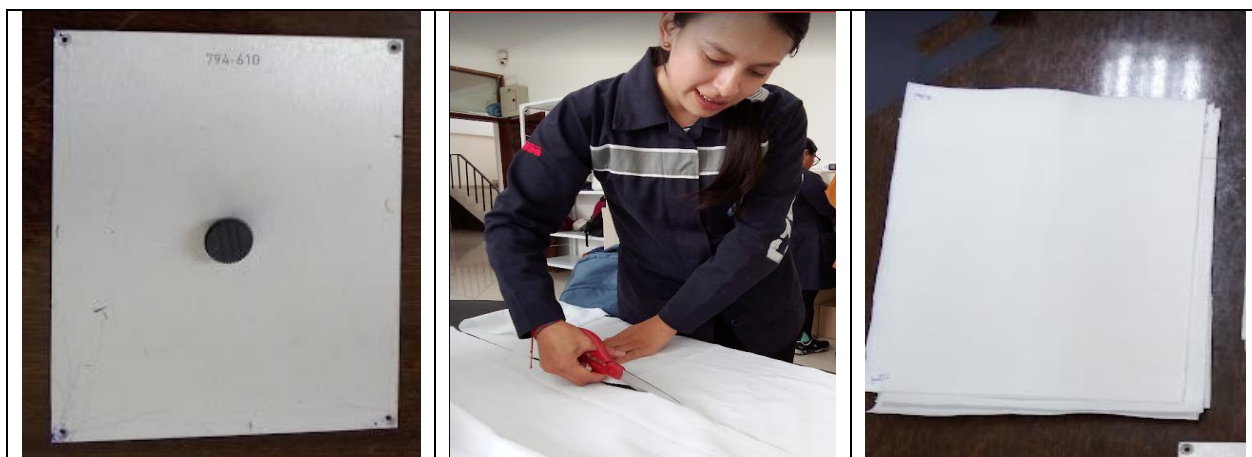
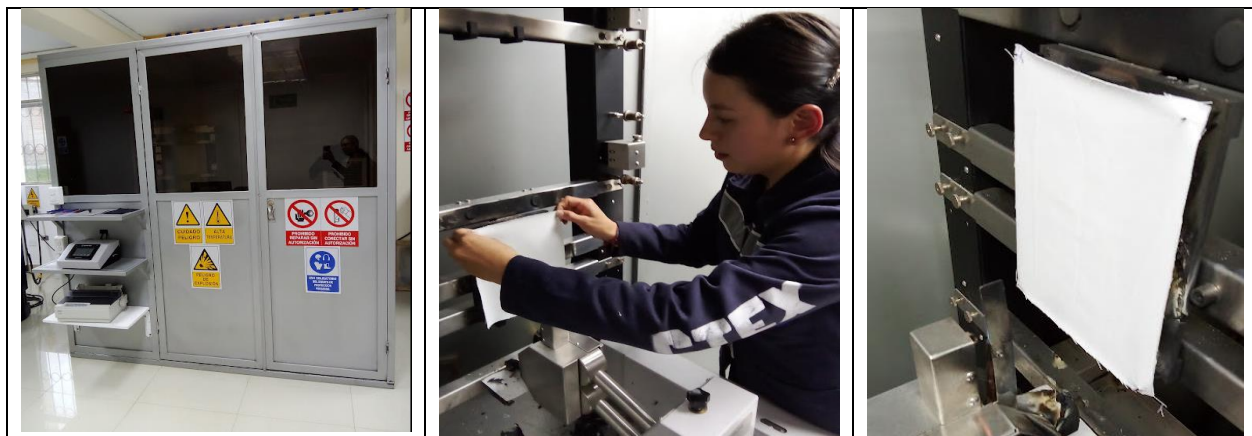


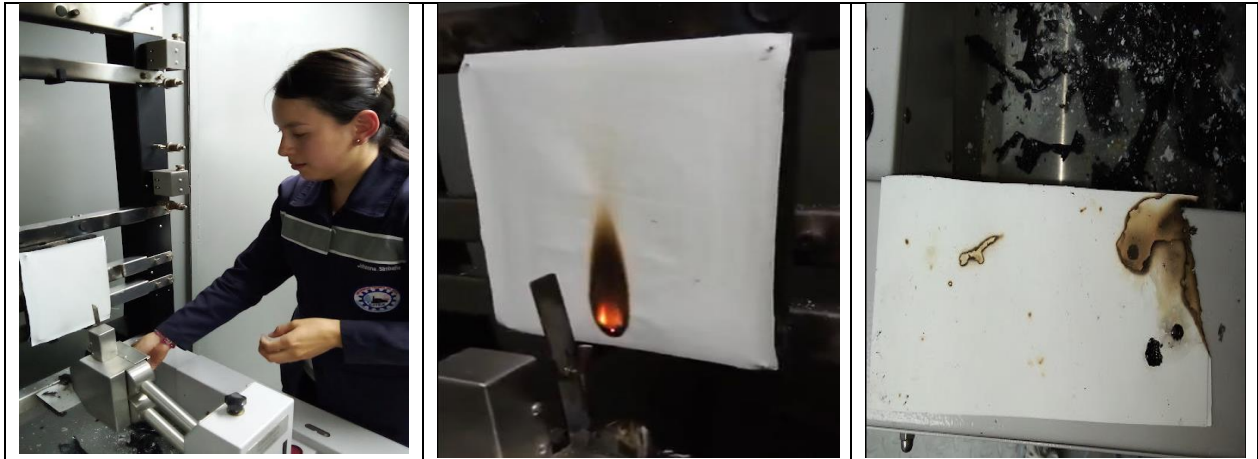


## Anexo 2

*Proceso de impregnación en foulard horizontal de laboratorio.*



**Anexo 3***Proceso de curado***Anexo 4***Preparación de muestras para ensayo.***Anexo 5***Ensayo para determinación de la propagación de la llama en tejidos.*



## Anexo 6

*Prueba se lavado en equipo Wascator.*



**Anexo 7***Certificado de uso de laboratorio*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE**  
**TEXTILES**



Ibarra, 08 de junio del 2023

**CERTIFICADO DE LABORATORIO**

Yo, MSc. **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

**CERTIFICO**

Que la señorita **SIMBAÑA CHASI JOHANNA ELIZABETH**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 1726696295, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al trabajo de Titulación, con el tema: "**DESARROLLO DE UN ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR POR IMPREGNACIÓN EN TEJIDO PLANO SARGA 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD IGNÍFUGA**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD HORIZONTAL DE LABORATORIO MODELO – HFR-** proceso de impregnación por rodillos con presión.
- **TÚNEL DE SECADO O SECADORA DE BANDAS**
- **PROBADOR DE INFLAMABILIDAD FLEXIBURN – Norma ISO 15025: 2000** (Determinar la Propagación de la Llama en Tejidos).
- **PROBADOR DE LAVADO DOMÉSTICO WASCATOR- ISO 6330: 2012** (Procedimiento de Lavado y Secado Doméstico)
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



**MSc. GUALOTO FAUSTO M.**

**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**

**Anexo 8***Ficha técnica de la resina Patch*

L2G024

**RESINA PATCH****INFORMACION TECNICA**

**RESINA PATCH** Es una resina especial para el encolado de solapas en forma de parche piezas realizadas en artículos de pantalones vaqueros.

**PROPIEDADES**

Apariencia	Semi pastosa
Color	blanco
Olor	característico
Naturaleza iónica:	Aniónico
pH	6.0 – 8.0

**CARACTERISTICAS**

- Está lista para usar y fácil de aplicar.
- Agrega mayor valor a la pieza

**Anexo 9***Ficha técnica del tejido*

# LÍNEA DE TRABAJO

# TORINO

**CÓDIGO: 40900**

**SINTOFIL**  
- desde 1964 -

**CARACTERÍSTICAS GENERALES:**

Peso: 250 a 270 g/m<sup>2</sup>

Composición: 65% poliéster - 35% algodón

Ancho: 150 cm

**DESCRIPCIÓN:**

Tela construida con sarga reforzada con tejido denso. Elaborada con una mezcla de poliéster y algodón para resistencia y respirabilidad. Se puede desarrollar colores especiales bajo pedido.

Azul Marino Alto Solidez  
Código: 480A

**NORMAS DE CUIDADO:**

LAVADO A  
TEMP. MÁXIMA



NO  
CEPILLO



NO  
BLANQUEADOR



PLANCHADO  
SUAVE



SECADO A  
LA SOMBRA




LAVADO  
EN SECO

**USOS:** Overoles, pantalones, gorras, uniformes institucionales, delantales



**Anexo 10***Ficha técnica de Dispersante Marvacol ASC*

FICHA TECNICA	
 COLORQUIMICA	<b>MARVACOL ASC</b> <span style="float: right;">Cód. FT 0239891359</span>
<b>Carácter Iónico</b>	: Aniónico.
<b>Constitución</b>	: Compuesto a base de sal sódica de ácidos orgánicos de alto peso molecular.
<b>FUNCIONES Y CAMPOS DE EMPLEO</b>	<p><b>MARVACOL ASC</b> es un producto auxiliar de tintura con propiedades de coloide protector, dispersante y secuestrante de iones de calcio en tinturas con colorantes tinas, dispersos, directos, reactivos, sulfurosos, etc, que puede ser empleado en procesos por agotamiento o continua.</p> <p><b>MARVACOL ASC</b> previene deposiciones de colorantes sobre la fibra cuando estos se precipitan por formación de complejos insolubles o al verse disminuida la solubilidad a causa de la adición de electrólitos como soda cáustica, sal común, carbonato de sodio, sulfato de sodio, etc.</p>