



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA: TEXTILES**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,  
MODALIDAD PRESENCIAL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES IGNÍFUGAS DE  
UN TEJIDO PLANO 100 % ALGODÓN APLICANDO ARCILLA,  
BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Textil**

**Línea de investigación:** Producción industrial y tecnología sostenible

**Autor:** Katherine Silvana Chuquimarca Paucar

**Director:** MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

**Ibarra-2023**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En 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>		1723766927	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>		Chuquimarca Paucar Katherine Silvana	
<b>DIRECCIÓN</b>		San Carlos – Valle de los Chillos-Quito	
<b>EMAIL</b>		<a href="mailto:kschuquimarcap@utn.edu.ec">kschuquimarcap@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO</b>	3880300	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0984044982

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES IGNÍFUGAS DE UN TEJIDO PLANO 100 % ALGODÓN APLICANDO ARCILLA, BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”
<b>AUTOR:</b>	Chuquimarca Paucar Katherine Silvana
<b>FECHA:</b>	11/12/2023
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

**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 titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por terceros.

Ibarra, a los 11 días, del mes de diciembre de 2023

**EL AUTOR:**

**Firma:** 

**Nombre:** Chuquimarca Paucar Katherine Silvana

## **CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 11 de diciembre de 2023

MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**CERTIFICA:**

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

(f): .....

MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C.: 0401732250

## **APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Análisis Comparativo de las Propiedades Ignífugas de un Tejido Plano 100 % Algodón Aplicando Arcilla, bórax por el Método de Impregnación” elaborado por Chuquimarca Paucar Katherine Silvana, 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. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C.: 0401732250

(f): .....

MSc. Omar Godoy

C.C.: 1003083936

**DEDICATORIA**

*Con todo cariño, dedico esta investigación a Dios por ser mi mayor fortaleza y otorgarme la capacidad de seguir adelante a pesar de las adversidades, a mi familia que ha sido mi fuerza y apoyo en todo momento para seguir y lograr cumplir cada una de las metas, sobre todo dedico este trabajo a mi pequeño sobrino y mi hermanita quienes me han inspirado para no rendirme.*

***Katherine Silvana Chuquimarca Paucar***

## AGRADECIMIENTO

*Principalmente, agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza de seguir con mis sueños a pesar de las dificultades que se han presentado en mi vida, a la vez agradezco a mis padres que siempre me brindan su apoyo económico y moral. En especial agradezco a mi madre que es una gran mujer, siempre está para mí incondicionalmente ayudándome y enseñándome a no rendirme.*

*Agradezco profundamente a mi tutora por su dedicación y paciencia, sin su ayuda no hubiese logrado culminar mi trabajo de grado con éxito.*

*Por otra parte, agradezco a los docentes quienes me han guiado y me han brindado sus conocimientos en el transcurso de mi vida estudiantil, gracias por que sin su ayuda no hubiese adquirido los conocimientos necesarios.*

***Katherine Silvana Chuquimarca Paucar***

## RESUMEN

En la presente investigación se muestra el análisis comparativo de las propiedades ignífugas de un tejido plano 100 % algodón aplicando arcilla, bórax por el método de impregnación; se realiza con la finalidad de determinar el mejor acabado retardante a la llama. Se inició el proceso con el descruce, ya que así se garantiza que el tejido este en perfectas condiciones para el acabado; mediante pruebas preliminares se determinó las recetas; para el primer acabado 35 g/L de arcilla y 90 g/L de resina, la segunda receta 50 g/L de bórax, 50 g/L de ácido bórico y 90 g/L de resina; seguido del proceso de impregnación bajo las siguientes condiciones: pick up entre 85 y 83 %, presión de 1,5 Bar y velocidad de 1 rpm. Las probetas impregnadas con las soluciones se someten a ensayos de determinación de la propagación de la llama según ISO 15025; los tiempos de ignición para los acabados: arcilla 1,46 minutos, bórax 1,49 minutos y posterior al lavado 1,23 minutos. Los tiempos de combustión son comparados en el programa PAST 4, mostrando la confiabilidad de estos en un 95 %; se exponen los valores obtenidos mediante tablas de frecuencia y gráficos estadísticos que permiten comparar los resultados. Se logra determinar que el acabado con aplicación de bórax es el óptimo, ya que alcanza un mayor tiempo de ignición 1,49 minutos, el tejido no se quema manteniendo su estructura en un 60 %, no presenta residuos, no obstante, no se consigue otorgar un acabado 100 % ignífugo.

**Palabras Clave:** Impregnación, lienzo, Pick Up, ignífugo



## ABSTRACT

This research shows the comparative analysis of the flame retardant properties of a 100% cotton flat fabric by applying clay, borax by the impregnation method; it is carried out with the purpose of determining the best flame retardant finish. The process began with the scouring, since this way it is guaranteed that the fabric is in perfect conditions for the finishing; by means of preliminary tests the recipes were determined; for the first finishing 35 g/L of clay and 90 g/L of resin, the second recipe 50 g/L of borax, 50 g/L of boric acid and 90 g/L of resin; followed by the impregnation process under the following conditions: pick up between 85 and 83 %, pressure of 1.5 Bar and speed of 1 rpm. The specimens impregnated with the solutions are subjected to flame propagation determination tests according to ISO 15025; the ignition times for the finishes: clay 1.46 minutes, borax 1.49 minutes and after washing 1.23 minutes. The combustion times are compared in the PAST 4 program, showing the reliability of these in 95%; the values obtained are shown by means of frequency tables and statistical graphs that allow comparing the results. It is determined that the finish with the application of borax is the optimum, since it reaches a longer ignition time of 1.49 minutes, the fabric does not burn maintaining its structure in 60 %, it does not present residues, however, it is not possible to obtain a 100 % fireproof finish.

**Keywords:** Impregnation, canvas, Pick Up, flame retardant

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	16
Descripción del tema.....	16
Antecedentes.....	16
Importancia del estudio .....	17
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos .....	18
Características del sitio del proyecto .....	18
Capítulo 1 .....	20
1. Marco Teórico.....	20
1.1. Estudios previos.....	20
1.1.1. Aplicación de bórax en acabados ignífugos. ....	20
1.1.2. Aplicación de arcilla en acabados ignífugos. ....	21
1.1.3. Acabado ignífugo.....	22
1.1.4. Proceso de impregnación.....	23
1.2. Marco legal.....	25
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	25
1.2.2. Línea de investigación de la Carrera de Textiles. ....	25
1.3. Marco conceptual .....	26
1.3.1 Tejido plano de algodón. ....	26
1.3.2. Bórax. ....	28
1.3.3. Arcilla.....	28

1.3.4. Acabado ignífugo.....	29
1.3.5. Impregnación. ....	29
Capítulo 2.....	31
2. Materiales y Métodos.....	31
2.1 Metodología .....	31
2.2. Tipos de investigación a aplicar .....	32
2.2.1. Investigación bibliográfica .....	32
2.2.2. Investigación analítica .....	32
2.2.3. Investigación experimental.....	33
2.2.4. Investigación comparativa.....	33
2.3. Normas textiles empleadas.....	34
2.3.1. Norma para determinar la propagación de la llama en tejidos ISO 15025:2000.....	34
2.3.2. ISO 6330:2012 (Procedimiento de lavado y Secado Doméstico).....	34
2.4. Diagrama de procesos.....	34
2.4.1. Diagrama general .....	34
2.4.2. Diagrama muestral .....	35
2.5. Obtención de muestras de tejido plano .....	36
2.6. Características del tejido .....	37
2.7. Materiales y equipos .....	37
2.7.1 Flexiburn.....	39
2.7.2 Foulard.....	40
2.7.3. Túnel de secado.....	41

2.7.4. Wascator .....	42
2.8. Descripción del proceso .....	42
2.8.1 Descrude del tejido .....	42
2.8.2 Formulaciones y parámetros con arcilla .....	44
2.8.3. Formulaciones y parámetros con bórax .....	47
2.9. Pruebas de laboratorio .....	51
2.9.1. Determinación de la propagación de la llama en tejidos .....	52
Capítulo III .....	53
3. Resultados y discusión de resultados .....	53
3.1. Resultados .....	53
3.1.1. Tabla de la determinación de la propagación de la llama en el tejido sin acabado .....	53
3.1.2. Tabla de determinación de la propagación de la llama en tejido aplicando arcilla .....	54
3.1.3. Tabla de determinación de la propagación de la llama en tejido aplicando bórax .....	56
3.1.4. Tabla general de la determinación de la propagación de la llama en las muestras .....	57
3.2. Discusión de resultados .....	57
3.2.1. Análisis de normalidad .....	57
3.2.2. Análisis de varianza .....	58
3.2.3. Análisis de resultado .....	59

Capítulo IV.....	62
Conclusiones.....	62
Recomendaciones .....	64
Referencias bibliográficas .....	65
Anexos.....	70

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Minerales de la arcilla .....	22
<b>Tabla 2</b> Características de la arcilla .....	28
<b>Tabla 3</b> Características del tejido .....	37
<b>Tabla 4</b> Materiales .....	38
<b>Tabla 5</b> Dosificación de los auxiliares y productos (Receta de descrude).....	43
<b>Tabla 6</b> Dosificación y parámetros de lavado .....	43
<b>Tabla 7</b> Receta para aplicar el acabado retardante a la llama con arcilla .....	45
<b>Tabla 8</b> Receta 1 para acabado retardante a la propagación de la llama con bórax .....	48
<b>Tabla 9</b> Receta 2 para acabado retardante a la propagación de la llama con bórax .....	49
<b>Tabla 10</b> Condiciones para el ensayo .....	51
<b>Tabla 11</b> Resultado de inflamabilidad del tejido sin acabado .....	54
<b>Tabla 12</b> Resultados de inflamabilidad en el tejido con acabado a base de arcilla .....	55
<b>Tabla 13</b> Resultados de ignición del tejido con acabado a base de bórax .....	56
<b>Tabla 14</b> Resultados generales de ignición .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del Laboratorio Textil .....	19
<b>Figura 2</b> Bórax.....	20
<b>Figura 3</b> Arcilla roja .....	21
<b>Figura 4</b> Acabado ignífugo .....	23
<b>Figura 5</b> Tejido plano (lona) .....	26
<b>Figura 6</b> Proceso de impregnación tintura y acabados .....	30
<b>Figura 7</b> Diagrama general .....	35
<b>Figura 8</b> Diagrama muestral.....	36
<b>Figura 9</b> Ubicación geográfica Empresa Ponte selva .....	37
<b>Figura 10</b> Flexiburn .....	40
<b>Figura 11</b> Foulard de laboratorio modelo-HFR .....	41
<b>Figura 12</b> Equipo túnel de secado .....	41
<b>Figura 13</b> Wascator .....	42
<b>Figura 14</b> Descrude .....	43
<b>Figura 15</b> Centrifugado.....	44
<b>Figura 16</b> Tejido descrudado .....	44
<b>Figura 17</b> Solución con bórax .....	47
<b>Figura 18</b> Test de normalidad .....	58
<b>Figura 19</b> Test de varianza.....	59
<b>Figura 20</b> Resultados generales de los tiempos de propagación de la llama. ....	59
<b>Figura 21</b> Tiempo de propagación de llama .....	61

## INTRODUCCIÓN

### Descripción del tema

La investigación se enfoca en el análisis que se desarrollará posterior a la aplicación de arcilla, bórax en un tejido plano 100 % algodón por el método de impregnación para otorgar propiedades ignífugas. El proceso de análisis comparativo se ejecutará de acuerdo con la NORMA TECNICA ISO 15025:2000 (Determinación de la propagación de la llama en tejidos). Este método se encargará de establecer la facilidad de ignición en las muestras de tejido plano 100 % algodón, mediante el equipo FLEXIBURN con el que cuenta el Laboratorio de procesos físicos y químicos de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica Norte.

Con este proyecto se pretende determinar las condiciones más adecuadas para la aplicación de arcilla, bórax en el tejido plano con la finalidad de obtener resultados óptimos para la comparación y elección del mejor acabado de acuerdo con las cualidades que adquiera el tejido.

El proceso práctico se desarrollará en el laboratorio de la planta textil, ya que esta cuenta con los equipos necesarios para realizar el proceso de acabado y pruebas requeridas para la determinación de las propiedades ignífugas que alcance el tejido.

### Antecedentes

Desde tiempos arcaicos, la industria textil se encarga de perfeccionar los tejidos haciendo uso de materia prima que se pueda encontrar en la naturaleza, actualmente se utilizan sustancias químicas y naturales para otorgar acabados específicos a los tejidos.

Entre las propiedades especiales esta la propiedad ignífuga que se aplica en diferentes tejidos para ello se utilizan sustratos como: arcilla, bórax, entre otros.

Las arcillas, son un tipo de material que se encuentra en la naturaleza estas se diferencian entre si según sus características y usos. En la industria textil se aplica arcilla a los tejidos para



dar un tipo de acabado ignífugo, para este proceso se utilizará barro de arcilla de color rojo. La arcilla roja se encuentra en abundancia en la naturaleza, es un remedio natural muy efectivo ya sea utilizado en la salud o la belleza. Entre su composición destaca el óxido e hidróxido de hierro, mismos que hacen que sea de color rojizo (Raffino, 2015).

El bórax al combinarlo con ácido bórico puede favorecer en cuanto a la ignición, es decir puede retardar la propagación inmediata de la llama en los textiles que suelen ser utilizados en algún tipo de industria que mantiene contacto con el fuego.

Chichizola (como citó en Campo, 2020) plantea que la impregnación es un proceso de acabado textil empleado para la tintura o para la impregnación de diferentes productos en la tela mediante la acción y presión ejercida por los rodillos que son los que se encargan de impregnar productos químicos y a su vez exprime los restos de líquido. Es un proceso más corto con relación a la tintura por agotamiento.

### **Importancia del estudio**

Los géneros textiles, son altamente inflamables y por ello suelen ser un riesgo permanente al estar en contacto con el fuego, es por esta razón que la industria textil trata de reducir el peligro que representa, la propagación inmediata del fuego en las telas, mismas que son utilizadas por personas que se encuentran expuestas a la flama.

La importancia que tiene la aplicación de arcilla, bórax para otorgar cualidades ignífugas a los tejidos. Cabe mencionar que la industria textil progresivamente está renovando para mejorar las propiedades que caracterizan a los tejidos, aumentando la calidad de estos y otorgando un valor agregado al producto final, con la investigación y conocimientos adquiridos, en este proyecto se realizará un análisis comparativo de la aplicación de arcilla, bórax por método de

impregnación en las muestras de tejido plano 100% algodón para determinar la resistencia de la llama en las muestras.

Por esta razón es importante el análisis que se efectuará desde el punto de vista textil, para conferir propiedades ignífugas al tejido plano mismo que se da como un acabado diferente que ayude a la protección de las diferentes prendas de vestir que utilizan las personas que trabajan en contacto con el fuego.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Analizar las propiedades ignífugas de un tejido plano 100 % algodón aplicando arcilla y bórax por el método de impregnación.

### **Objetivos específicos**

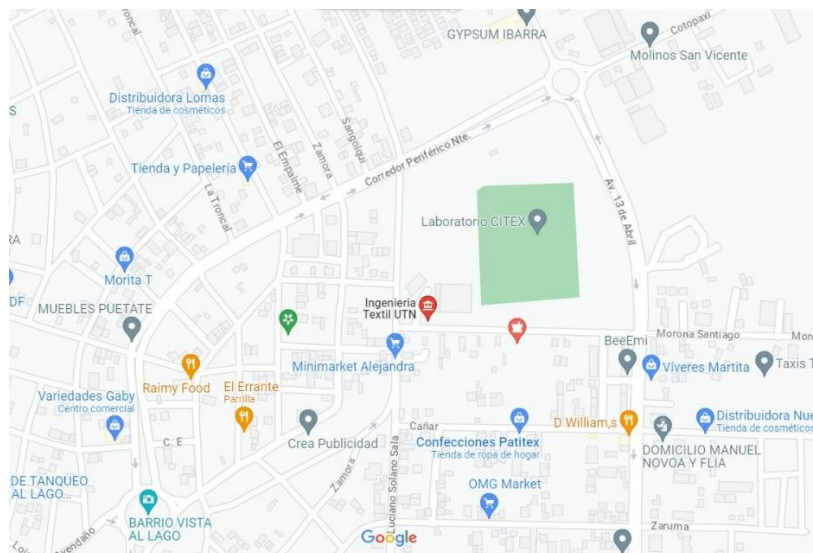
- Investigar bibliográficamente sobre los procesos del acabado textil ignífugo a base de arcilla, bórax para determinar los parámetros adecuados de aplicación.
- Realizar la aplicación de arcilla y bórax mediante el método de impregnación en un tejido plano 100 % algodón.
- Efectuar la prueba de laboratorio a las muestras para determinar la resistencia del tejido al fuego a través del FLEXIBURN.
- Comparar los resultados obtenidos de la aplicación de arcilla y bórax en las muestras para determinar la resistencia del tejido al fuego.

### **Características del sitio del proyecto**

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, en

donde se encuentran diferentes equipos de alta tecnología para el desarrollo de pruebas de calidad. Ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano.

**Figura 1.**  
*Ubicación geográfica del Laboratorio Textil*



**Fuente:** (Google Maps, 2023)

## Capítulo 1

### 1. Marco Teórico

#### 1.1. Estudios previos

##### 1.1.1. Aplicación de bórax en acabados ignífugos.

Entre los acabados textiles, se encuentra el acabado retardante a la llama, es un proceso que se ejecuta comúnmente a tejidos que se exponen al fuego. Por ejemplo, tejidos que se utilizan para la confección de prendas como; uniformes de bomberos y militares, ropa de trabajo, delantales de cocina, entre otros.

Para aplicar el acabado ignífugo en los tejidos es indispensable el uso de diferentes compuestos químicos como el bórax. El borato de sodio es un tipo de mineral de origen natural procedente de la clase de los boratos, es decir un derivado del boro. El bórax es un cristal de color blanco soluble en agua (Poppins, 2021). Tal como se muestra a continuación.

#### Figura 2

*Bórax*



*Fuente: (KragtChemical, 2023)*

En algunos métodos es indispensable utilizar mezclas de varios compuestos y muchos de ellos pueden ser químicos, a su vez dichos componentes pueden trabajar de forma independiente unos de otros. Cantidades pequeñas de mezcla disminuyen la velocidad de expansión de la llama, pueden aplicarse por separado, en cantidades con relación al peso del tejido.

Al mezclar ácido bórico-bórax y aplicar en compuestos de celulosa se presenta una teoría de retardación a la llama ya que, al calentar la mezcla, los sólidos se funden y generan una especie de recubrimiento en forma de vidrio en la superficie del material celulósico. Otro calentamiento provocará la deshidratación del bórax, esto dará lugar a endurecer el recubrimiento elevando la efectividad de la capa protectora. El proceso de deshidratación reduce energía térmica de la llama y separa vapor de agua (Quelal, 2019).

Para garantizar y obtener el acabado deseado es indispensable la mezcla de ácido bórico y bórax, ya que mediante esto se dará mejores resultados disminuyendo la propagación inmediata de la llama.

### **1.1.2. Aplicación de arcilla en acabados ignífugos.**

Veradermis (como citó en Guamán, 2017) menciona que hace algunos años atrás se utilizaba el barro de arcilla, para dar solución a varios problemas de salud, así como también en terapias de belleza, con el pasar del tiempo se ha revolucionado su utilización en balnearios y spas. La arcilla se presenta en forma de gránulos o polvo como se visualiza a continuación.

**Figura 3**  
*Arcilla roja*



**Fuente:** (Gómez, 2017)

Rosi (como citó en Puma, 2019) menciona que en efecto la arcilla es un producto de origen natural, no tratado, que se forma mediante la combinación de minerales arcillosos tales como

la clorita, la caolinita, la Illita, etc., como se presenta en la **Tabla 1** y algunos otros componentes como carbonatos, los óxidos, etc.

**Tabla 1**  
*Minerales de la arcilla*

<b>Tipos de minerales arcillosos</b>	
<b>Mineral arcilloso</b>	<b>Características</b>
<b>Clorita</b>	Es de color verde pálido, considerado como un tipo de mineral de la arcilla.
<b>Caolinita</b>	Es un mineral de arcilla de color gris.
<b>Illita</b>	Es una arcilla no expansiva de color gris-blanco a plateado-blanco.

Este material es un producto natural fundamental, ya que se aplica en diferentes áreas tal es el caso; salud, belleza, textiles, artesanías, etc. En la industria textil con el pasar del tiempo se ha realizado investigaciones y aplicaciones de arcilla en textiles, para mejorar las características de este, tomando en cuenta que los resultados son dependientes del tipo de arcilla y proceso de aplicación que se dé.

Mediante las diferentes investigaciones y avances tecnológicos se puede innovar y mejorar las condiciones de aplicación de arcilla en tejidos de punto 100% algodón.

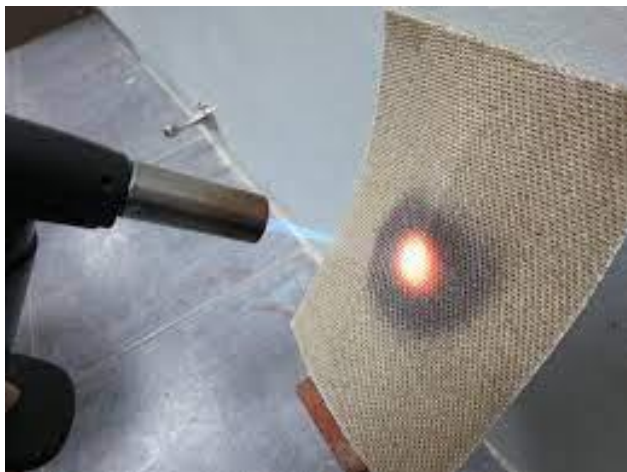
### **1.1.3. Acabado ignífugo.**

Los diferentes tejidos deben poseer un acabado especial de acuerdo con el uso destinado del mismo. Las telas para prendas de vestir resistentes al fuego es decir ignífugas, poseen distintas variantes en cuanto a los retardantes de flama y abarca desde prendas de uso diario o laboral, decoración de interiores, alfombras, entre otros. La utilización del ácido bórico y sus diferentes sales como aditivos para retardar la combustión al generar un recubrimiento intumesciente da mayor volumen al exponerse al fuego (Tapia et al., 2015).

La detención de la llama es la propiedad de un tejido que hace cesar el fuego de forma automática al erradicar el origen de ignición. Existen algunas normas fijadas por la industria, estas detallan la variación de longitud de carbonización máxima de 100 mm a 150 mm de longitud máxima de carbonizado (Secoes, 2014).

#### **Figura 4**

##### *Acabado ignífugo*



*Fuente:* (EUROLAB, 2019)

Es fundamental e importante que los tejidos ignífugos se autoextingan. Los tejidos que se extinguen de forma automática posterior a la fuente de ignición pueden disminuir notablemente el grado de quemaduras en el cuerpo y garantizar las posibilidades de supervivencia. No obstante, las mediciones de la erradicación de carbonizado por si solas no tiene adecuación con la garantía de protección otorgada por un tejido ignífugo (Secoes, 2014).

El tratamiento ignífugo se aplica como un acabado sobre los tejidos de acuerdo con las necesidades de reacción en contacto con el fuego de las prendas que se desee confeccionar.

#### **1.1.4. Proceso de impregnación.**

El proceso se lo desarrolla en diferentes tipos de tejidos, ya sean estos tubulares o en todo el ancho que suelen ser más propenso a los pliegues y manchas. La diferencia en cuanto al proceso de agotamiento es porque se utiliza cantidades pequeñas de agua, esto resulta un ahorro, el tejido pasa por una cuba que contiene la solución que se desea impregnar, posteriormente pasa

por los rodillos que se encargan de eliminar los restos de líquido, la velocidad de entrada del tejido debe mantenerse constante, es fundamental que el baño contenga los auxiliares necesarios para garantizar la efectividad del proceso a desarrollar.

El proceso de impregnación se aplica para dar un acabado o para la tintura de tejidos, mediante dos etapas que consisten en:

- La primera consiste en colocar los diferentes compuestos o colorantes a los tejidos, distribuidos de forma uniforme.
- La segunda cumple con la función de mantener sobre el tejido el colorante o compuesto que se aplique en el proceso.

El proceso de impregnación se lo desarrolla en el equipo foulard de impregnación. Este proceso consiste en pasar el tejido por el baño que contiene los diferentes químicos, contenida en un recipiente, luego es exprimido por dos rodillos que ejercen presión, todo esto con el propósito de garantizar una absorción homogénea y controlada en todo el tejido. Es muy común que este proceso se exprese en forma de porcentaje (%), con relación al peso seco del tejido, para ello es fundamental pesar el tejido previo y posterior al proceso de impregnación (Uribe et al., 2016).

El porcentaje de absorción se denomina pick up es la cantidad de producto aplicado en el tejido con relación a la muestra seca y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso en húmedo} - \text{Peso en seco}}{\text{Peso en seco}} \times 100 \quad (1)$$

Casa Aurora (como citó en Peñafiel, 2018) menciona que la máquina que se utiliza para el proceso de impregnación se denomina foulard. Este tipo de máquina suele estar conformada por dos o tres cilindros, regularmente utilizado en laboratorio para la identificación de los



parámetros de trabajo del tejido para darle algún acabado textil, se puede ejercer diferentes procesos como: impregnar, escurrir, etc.

## **1.2. Marco legal**

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

En base a la Constitución de la Republica del Ecuador se menciona los siguientes artículos relacionados al medio ambiente (Lexis, 2008)

Art. 83.- Literal 6 menciona. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 395.- Literal 1 menciona. El estado garantiza un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (Lexis, 2008, p. 38,119).

En base al Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo menciona algunos artículos referidos a los riesgos laborales (IESS, 2019)

Art. 10.- Literal 5 menciona. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesaria.

Art. 13.- Literal 3 menciona. Usar correctamente los medios de protección personal y colectiva proporcionados por la empresa y cuidar de su conservación (IESS, 2019, p. 6,8).

### **1.2.2. Línea de investigación de la Carrera de Textiles.**

Las principales líneas de investigación en las cuales se enfoca la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte son:

1. Producción Industrial y Tecnología Sostenible

## 9. Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico

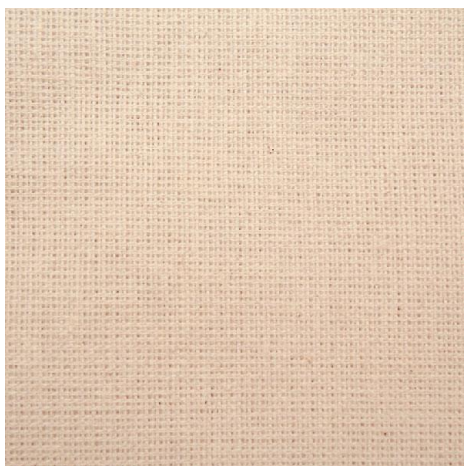
### 1.3. Marco conceptual

#### 1.3.1 Tejido plano de algodón.

La industria textil abarca diferentes áreas una de ellas la tejeduría que se desarrolla mediante varios tipos de procedimientos para fabricar un tejido, entre los cuales se puede mencionar el tejido de punto, el tejido plano y los no tejidos. A continuación, en la figura se muestra un tipo de tejido plano.

#### Figura 5

*Tejido plano (lona)*



*Fuente:* (Intextil, 2023)

El tejido plano es uno de los más antiguos es simple y el más usado de los tejidos. Estos en su estructura se componen de hilos de urdimbre que pasan por debajo de uno de trama y sobre el siguiente, de tal modo que el diseño repite un básico de dos urdimbres y dos pasadas. El tejido resultante tiene el mayor número de entrelazados de hilo y esto lo hace muy resistente (Cottonworks, 2023). Las telas de tejido plano presentan algunas características de acuerdo con el tipo de materia que sean fabricados:

- Poca elasticidad
- Resistente
- Brillante

Este tipo de tejidos son utilizados para la confección de:

- Mantales
- Uniformes
- Ropa de trabajo
- Trajes formales
- Cortinas
- Delantales de cocina
- Uniformes militares
- Uniformes de bomberos, etc.

El tejido plano que se utilizará es 100 % algodón. El algodón es una de las fibras textiles de origen vegetal procedente de un grupo de plantas del grupo *Gossypium* y al grupo de las malváceas, denominadas como algodinales o también conocidas como algodinos o plantas de algodón (Uriarte, 2020).

Este se origina de la cáscara del algodón, es una planta que actualmente se labra de forma masiva en diferentes partes del mundo. La longitud de la fibra es fundamental ya que mediante eso se fabrica un hilo; mismo que, es sometido a varios procesos anteriores al proceso de hilado, generando diferentes tipos de fibra de algodón entre estas: fibra larga, fina, corta, entre otras.

La constitución química del algodón consta con el porcentaje de 5 % de impurezas, gasas y minerales de todo tipo y 95 % de celulosa (Rebajas, 2016). Gracias a las diferentes propiedades del algodón, los tejidos que son elaborados con esta fibra son de uso en todo el mundo.

El tejido plano de algodón es muy utilizado por los beneficios y características que presentan entre ellas; es muy resistente a altas temperaturas, posee muy buena solidez de color al lavado, luz, sudor y al frote húmedo o seco.

### 1.3.2. Bórax.

Es un compuesto químico que se caracteriza por ser parte del grupo de los metaloides, es conductor de electricidad, así como un excelente aislante, este compuesto se obtiene de diferentes concentraciones de boro y diversos contenidos de moléculas de agua (Possehl, 2020).


El bórax o denominado borato de sodio, tetraborato de sodio o sal de boro, es un compuesto químico soluble en agua de lagos de elevadas concentraciones minerales, también se elabora de manera artificial en laboratorio mediante subproductos del boro (Valenzuela, 2016).

### 1.3.3. Arcilla.

Es una roca sedimentaria desintegrada conformada por silicatos de aluminio hidratados, originarios de la descomposición de rocas que contienen granito, son de diferentes coloraciones de acuerdo con las impurezas que contiene, desde rojo anaranjado hasta el blanco si es pura (Mecanizada, 2021).

Las arcillas son cualquier sedimento mineral que es plástico cuando se humedece es de un material granuloso muy fino, constituido por partículas muy pequeñas el tamaño es inferior a 4 micras (1 micra es la diezmilésima parte de un centímetro) (Domínguez and Schifter, 1995). La arcilla es muy utilizada en diferentes ámbitos como la industria textil gracias a las propiedades que la caracterizan, mismas que se muestran en la siguiente **Tabla 2**.

**Tabla 2**  
*Características de la arcilla*

Foto	Tipo	Características/aplicaciones
	Arcilla roja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su color es rojizo.</li> <li>• La temperatura de cocción es de 800°C.</li> <li>• Adquiere `plasticidad al mezclarse con agua.</li> </ul>

**Fuente:**(Ruíz, 2011)

La arcilla endurecida por la acción del fuego fue una de las primeras cerámicas fabricadas por los seres humanos, y es un material muy económico y de uso extenso. Se elabora ladrillos, utensilios de cocina, artículos de arte, hasta instrumentos musicales. A su vez se utiliza en algunos procesos industriales, como en la fabricación de papel, elaboración de cemento y procedimientos químicos (Mecanizada, 2021).

#### **1.3.4. Acabado ignífugo.**

Es un tratamiento mediante el cual se aspira retardar la acción del fuego en los textiles, la aportación de la característica ignífuga en un tejido es algo complicado. Para obtener el mejor acabado es fundamental realizar una experimentación previa, amplia y por otra parte es importante tomar en cuenta la elección del producto ignífugo de acuerdo con el tejido y uso final del mismo (Franquimi, 2013).

Existen algunos factores que influyen en la inflamabilidad de las fibras:

- A mayor punto de ignición, menor facilidad de combustión.
- Mientras más irregular sea la fibra, mayor tendencia a la combustión.
- A mayor tupidez del tejido o torsión del hilo, mayor dificultad de lograr la combustión.
- El grado de combustión puede variar dependiendo de los productos químicos que le hayan añadido al tejido (Bosch, 2011:35).

#### **1.3.5. Impregnación.**

Es un tipo de proceso de acabado textil utilizado comúnmente para tinturar, escurrir o también impregnar determinados productos en el tejido, el proceso se desarrolla mediante la presión ejercida por rodillos que se encarga de transferir las sustancias al tejido y escurre los excesos innecesarios (Campo, 2020). Como se muestra a continuación.

**Figura 6***Proceso de impregnación tintura y acabados*

*Fuente:* (DABEDAN, 2016)

El proceso de impregnación o también denominado foulardado es utilizado para brindar mayor calidad en los tejidos, mediante un acabado que otorga características especiales, esto consiste en impregnar determina solución química (QuimiNet, 2012).

El desarrollo de este proceso se lo realiza en el foulard. De acuerdo con Formación (2011), “es una máquina para efectuar tratamientos en húmedo, que consta de una cubeta que contiene el baño de tratamiento, rodillos exprimidores y órganos auxiliares de entrada que mantienen el tejido tensionado y sin arrugas”(p. 5).

## Capítulo 2

### 2. Materiales y Métodos

#### 2.1 Metodología

Está estrechamente relacionada con la investigación, hace referencia completamente a la voluntad de decisión que tome el investigador para lograr cumplir los objetivos, los cuales se centran en algunos aspectos como el modelo de la investigación, el sistema a utilizar, el ejemplar a estudiar, los procedimientos utilizados para determinar datos, las herramientas seleccionadas para el estudio de la información y la perspectiva para mejorar e incrementar la calidad del trabajo (Ugalde & Balbastre, 2022). Es así como la metodología se encarga de generar soluciones a diversos problemas o interrogantes que se puedan presentar en diferentes áreas de la ciencia y obtener nuevos resultados que darán respuestas a las preguntas generadas.

Es fundamental tener en cuenta el enfoque que se le dará a la investigación, mismo que se lo puede clasificar en dos tipos: cualitativo y cuantitativo, el primero que es tipo cualitativo esta denominada para las ciencias sociales que se encargan de la investigación a través del razonamiento y conocimiento de la vida en la sociedad, por otro lado está el de tipo cuantitativo que hace referencia a las investigación mediante la recopilación de datos, que posteriormente son ingresados en diferentes programas estadísticos para obtener resultados, los datos son recopilados a través de la aplicación de pruebas o ensayos desarrollados en un laboratorio con el propósito de dar respuesta a una hipótesis previa a al estudio de investigación

En la investigación un factor importante es la técnica e instrumentos utilizados en el estudio, ya que servirán para lograr los objetivos, estos suelen ser equipos, instrumentos, normas estándar entre otras herramientas que ayudarán en el cumplimiento de la investigación. Este proyecto se desarrollará mediante la revisión de varios documentos para sustentar a partir de estos los resultados que se desean determinar en el proyecto.

## **2.2. Tipos de investigación a aplicar**

El presente trabajo de investigación se desarrollará a partir de diferentes modelos de investigación entre ellos: bibliográfica, analítica, experimental y comparativa de esta manera se establecerá los resultados posteriores a la aplicación de estos modelos.

### **2.2.1. Investigación bibliográfica**

La investigación bibliográfica tiene como finalidad indagar en diversas fuentes documentales existentes con relación al tema a desarrollar. Se utiliza para cualquier tipo de investigación e incorpora la sección de fuentes de referencia.

Según Martín y Lafuente (2015), “ Implica consultar distintas fuentes de información ( catálogos, bases de datos, buscadores, repositorios, etc.) y recuperar documentos en distintos formatos. Este proceso también es conocido como búsqueda documental, revisión de antecedentes” (p. 1).

En el desarrollo del proyecto, la investigación bibliográfica está presente, ya que es primordial sondear la información con respecto al tema planteado y dar respuesta a las inquietudes que se puedan presentar en la ejecución y progreso del proyecto.

### **2.2.2. Investigación analítica**

Este tipo de investigación necesita el uso de la virtud de pensamiento decisivo y valoración de datos e información que se obtengan del tema a desarrollar. Se emplea generalmente en la educación superior, en base a una pregunta de investigación, a la que se le dará una solución, posteriormente se recopila datos que serán reportados y analizados para lograr la demostración y validación de estos.

La investigación analítica, ayuda a dar credibilidad al proyecto de investigación que se está trabajando actualmente para poder llevar a cabo y esto sea más confiable.



### **2.2.3. Investigación experimental**

La investigación experimental de acuerdo con Ramos (2021), “se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente”(p.1). En este sentido la investigación experimental ayuda en la comprobación de datos a partir de experimentos desarrollados en un laboratorio de acuerdo con el tema de investigación.

Se aplica la investigación experimental en el proyecto para la ejecución de diferentes pruebas de laboratorio con la combinación de compuestos hasta llegar a obtener el mejor resultado en cuanto al objetivo deseado.

### **2.2.4. Investigación comparativa**

La investigación comparativa es el método de cotejo consecuente de sucesos de análisis que por lo general se aplica con fines de generalización experimental y de comprobación de hipótesis.(Sánchez & Murillo, 2021)

Según Sánchez & Murillo( 2021),“ El método comparativo, en sentido estricto, busca examinar nexos casuales y trata de aislar los factores que pueden ser considerados como causa variable independiente de un efecto variable dependiente que dé como resultado una casualidad ”( p. 9).

En función del tema del proyecto se aplicará la investigación comparativa para analizar los datos que se obtengan y determinar en una comparación cual es el mejor resultado en cuanto a la ignición del tejido con las condiciones y parámetros que se establezcan en la aplicación del proceso.

Para el cotejo y comparación de los datos obtenidos se debe utilizar programas tecnológicos que ayuden a evidenciar mediante gráficos estadísticos el mejor resultado en base a los

parámetros de aplicación y posterior a la prueba de laboratorio de determinación de propagación de la llama del acabado ignífugo.

### **2.3. Normas textiles empleadas**

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán algunas normas de acuerdo con las pruebas que se realicen en el laboratorio.

#### **2.3.1. Norma para determinar la propagación de la llama en tejidos ISO**

##### **15025:2000**

Este método se encarga de valorar las propiedades de los textiles al estar en contacto directo con la llama en condiciones controladas. Consiste en aplicar determinada llama del quemador durante 10 s en la superficie de la muestra textil que se desee valorar, mediante la prueba de evaluación se obtiene el tiempo de combustión reflejado en minutos (Iso, 2017).

Esto se desarrollará en el equipo FLEXIBURN de acuerdo con la norma ya antes mencionada.

#### **2.3.2. ISO 6330:2012 (Procedimiento de lavado y Secado Doméstico)**

Es un tipo de norma técnica ecuatoriana la cual se fundamenta en determinar la duración de acabados y tinturas en tejidos, esto para determinar si el resultado del proceso previo es de tipo permanente, semi permanente o no permanente. Para el lavado se debe tomar en cuenta la cantidad de detergente de acuerdo con el peso de tejido a ser lavado y los contrapesos utilizados de acuerdo con la norma.

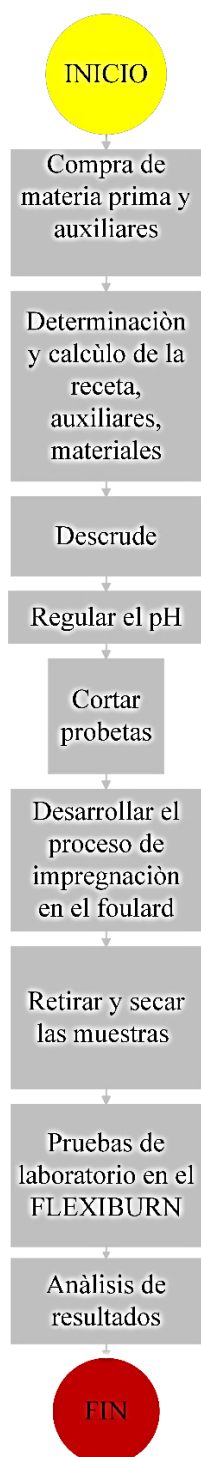
### **2.4. Diagrama de procesos**

En esta sección se define el diagrama general y muestral del trabajo de investigación que se está desarrollando.

#### **2.4.1. Diagrama general**

En el diagrama de proceso general. Ver **Figura 7**, se describe de forma global los subprocesos que se realiza en el trabajo de investigación, entre estos se explica los materiales, herramientas y equipos utilizados para el desarrollo y culminación del proyecto.

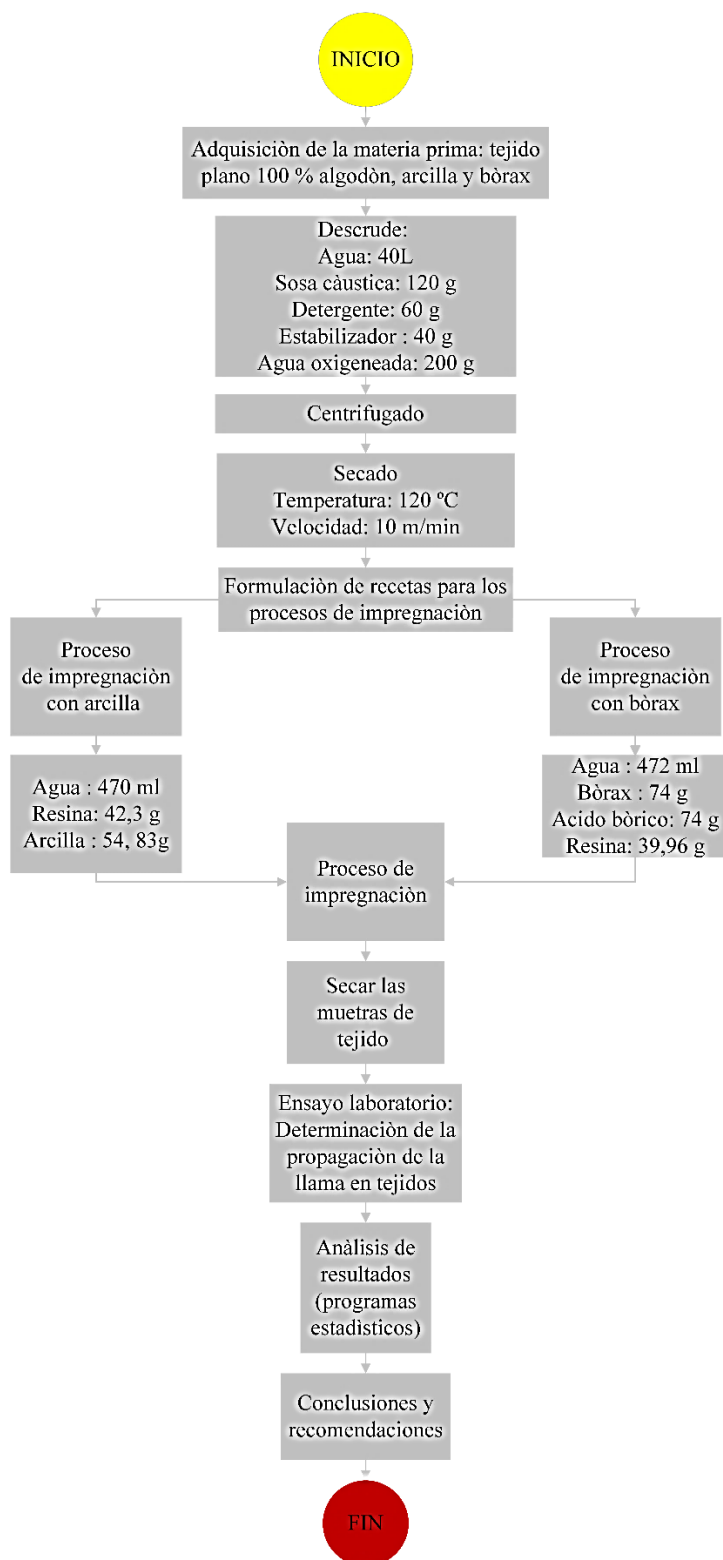
**Figura 7**  
*Diagrama general*



#### 2.4.2. Diagrama muestral

En el diagrama de proceso muestral. Ver **Figura 8**, se precisa de forma específica los dos procesos de impregnación de acuerdo con los auxiliares utilizados para cada receta de aplicación.

**Figura 8**  
Diagrama muestral

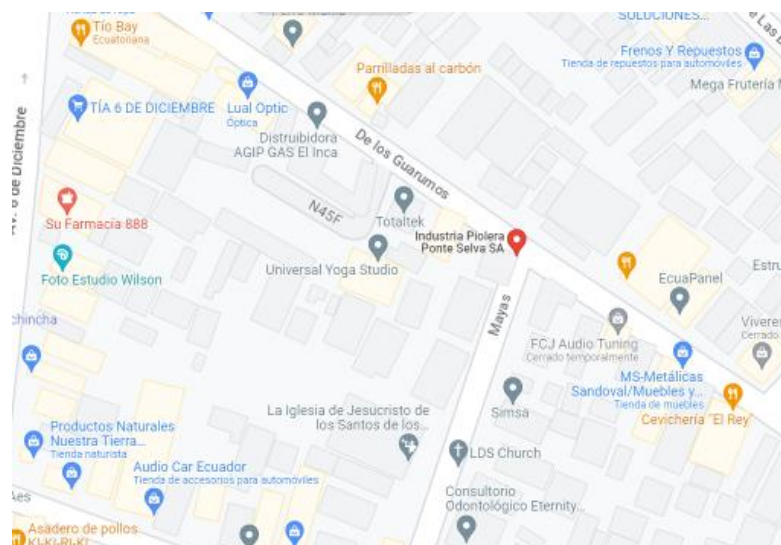


## 2.5. Obtención de muestras de tejido plano

El tejido plano 100 % algodón se compró en la empresa Ponte Selva ubicada en la ciudad de Quito en el sector del Inca.

## Figura 9

Ubicación geográfica Empresa Ponte selva



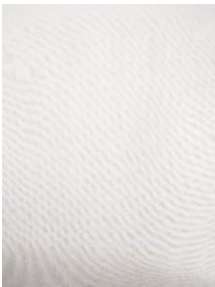
Fuente: (Google, 2023)

## 2.6. Características del tejido

En la siguiente **Tabla 3** se muestran algunas características del tejido.

**Tabla 3**

*Características del tejido*







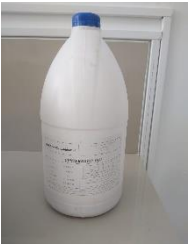
Características	
<p><b>Nombre comercial:</b> lienzo rafaela</p> <p><b>Tejido:</b> plano</p> <p><b>Ligamento:</b> tafetán</p> <p><b>Composición:</b> Co 100 %</p> <p><b>Ancho del tejido:</b> 180 cm</p>	

## 2.7. Materiales y equipos

Para la ejecución de la investigación es de gran importancia tener en cuenta los materiales y equipos a utilizar, ya que se obtendrá buenos resultados garantizando la viabilidad de la investigación y dando credibilidad a esta mediante el uso de los equipos de laboratorio que se rigen en estrictas normas de calidad.

A continuación, en la **Tabla 4**, se determina los materiales utilizados:

**Tabla 4**  
*Materiales*

Instrumento/Material	Característica	Figura
Vaso de precipitación	Utilizado para medir líquidos y auxiliares en gramos.	
Barra agitadora	Es un instrumento de vidrio utilizado para mezclar soluciones.	
Balanza analítica	Utilizada para pesar los diferentes auxiliares.	
Bórax	Es un producto químico, de color blanco en polvo.	
Arcilla	Producto natural de color rojo, en forma de grano o polvo.	
Ácido bórico	Es un producto químico, levemente ácido. Usado como retardante a la llama.	
Resina	Producto textil, espeso de color blanco utilizado para telas.	

Entre los principales equipos utilizados en la ejecución del proyecto se muestran los siguientes:

### **2.7.1 Flexiburn**

Es un equipo utilizado generalmente para comparar la facilidad de ignición y las propiedades de propagación de la llama de diferentes materiales textiles como:

- Cortinas
- Tapicería
- Ropa de dormir
- Prendas de vestir
- Juguetes para niños
- Tejidos técnicos
- Ropa de protección



Entre las principales características se puede mencionar:

- Maneja gran variedad de normas BS, EN, ISO
- Eficaz y controlado
- Posee marcadores de hilos horizontales y verticales

Las pruebas de inflamabilidad que se realizan en el flexiburn ayudan a conocer la rapidez y facilidad con la que determinado material se enciende y como se extiende la llama cuando se presenta al fuego.

En este equipo se determinará la propagación de la llama del tejido al que se aplicará el acabado con los diferentes compuestos químicos y naturales ya antes determinados.

El modelo de equipo se muestra a continuación en la imagen.

### **Figura 10**

#### *Flexiburn*



### **2.7.2 Foulard**

El Foulard horizontal es un equipo de laboratorio que se utiliza para teñidos, impregnación y acabados en tejidos modelo utilizado para pruebas pequeñas y algunas más largas. El modelo HFR consta de algunas partes como:

- Tina de acero inoxidable
- Dos rodillos revestidos de caucho
- Regulador de presión
- Un manómetro de indicación en el panel
- Un motor de corriente alternada accionada a los rodillos
- Pantalla digital de velocidad

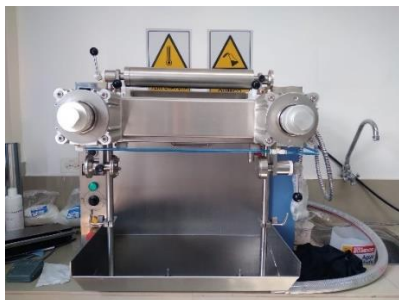


- Pedal de seguridad para encender y apagar a la rotación (Mathis, 2022).

A continuación, se puede visualizar el foulard de laboratorio de la carrera de Textiles.

### **Figura 11**

*Foulard de laboratorio modelo-HFR*



El foulard HFR será utilizado para realizar el proceso de impregnación a partir de las condiciones establecidas para la dosificación de químicos, en las muestras de tejido plano 100 % algodón.

### **2.7.3. Túnel de secado**

Túnel de secado o también conocido como secadora de banda, es un equipo de alta temperatura en estructura de acero inoxidable para secar de forma continua a nivel industrial, su funcionamiento es a través de electricidad.

El secado uniforme se obtiene mediante ventiladores y serpentines a vapor que otorgan la temperatura deseada de acuerdo con las necesidades y características del tejido, obteniendo así un secado óptimo y homogéneo.

### **Figura 12**

*Equipo túnel de secado*



#### 2.7.4. Wascator

Es una lavadora modelo estándar empleada en laboratorios textiles, cumple con requisitos de normas y métodos de ensayo europeos como: EN ISO6330:2000, EN 26330:1993 e ISO 6330:1984. La utilidad del Wascator comprende:

- Valoración de las arrugas
- Valoración del aspecto después del lavado
- Valoración de la facilidad de planchado
- Medida de encogimiento
- Lavado previo a las pruebas de abrasión
- Lavado previo a las pruebas de pilling
- Lavado previo a las pruebas de inflamabilidad (James Heal, 2022).

**Figura 13**  
*Wascator*



**Fuente** (James Heal, 2022)

### 2.8. Descripción del proceso

#### 2.8.1 Descrude del tejido

Se realizó un descrude al tejido con la finalidad de eliminar ciertos residuos de semillas, grasas, olores y todos aquellos elementos que provienen de procesos anteriores. A continuación, se muestra la cantidad de auxiliares utilizados en una R:B: 1:50 en 40 L de agua con una cantidad de 0.8 kg de tela para realizar el descrude, mediante la receta de la **Tabla 5**.

**Tabla 5***Dosificación de los auxiliares y productos (Receta de descruce)*

Producto	g/L	Dosificación
Agua		40 L
Sosa cáustica	6	120 g
Detergente	1.5	60 g
Estabilizador	1	40 g
Agua oxigenada	5	200 g

Posteriormente se realiza el lavado de acuerdo con los parámetros que indica la **Tabla 6**

**Tabla 6***Dosificación y parámetros de lavado*

Producto	g/L	Dosificación	Tiempo	Temperatura
Detergente	3 g/L	120 g/L	10 min	80 °C

Una vez que la tela ha salido de la máquina de pre lavados se debe pasar al equipo de centrifugado para eliminar la mayor cantidad de agua presente en el tejido y así se facilite el siguiente proceso.

**Figura 14***Descruce*

**Figura 15**  
*Centrifugado*



Para que el tejido este completamente seco es necesario someterlo al túnel de secado, a una temperatura de 150 °C en una velocidad de 10 m/min en tres pasadas, de esa manera la tela estará en perfectas condiciones para empezar con el desarrollo del proceso para obtener el acabado ignífugo

Los resultados obtenidos del descruce realizado en la máquina de pre lavados, fueron óptimos ya que se eliminó todos los residuos presentes y la tela esta lista para aplicar el acabado deseado.

**Figura 16**  
*Tejido descruado*



## **2.8.2 Formulaciones y parámetros con arcilla**

### **a. Preparación del tejido**

Posterior al proceso de descruce del tejido, se determinó las medidas de la muestra de 20 cm x 125 cm y proceder con el acabado a base de arcilla para otorgar propiedades ignífugas.

## b. Concentraciones de arcilla

Para determinar las concentraciones óptimas de arcilla, se empleó la investigación experimental, iniciando con pruebas preliminares, en base a estudios ya realizados en cuanto a recetas de acabados para determinar la cantidad de auxiliares necesarios. Luego de una serie de pruebas se estableció como resultado, las siguientes dosificaciones: 15, 25 y 35 g/L de arcilla, la cantidad que mejores resultados generó fue la de 35 g/L, en 470 mL de agua. Por lo tanto, se toma la mejor opción para proceder con la aplicación en el tejido. Mediante la **Tabla 7**.

**Tabla 7**

*Receta para aplicar el acabado retardante a la llama con arcilla*

<b>Producto</b>	<b>g/L</b>	<b>Dosificación</b>
Arcilla	35	54,83g/mL
Resina	90	42,3 g/mL
<b>Tejido</b>		
Peso en seco		46,975 g
Peso en húmedo		87,198 g
<b>Impregnación - Foulardado</b>		
Presión		1.5 Bar
Velocidad		1 rpm
<b>Pick Up</b>		
		85,626
<b>Curado</b>		
Temperatura		150 °C
Velocidad		10 m/min

*Nota:* Las dosificaciones de los productos se establecen mediante la relación de la cantidad de producto por la cantidad de agua, entre 1000 mL.

Mediante la receta antes presentada se procedió a la aplicación ya que la dosificación de arcilla y resina generaron buenos resultados, en cuanto a la impregnación homogénea de los productos en el tejido.

Al ser expuesto en el equipo flexiburn se pudo determinar que el acabado ignífugo con arcilla no es el mejor.

### **c. Proceso de impregnación con arcilla**

Para la aplicación de la receta determinada anteriormente se inicia con el proceso de impregnación o también denominado foulardado, con la finalidad de mejorar las propiedades del tejido plano 100% algodón en base a los siguientes pasos:

- Preparar las muestras de tejido plano 100% algodón estableciendo las medidas: 20 cm x 125 cm.
- Pesar las muestras de tejido en seco dando como resultado: 46,975 g.
- Preparar la solución de la receta establecida para ejecutar el acabado.
- Calibrar el foulard de acuerdo con las condiciones necesarias: presión de 1.5 Bar y velocidad de 1 rpm.
- Ubicar la muestra de tejido en el foulard y agregar la solución en la que se sumerge completamente el tejido para después pasar por los rodillos que eliminan los restos de la solución y a su vez la impregnan.
- Pesar la muestra de tejido húmeda obteniendo como resultado: 87,198 g
- Calcular el Pick Up.

$$\text{Pick Up} = \frac{87,198 - 46,975}{46,975} \times 100$$

$$\text{Pick Up} = 85,626$$

Una vez que el tejido sale del proceso de impregnación, se continua con el desarrollo de curado o secado, para garantizar que la solución del acabado se fije de manera uniforme en todo el sustrato textil. Esto se lleva a cabo en el túnel de secado. Mediante los siguientes parámetros:

- Establecer el equipo a una temperatura de 150 ° C y una velocidad de 10 m/min.
- Colocar las muestras húmedas extendidas en la malla del equipo.
- Se realiza tres pasadas por el túnel de secado con las mismas condiciones de temperatura y velocidad, para que el sustrato textil quede completamente seco.

Ya que el tejido ha culminado con el proceso de impregnación y secado se continúa con la siguiente etapa, para determinar la viabilidad del acabado ignífugo.

### **2.8.3. Formulaciones y parámetros con bórax**

#### **a. Preparación del tejido**

Una vez que el tejido ha sido descrudado, centrifugado y secado, se procede a determinar las medidas de las muestras de tela de 20 cm x 125 cm que se utilizarán para desarrollar el acabado ignífugo con bórax de acuerdo con la receta establecida.

#### **b. Concentraciones de bórax**

#### **Figura 17**

*Solución con bórax*



Mediante la investigación experimental se determinó diferentes dosificaciones de bórax entre ellas 15, 25 y 35 g/L. Obteniendo como el mejor resultado 35 g/L, en 470 mL de agua lo que se utilizará en la receta de aplicación en el acabado ignífugo.

**Tabla 8**

*Receta 1 para acabado retardante a la propagación de la llama con bórax*

<b>Producto</b>	<b>g/L</b>	<b>Dosificación</b>
Bórax	35	54,95 g/mL
Ácido bórico	35	54,95 g/mL
Resina	90	42,48 g/mL
<b>Tejido</b>		
Peso en seco		47,196 g
Peso en húmedo		85,015 g
<b>Impregnación – Foulardado</b>		
Presión		1.5 Bar
Velocidad		1 rpm
<b>Pick Up</b>		
		80,132
<b>Curado</b>		
Temperatura		150 °C
Velocidad		10 m/min

*Nota:* Las dosificaciones de los productos se establecen mediante la relación de la cantidad de producto por la cantidad de agua, entre 1000 mL.



Mediante la aplicación de la receta 1 se pudo evidenciar que los productos se impregnan de forma homogénea y al ser sometido al equipo flexiburn se obtuvo buenos resultados ya que el tejido no se quema completamente.

**Tabla 9**

*Receta 2 para acabado retardante a la propagación de la llama con bórax*

<b>Producto</b>	<b>g/L</b>	<b>Dosificación</b>
Bórax	50	74 g/mL
Ácido bórico	50	74 g/mL
Resina	90	39,96 g/mL
<b>Tejido</b>		
Peso en seco		47,357 g
Peso en húmedo		87,020 g
<b>Impregnación – Foulardado</b>		
Presión		1.5 Bar
Velocidad		1 rpm
<b>Pick Up</b>		
		83,753
<b>Curado</b>		
Temperatura		150 °C
Velocidad		10 m/min

*Nota:* Las dosificaciones de los productos se establecen mediante la relación de la cantidad de producto por la cantidad de agua, entre 1000 mL.

A partir de la receta número 1 y al obtener buenos resultados con 35 g/L de bórax, se opta por emplear una nueva receta con una concentración de 50 g/L de bórax, aplicando al tejido y

obteniendo una impregnación homogénea y al ser expuesto al equipo flexiburn se evidencia mejores resultados en relación con la receta 1, es por ese motivo que se mantiene la nueva receta.

### **c. Proceso de impregnación con bórax**

Para el desarrollo del acabado ignífugo mediante la aplicación de la receta ya antes establecida, se empieza con el proceso de foulardado para determinar las mejores condiciones para el acabado retardante a la llama en el tejido plano 100 % algodón a través de los siguientes pasos:

- Adecuar la muestra de tejido plano 100 % algodón en las siguientes medidas: 25cm x 125 cm
- Pesar las muestras de tejido en seco consiguiendo como resultado: 47,357 g.
- Preparar la solución de la receta establecida para ejecutar el acabado.
- Encender y establecer las condiciones del foulard de acuerdo con las normas de aplicación: presión de 1.5 Bar y velocidad de 1 rpm.
- Colocar el tejido en el foulard y agregar la solución en la cual se sumerge el tejido y posteriormente pasa por los rodillos que se encargan de eliminar los restos de la solución e impregnar.
- Pesar la muestra de tejido en húmedo logrando como resultado: 87,020 g.
- Calcular Pick Up

$$\text{Pick Up} = \frac{87,020 - 47,357}{47,357} \times 100 = 83,753$$

Culminado el proceso de impregnación el tejido se encuentra húmedo, se procede con el secado de la muestra para confirmar que la solución del acabado se impregne de forma

homogénea en todo el sustrato textil. Esto se desarrolla en el túnel de secado. Mediante las siguientes medidas:

- Modificar el equipo a una temperatura de 150 ° C a velocidad de 10 m/min.
- Situar la muestra húmeda extendida en la malla del equipo.
- Se debe ejecutar tres pasadas por el túnel de secado en las mismas condiciones de temperatura y velocidad, ya que así el sustrato textil quedará totalmente seco.

Terminado el proceso de impregnación y secado el tejido está totalmente listo para proceder con la siguiente etapa para alcanzar el objetivo propuesto.

## 2.9. Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio realizadas fueron indispensables para establecer los valores, en cuanto a la propagación de la llama en el tejido plano 100 % algodón después de efectuarse el acabado con arcilla y bórax. En la tabla **Tabla 10**, se presentan las condiciones para el desarrollo de la prueba de laboratorio.

**Tabla 10**  
*Condiciones para el ensayo*

<b>Norma empleada</b>	<b>Equipo</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad relativa</b>
ISO			
15025:2000(Determinar la Propagación de la llama en Tejidos)- Método B	Flexiburn	Inicial: 21° C	Inicial: 60%
		Final: 21° C	Final: 60%
<b>Tejido</b>	<b>Gas</b>	<b>Marco</b>	<b>Probetas</b>
Plano, ligamento tafetán 100 % CO	Gas comercial (Butano/propano)	20 cm x 16 cm	20 cm x 16 cm
<b>N° Probetas</b>			
3 sentido de trama		3 sentido de urdimbre	

### **2.9.1. Determinación de la propagación de la llama en tejidos**

La práctica de determinación de la expansión de la llama en los tejidos con los acabados ya antes realizados se desarrolló de la siguiente manera:

#### **a. Práctica de laboratorio del tejido con aplicación de arcilla como acabado ignífugo**

- Preparar el número de probetas a ensayar de acuerdo con el molde: 3 en sentido de la trama y 3 en sentido de la urdimbre.
- Adecuar el equipo flexiburn de acuerdo con las condiciones que establece la Norma ISO 15025.
- Colocar la muestra de tejido en el porta muestras.
- Encender la llama hasta lograr una longitud de 4,5 cm.
- La llama se direcciona hacia la parte inferior del tejido y empieza la combustión.
- Esperar hasta que la llama se detenga para establecer el tiempo de expansión de la llama.
- Una vez que la llama se apaga se registra el tiempo que determine el equipo y se retira la muestra para continuar con el mismo proceso con las muestras restantes.

#### **b. Práctica de laboratorio del tejido con aplicación de bórax como acabado ignífugo**

- Disponer del tejido para determinar el número de muestras necesarias para el ensayo: 3 en sentido de la trama y 3 en sentido de la urdimbre.
- Ajustar el equipo a las condiciones que determina la Norma ISO 15025.
- Ubicar la muestra de tejido en el porta muestras.
- Prender la llama hasta lograr una longitud de 4,5 cm.
- La llama se orienta hacia la parte inferior del tejido hasta empezar la combustión.
- La llama se expandirá y una vez que se apague se registra los datos del tiempo que determinará el equipo, retirar la muestra y se repite el proceso con las muestras restantes.

### Capítulo III

#### 3. Resultados y discusión de resultados

En esta sección, se exponen los resultados finales como consecuencia de la investigación derivada de la parte experimental realizada en el laboratorio de procesos fisicoquímicos de la Carrera de Textiles, también se utilizó los datos numéricos, para realizar una explicación de estos mediante la utilización del programa estadístico PAST 4, en el que se muestra mediante gráficos y tablas los resultados y la mejor opción en cuanto al acabado ignífugo.

##### 3.1. Resultados

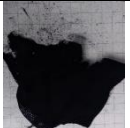
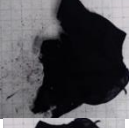




Ejecutada la parte práctica y el correspondiente análisis en el laboratorio textil, se muestran los datos recopilados posterior al ensayo de la determinación de la propagación de la llama en los tejidos con acabado ignífugo en el que se analizan los siguientes aspectos:

- a. Si alguna llama llega al borde superior o al borde vertical de la probeta
- b. Tiempo posterior a la llama (min)
- c. Tiempo de post-incandescencia (min)
- 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

##### 3.1.1. Tabla de la determinación de la propagación de la llama en el tejido sin acabado

En la siguiente **Tabla II**, se muestra los resultados de ignición de la muestra sin acabado.

**Tabla 11***Resultado de inflamabilidad del tejido sin acabado*







	Nro.	a (si/no)	b (min)	c (min)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)	Gráfico
Urdimbre	1	Si	1,21	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	Si	1,22	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	Si	1,20	0	Si	Si	Si	Si	Si	
Trama	1	Si	1,18	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	Si	1,19	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	Si	1,18	0	Si	Si	Si	Si	Si	

*Nota:* Durante 10 segundos se expone el tejido a la llama

### 3.1.2. Tabla de determinación de la propagación de la llama en tejido aplicando arcilla

Los resultados alcanzados con respecto al acabado ignífugo con arcilla se pueden mostrar en la siguiente **Tabla 12**.

**Tabla 12***Resultados de inflamabilidad en el tejido con acabado a base de arcilla*

	Nro.	Arcilla	a (si/no)	b (min)	c (min)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)	Gráfico
Urdimbre	1	35 g/L	Si	1,47	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	35 g/L	Si	1,48	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	35 g/L	Si	1,48	0	Si	Si	Si	Si	Si	
Trama	1	35 g/L	Si	1,34	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	35 g/L	Si	1,40	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	35 g/L	Si	1,41	0	Si	Si	Si	Si	Si	







*Nota: Durante 10 segundos se expone el tejido a la llama*

### 3.1.3. Tabla de determinación de la propagación de la llama en tejido aplicando bórax

Los resultados obtenidos, con relación al acabado ignífugo con bórax se pueden ver en la siguiente **Tabla 13**.

**Tabla 13**

*Resultados de ignición del tejido con acabado a base de bórax*

	Nro.	Bórax	a (si/no)	b (min)	c (min)	d (si/no)	e (si/no)	f (si/no)	g (si/no)	h (si/no)	Gráfico
Urdimbre	1	50 g/L	Si	1,50	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	50 g/L	Si	1,49	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	50 g/L	Si	1,49	0	Si	Si	Si	Si	Si	
Trama	1	50 g/L	Si	1,54	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	2	50 g/L	Si	1,52	0	Si	Si	Si	Si	Si	
	3	50 g/L	Si	1,58	0	Si	Si	Si	Si	Si	

*Nota:* Durante 10 segundos se expone el tejido a la llama



### 3.1.4. Tabla general de la determinación de la propagación de la llama en las muestras

En la siguiente **Tabla 14**, se muestran los resultados de ignición de las muestras sin acabado, con acabado ignífugo a base de arcilla, acabado a base de bórax y después del lavado.

**Tabla 14**  
*Resultados generales de ignición*

<b>Probetas</b>	<b>Tiempo de Ignición (min) muestra 0</b>	<b>Tiempo de Ignición (min)- arcilla</b>	<b>Tiempo de Ignición (min)- bórax</b>	<b>Tiempo de Ignición (min)- después del lavado</b>
1t	1,18	1,34	1,54	1,25
2t	1,19	1,40	1,52	1,23
3t	1,18	1,41	1,58	1,21
1U	1,21	1,47	1,50	1,23
2U	1,22	1,48	1,49	1,24
3U	1,20	1,48	1,49	1,26

### 3.2. Discusión de resultados

En esta sección se muestra el análisis de los resultados conseguidos, mediante el cálculo de la normalidad de datos y el estudio de varianza de la **tabla 16** de los resultados de ignición, para comprender y visualizar de mejor manera estos valores, se presentan en gráficos y diagramas.


#### 3.2.1. Análisis de normalidad

En la **Figura 18**, se muestra el análisis de la normalidad de datos resultantes a partir del ensayo de la propagación de la llama en el tejido plano 100 % algodón con la aplicación de arcilla, bórax para otorgar propiedades ignífugas, presentados en la **Tabla 14**. Al ejecutar la normalidad de datos en el programa estadístico PAST 4, se prueba que el valor p sea aceptado, siempre y cuando este sea mayor a 0,05 demostrando así que los datos son 95% confiables.

Se demuestra que los datos son confiables, ya que los valores son mayores,  $p > 0,05$  de acuerdo con los métodos: Shapiro-Wilk  $w$ ,  $p$  (normal), Anderson-Darling  $A$ ,  $p$  (Monte Carlo), Lilliefors  $L$  y Jarque-Bera  $JB$ , esto determina que están dentro del 95 % de confiabilidad, es decir los valores obtenidos de las pruebas de laboratorio son completamente confiables.

### Figura 18

#### Test de normalidad

 Tests for normal distribution

	0	Arcilla	Borax	Lavado
<b>N</b>	6	6	6	6
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9199	0,9029	0,8753	0,974
<b>p(normal)</b>	0,505	0,3916	0,2482	0,9181
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2556	0,334	0,3717	0,1903
<b>p(normal)</b>	0,5728	0,3692	0,2894	0,8187
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,6541	0,4059	0,3165	0,8842
<b>Lilliefors L</b>	0,1796	0,244	0,215	0,185
<b>p(normal)</b>	0,7865	0,3191	0,5195	0,7482
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,7991	0,3278	0,5344	0,7638
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5439	0,5561	0,7744	0,2186
<b>p(normal)</b>	0,7619	0,7573	0,679	0,8964
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5471	0,518	0,2518	0,9182

### 3.2.2. Análisis de varianza

La varianza se emplea para valorar estadísticamente la variación entre los datos obtenidos en la prueba de laboratorio, se utilizó el programa estadístico PAST 4, el cual brinda los resultados requeridos.

Se presenta en la **Figura 19**, los datos obtenidos del programa estadístico PAST 4, entre ellos los valores más relevantes: el promedio, la desviación estándar, la media y el coeficiente de variación del tiempo de ignición obtenido después de realizar la prueba de propagación de la llama en los tejidos sin acabado, con aplicación de arcilla y aplicación de bórax siendo este el que más destaca, ya que presenta el mejor tiempo de combustión con relación a los anteriores

## Figura 19

### Test de varianza

Univariate statistics

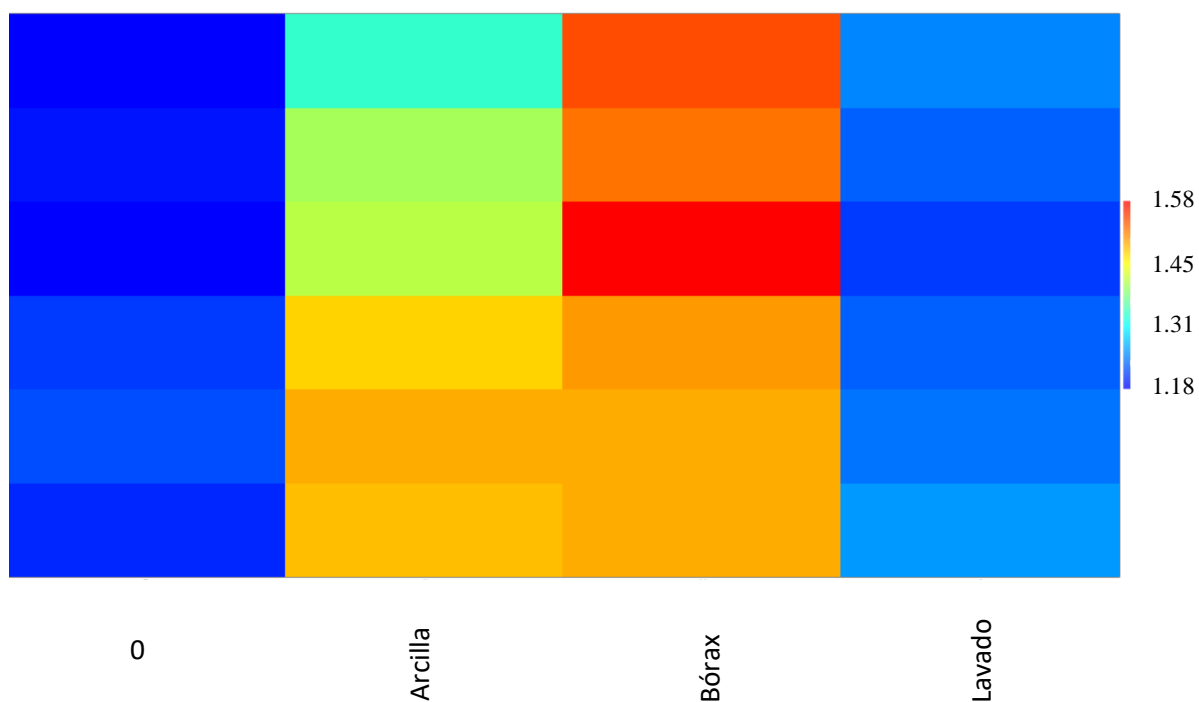
	0	Arcilla	Borax	Lavado
<b>N</b>	6	6	6	6
<b>Min</b>	1,18	1,34	1,49	1,21
<b>Max</b>	1,22	1,49	1,58	1,26
<b>Sum</b>	7,18	8,59	9,12	7,42
<b>Mean</b>	1,196667	1,431667	1,52	1,236667
<b>Std. error</b>	0,006666667	0,02386304	0,01437591	0,007149204
<b>Variance</b>	0,0002666667	0,003416667	0,00124	0,0003066667
<b>Stand. dev</b>	0,01632993	0,05845226	0,03521363	0,0175119
<b>Median</b>	1,195	1,44	1,51	1,235
<b>25 prctil</b>	1,18	1,385	1,49	1,225
<b>75 prctil</b>	1,2125	1,4825	1,55	1,2525
<b>Skewness</b>	0,3827328	-0,6676284	1,113022	-0,2482784
<b>Kurtosis</b>	-1,48125	-0,7915574	0,5332986	-0,01417769
<b>Geom. mean</b>	1,196574	1,430659	1,519664	1,236563
<b>Coeff. var</b>	1,364618	4,082812	2,316686	1,416057

### 3.2.3. Análisis de resultado

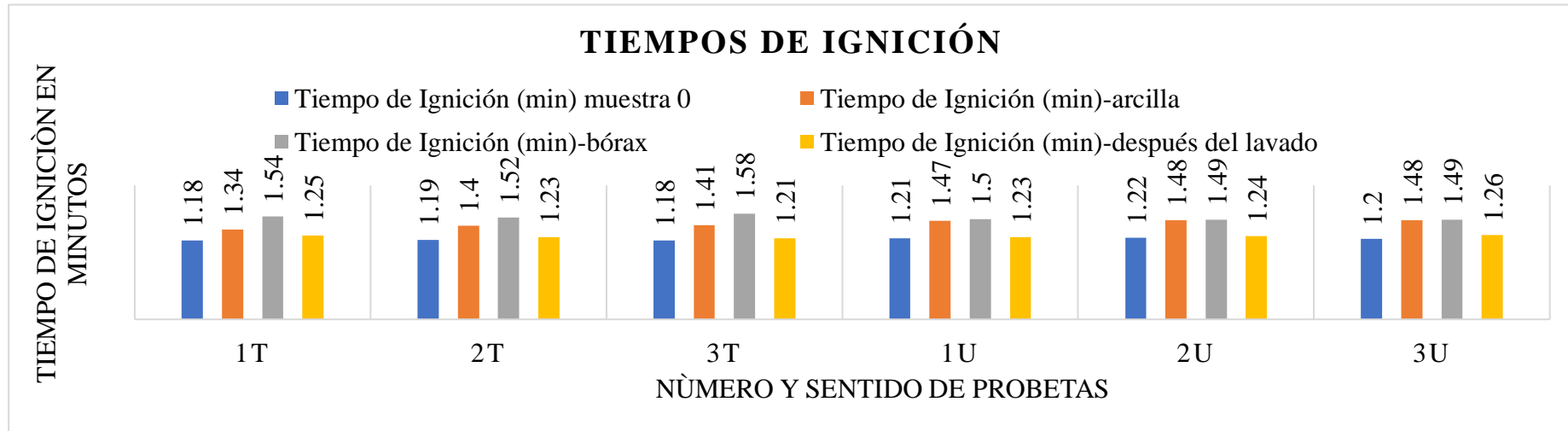
En la **Figura 20**, se evidencia la representación gráfica de los resultados de los tiempos de ignición de los tejidos, sin acabado, acabado ignífugo a base de arcilla, acabado ignífugo a base de bórax y lavado en el tejido plano 100 % algodón.

## Figura 20

Resultados generales de los tiempos de propagación de la llama.



En relación con el tiempo de ignición determinado de la prueba sin acabado, acabado a base de bórax, acabado a base de arcilla y del tejido lavado se representa en el grafico a través de colores de acuerdo con; el tiempo mínimo de 1,18 minutos representado en el color azul del tejido sin acabado, es decir este se quema de forma inmediata eliminando completamente el tejido. El color verde de 1.3 min de la muestra uno en sentido de trama representa que el acabado ignífugo a base de arcilla no muestra buenos resultados, ya que el tejido se quema totalmente dejando pequeños residuos. El mejor acabado se representa a partir del color mostaza hasta alcanzar el color naranja con el mayor tiempo de 1,58 min; en las tres probetas en sentido de trama y las tres probetas en sentido de urdimbre el tiempo que tarda en propagarse la llama es mayor, se puede evidenciar claramente en la representación gráfica que el color naranja predomina en la columna denominada bórax, haciendo referencia al mejor acabado por sus condiciones resultantes ya que el tejido no se desintegra y se demora en quemar. El tejido lavado presenta un tiempo de ignición que oscila entre 1,18 y 1.3 min como tiempo mínimo y mayor rapidez de ignición manifestando el color azul-celeste, muestra que después del lavado el tejido que conservaba el acabado ignífugo con bórax no mantiene sus propiedades convirtiéndose así en un acabado no permanente.

**Figura 21***Tiempo de propagación de llama*

En la **Figura 17** se presenta mediante el gráfico de columnas agrupadas los valores en minutos del tiempo de ignición obtenido de la prueba de laboratorio del equipo Flexiburn. Se evidencia en la columna de color azul el menor tiempo de ignición de las probetas sin acabado, mientras que el acabado con arcilla mejora el tiempo de ignición evidenciado en la columna de color naranja, en tanto que el mejor tiempo se puede ver en la columna de color gris que hace referencia al acabado a base de bórax y el posterior al lavado de las probetas con aplicación de bórax se reduce considerablemente el tiempo de ignición esto se verifica en las columnas de color amarillo.

## Capítulo IV

### Conclusiones

- Para la ejecución del trabajo de investigación se identificó los parámetros necesarios de aplicación de arcilla y bórax en tejidos, mediante la búsqueda de información y con ello, la necesidad de indagar en variedad de fuentes bibliográficas entre ellas: trabajos de grado, artículos, libros, revistas, como también plataformas online que aprobaron la comprensión, aprendizaje y selección de datos específicos referentes al tema de indagación. Es así como la información presente en el documento es fruto de la curiosidad y experimentación realizada.
- Desarrolladas las pruebas preliminares en el tejido se determinó las recetas de aplicación mostradas en las **Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9**, mismas que se emplearon por el método de impregnación en el tejido plano 100% algodón bajo los siguientes parámetros: presión de los cilindros de 1,5 Bar otorgando al tejido un pick up entre 85 y 83 %.
- A través de la ejecución del ensayo de propagación de la llama según ISO 15025:2000 en el Flexiburn, se evidencia que el tejido con aplicación de arcilla alcanza un tiempo promedio de ignición en sentido de trama de 1,38 minutos y en sentido de urdimbre 1,47 minutos, dejando el tejido 100 % quemado. En cuanto al tejido con acabado a base de bórax logra el mayor tiempo de ignición en sentido de trama 1,54 minutos y en sentido de urdimbre 1,49 minutos el tejido alcanza 18 cm de daño por la llama sin destruirlo, se evidencia claramente que el acabado genera buenos resultados convirtiéndolo en un acabado ignífugo.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina que, el acabado a base de arcilla con las concentraciones utilizadas no da buenos resultados además este mineral no se distribuye de forma homogénea en el tejido y el tiempo de combustión es relativamente similar a la muestra sin acabado. Al cesar la llama se evidencia pequeños residuos de ceniza color rojizo, en presencia del fuego la incandescencia se propaga rápidamente

por todo el tejido quemándolo al 100%. En cuanto al acabado con bórax mantiene el mayor tiempo de ignición, la solución se distribuye de forma homogénea en el tejido y el tiempo de combustión es mucho mejor que la muestra sin acabado no presenta escombros ya que el tejido se mantiene, no logra la combustión completamente, la llama solo alcanza el borde superior quemándose el 40% del tejido con longitud de daño de 18 cm. No se logra que el tejido sea completamente ignífugo. Pero si se consigue retardar la propagación inmediata de la llama, de tal manera se evidencia que el mejor acabado es con bórax.

## Recomendaciones

- Para la ejecución del acabado a base de bórax, mediante el proceso de foulardado, se recomienda trabajar con altas concentraciones de resina (pero sin rebasar la cantidad pues se hace muy rígida); esto ya que, en dosificaciones bajas, no se impregna por completo dificultando el proceso de foulardado. Si se maneja mayor cantidad de producto (resina), se mantiene estable y ayuda en el desarrollo del proceso.
- Tras realizar el lavado de acuerdo con ISO 6330:2012 procedimiento de lavado y secado doméstico y mediante los resultados obtenidos en el ensayo de la propagación de la llama según ISO 15025, se determinó que después del lavado, las probetas presentaron menor tiempo de ignición, por tal motivo se recomienda ampliar el estudio y utilizar algún producto que mantenga las características ignífugas en el tejido después del lavado.
- Al evidenciar los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, en el tejido con acabado ignífugo a base de bórax, se recomienda emplearlo en tejidos, que sean utilizados en prendas de menaje de hogar ya que estas no se encuentran expuestas a las inclemencias del fuego de forma constante.
- En el desarrollo de los procesos de acabado textil en los diferentes equipos, es fundamental que el operario utilice en todo momento protección personal y a su vez ser muy cauteloso en el manejo de estos; ya que así se reduce riesgos.



## Referencias bibliográficas

- Bosch, X. (2011). Acabados textiles. Tintolimp, 483, 16–19.  
[https://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentación/acabados\\_textiles/ACABADOS TEXTILES IV.pdf](https://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentación/acabados_textiles/ACABADOS TEXTILES IV.pdf)
- Campo, C. (2020). Aplicacion de colageno de escamas de tilapia en vendas.
- Cottonworks. (2023). Tipos de tejido plano. <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-plano/tipos/>
- DABEDAN. (2016). Proceso de impregnacion. <https://www.dabedan.com/tintura-y-acabados-textiles.html>
- Domínguez, J. M., & Schifter, I. (1995). ¿Qué son las arcillas? In Las Arcillas: El Barro Noble. [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_6.html)
- EUROLAB. (2019). Acabado ignífugo. <https://www.gozetim.com/es/tekstil/kimyasal-ve-ekolojik-testler/yanmazlik-apresi/>
- Formacion, M. de educaion yprofecional. (2011). Glosario de terminos utilizados en : aprestos y acabados de materias y articulos textiles. 1–9.  
[https://incual.educacion.gob.es/documents/20195/1873855/P\\_GLOSARIO\\_TCP279\\_2.pdf/f96d9bfd-4a3d-4e15-9dcf-fa75ffa72b38](https://incual.educacion.gob.es/documents/20195/1873855/P_GLOSARIO_TCP279_2.pdf/f96d9bfd-4a3d-4e15-9dcf-fa75ffa72b38)
- Franquimi. (2013). Ignífugo by franquimi - Issuu. <https://issuu.com/franquimi/docs/ignífugo>
- Goglee, M. (2023). Ponte Selva. [https://www.google.com/maps/place/Ponte+Selva/@0.1570675,-78.4778885,17z/data=!4m6!3m5!1s0x91d59aa78ca80c6f:0xba2673477cf0eb0f!8m2!3d-0.1568422!4d-78.4755496!16s%2Fg%2F11g3\\_9x1vw](https://www.google.com/maps/place/Ponte+Selva/@0.1570675,-78.4778885,17z/data=!4m6!3m5!1s0x91d59aa78ca80c6f:0xba2673477cf0eb0f!8m2!3d-0.1568422!4d-78.4755496!16s%2Fg%2F11g3_9x1vw)

Gómez, A. (2017). Arcilla. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/salud/articulo/cuales-son-las-propiedades-de-la-arcilla-roja-34739.html>

Guamán, A. (2017). Universidad técnica del norte.

Heal, J. (2022). Wascator. <https://www.jamesheal.com/es/instrument/wascator>

IESS. (2019). Decreto Ejecutivo 2393 -Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Del Medio Ambiente De Trabajo. Iess, 1–92. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

Intextil. (2023). Lona. <https://www.intextil.com.co/tres-tipos-de-tejido-planque-debes-cono/>

Iso, N. (2017). INTERNACIONAL ESTÁNDAR propiedades orientados verticalmente.

KragtChemical. (2023). bórax. <https://www.kraftchemical.com/product/bórax/>

Lexis. (2008). Constitución de la república del Ecuador 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial. Constitución Del Ecuador, 136. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)

Maps, G. (2023). Ubicación Laboratorio Textil. <https://www.google.com/maps/search/laboratorio+textil/@0.3040223,-78.3669494,10.05z>

Martín Sandra; Lafuente, V. (2015). Referencias bibliográficas : indicadores para su evaluación en trabajos científicos. Investigación Bibliotecológica, 31(71), 151–180. [http://www.scielo.org.mx/article\\_plus.php?pid=S0187-358X2017000100151&tlng=es&lng=es](http://www.scielo.org.mx/article_plus.php?pid=S0187-358X2017000100151&tlng=es&lng=es)

Mathis. (2022). Manula e instrucciones foulard horizontal de laboratorio Modelo-HFR.

file:///C:/Users/Personal/Downloads/Manual Foulard.pdf

Mecanizada, L. (2021a). Qué es Arcilla y su Origen.

<https://www.ladrillramecanizada.com/blog/el-origen-de-la-arcilla/>

Mecanizada, L. (2021b). Qué es Arcilla y su Origen | Fábrica de Ladrillos | Ladrillera.

<https://www.ladrillramecanizada.com/blog/el-origen-de-la-arcilla/>

Peñañiel, J. (2018). Diseño y construcción de un foulard automatizado para desarrollar prácticas de laboratorio. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7931/1/04 IT 223 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7931/1/04_IT_223_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)

Poppins. (2021). ¿Qué es el bórax y para qué se utiliza? - MyPoppins.

Possehl. (2020). El bórax - Industrias de química, cerámica, metalúrgica, vidrio y aleaciones.

<https://www.possehl.mx/el-borax/>

Puma, W. (2019). Acabado ignífugo a base de arcilla en un género de punto 100% algodón.

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9649>

Quelal, C. (2019). Determinación de la resistencia a la llama de un acabado textil a base de ácido bórico y bórax, aplicando en tejido plano 100 % algodón. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9212/1/04 IT 239 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9212/1/04_IT_239_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)

QuimiNet. (2012). Mejore el proceso de foulardado en sus textiles.

<https://www.quiminet.com/articulos/mejore-el-proceso-de-foulardado-en-sus-textiles-2685355.htm>

Raffino, M. (2015). ¿Cuáles son las propiedades de la materia? Concepto.De.

Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. CienciAmérica,

10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

REBAJAS. (2016). Características y Propiedades del Algodón.

Ruíz, P. (2011). Plásticos, fibras textiles y otros materiales. Ministerio de Educación España, 195–224. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448141938.pdf>

Sánchez Molina, A. A., & Murillo Garza, A. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. In *Debates por la Historia* (Vol. 9, Issue 2). <https://doi.org/10.54167/debates-por-la-historia.v9i2.792>

Secoes. (2014). Tejido técnico-ignífugo. <https://www.equipodeproteccionindividual.com/tejido-ignifugo/>

Tapia, J., Muñoz, R., Chàvez, J., Huanchos, I., & Roman, J. (2015). *Application-of-Resins-for-Producing-Fire-Safe-Industrial-Textiles.pdf*.

Ugalde Binda, N., & Balbastre-Benavent, F. (2022). Investigación Cuantitativa E Investigación Cualitativa: Buscando Las Ventajas De Las Diferentes Metodologías De Investigación. *Revista de Ciencias Económicas*, 31(2), 179–187. <https://doi.org/10.15517/rce.v31i2.12730>

Uriarte, J. M. (2020). Algodón: origen, usos, clasificación y características. *Características*.

Uribe Valenzuela, C., Roca Meneses, E., Brañez Sánchez, M., Álvarez Alayo, J., Román Mendoza, L. E., Maurtua Torres, D., Solís Veliz, J. L., & Gómez León, M. M. (2016). Funcionalización de textiles de algodón nanopartículas de ZnO<sub>2</sub>. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(2), 216–231. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i2.126>

UTN. (2022). Dirección de investigación – Universidad Técnica del Norte. <https://www.utn.edu.ec/direccion/#1638194284960-b479148b-8079>

Valenzuela, I. (2016). Qué es el bórax y todo lo que deberías saber para usarlo en casa.

<https://www.univision.com/explora/que-es-el-borax-y-todo-lo-que-deberias-saber-para-usarlo-en-casa>

## Anexos

### Anexo 1

#### *Proceso de foulardado*



### Anexo 2

#### *Secado de probetas*

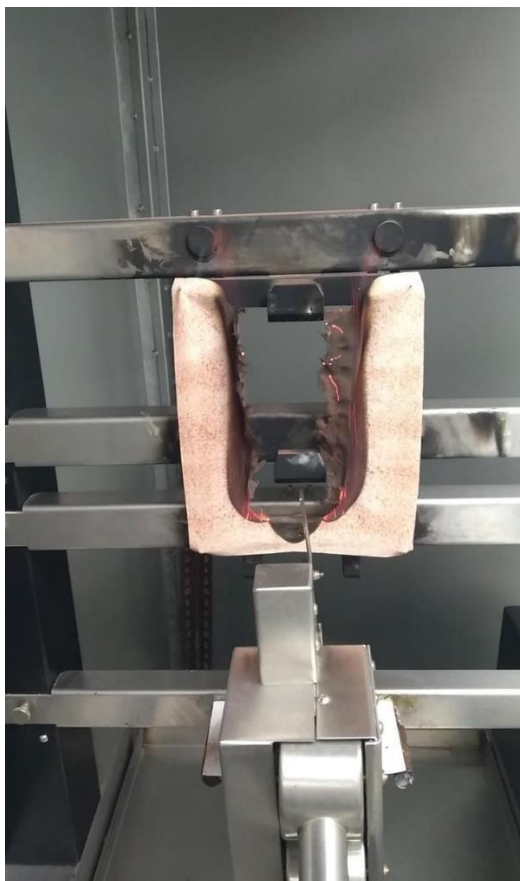


**Anexo 3**

*Residuos (ceniza) posteriores a la exposición del Flexiburn*

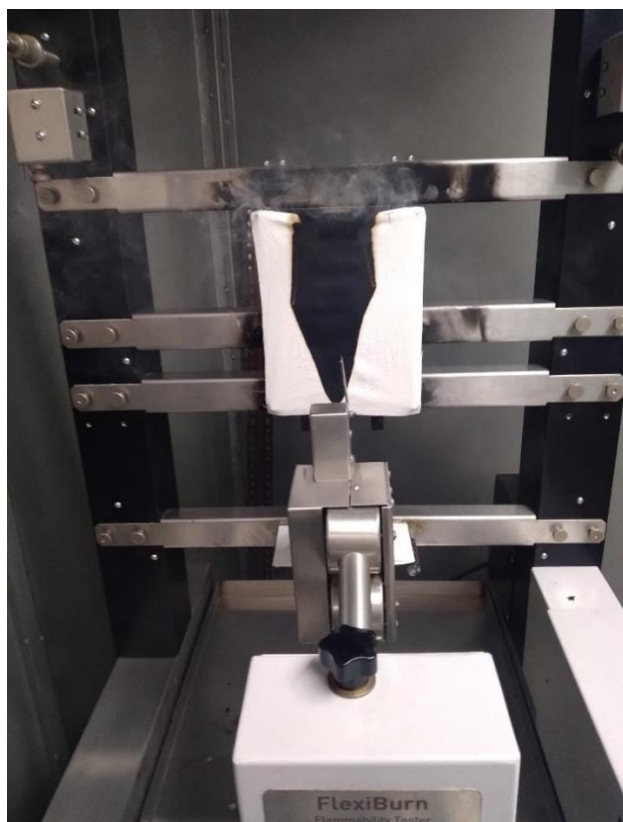
**Anexo 4**

*Comportamiento del tejido con aplicación de arcilla ante la llama*

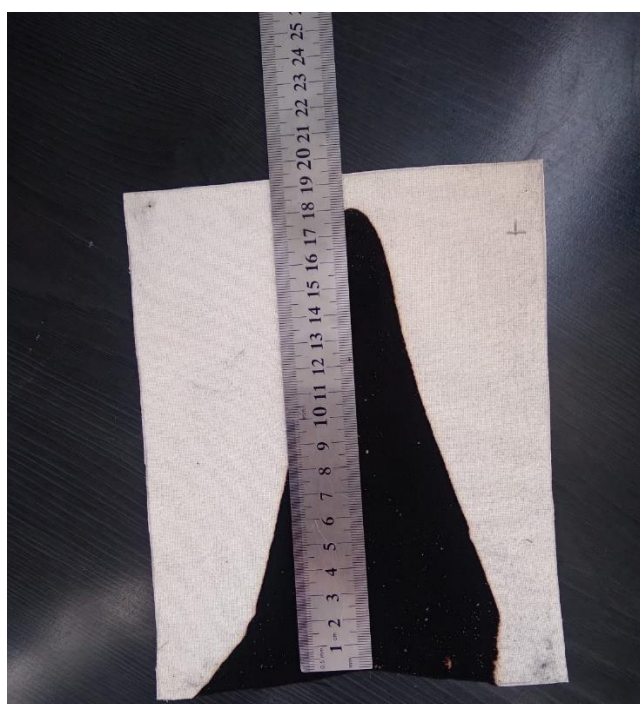


**Anexo 5**

*Comportamiento del tejido con aplicación de bórax ante la llama*

**Anexo 6**

*Longitud de daño en el tejido con acabado ignífugo a base de bórax*





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

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



Ibarra, 13 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 Textiles:

**CERTIFICO**

Que la señorita **CHUQUIMARCA PAUCAR KATHERINE SILVANA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 172376692-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES IGNÍFUGAS DE UN TEJIDO PLANO 100 % ALGODÓN APLICANDO ARCILLA, BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MÀQUINA DE PRE LAVADOS**
- **FOULARD MODELO HFR-Impregnación**
- **TÚNEL DE SECADO**
- **FLEXIBURN- ISO15025** Norma para determinar la propagación de la llama en tejidos.
- **WASCATOR-ISO 6330:2012** Procedimiento de lavado y secado doméstico.
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

Además, se le ayudó 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**