



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
TEXTIL

**TEMA:**

“APLICACIÓN DE PARTÍCULAS DE CERÁMICA PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE LADRILLERAS, COMO MATERIAL TINTÓREO PARA UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”

AUTOR: APUANGO CEVALLOS AMANDA NATHALY

DIRECTOR: ING. MARCO FRANCISCO NARANJO TORO

IBARRA – ECUADOR

2022



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En el cumplimiento del Art. 144 de la Ley Superior de Educación, 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 su disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004187231		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	APUANGO CEVALLOS AMANDA NATHALY		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra-San Antonio		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:anapuanguoc@utn.edu.ec">anapuanguoc@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2551 473	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0994210804

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“APLICACIÓN DE PARTÍCULAS DE CERÁMICA PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE LADRILLERAS, COMO MATERIAL TINTÓREO PARA UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”
<b>AUTOR(ES):</b>	APUANGO CEVALLOS AMANDA NATHALY
<b>FECHA:</b>	18/2/2022
<b>PROGRAMA:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• PREGRADO</li></ul>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería Textil
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	Ing. Marco Francisco Naranjo Toro

## CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra, objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá a defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 18 días del mes de febrero del 2022

LA AUTORA:



AMANDA NATHALY APUANGO CEVALLOS

C.I:1004187231



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por la egresada **AMANDA NATHALY APUANGO CEVALLOS**, para optar el título de **INGENIERA TEXTIL**, cuyo tema es **“APLICACIÓN DE PARTÍCULAS DE CERÁMICA PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE LADRILLERAS, COMO MATERIAL TINTÓREO PARA UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

Ibarra, a los 18 días del mes de febrero del 2022

**ING. MARCO FRANCISCO NARANJO TORO**  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres por darme la fortaleza de continuar con mi formación académica, quienes me apoyaron incondicionalmente, confiando en mis capacidades para cumplir mis objetivos, a mi abuelita que desde el cielo me cuida y protege.*

*Apuango Amanda*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por permitirme compartir este logro con mi familia y todos aquellos quienes forman parte de mi vida, en especial quiero agradecer a mis padres Marina Cevallos y Ramiro Apuango quienes me apoyaron incondicionalmente, tanto en lo económico como en lo personal, aconsejándome para ser una mejor persona cada día, a mi abuelita Carmen que siempre me apoyó en mi vida estudiantil y aconsejó en mi vida personal.*

*Un agradecimiento fraterno a los docentes que formaron parte de mi preparación, a mis compañeros, amigas y amigos que con altas y bajas siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo.*

*Como no agradecer a mi tutor el Ing. Marco Francisco Naranjo Toro por la paciencia y guía durante el desarrollo de la tesis.*

***Apuango Amanda***

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	i
CONSTANCIAS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
Capítulo I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Descripción del tema .....	2
1.3. Importancia del estudio.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general. ....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Características del sitio del proyecto-Laboratorio UTN-CITEX.....	3
Capítulo II.....	5
2. ESTADO DEL ARTE.....	5

2.1.	Estudios previos.....	5
2.2.	Marco legal .....	7
2.3.	Marco conceptual.....	9
2.3.1.	La cerámica.....	9
2.3.2.	Utilidad de la cerámica. ....	9
2.3.3.	Propiedades y características de la cerámica (ladrillo).....	10
2.3.4.	Componentes de la cerámica. ....	11
2.3.5.	Algodón .....	13
2.3.6.	Procesos de tintura.....	17
2.3.7.	Auxiliares. ....	20
2.3.8.	Mordientes.....	21
Capítulo III	.....	24
3.	METODOLOGÍA.....	24
3.1.	Método.....	24
3.2.	Flujograma general del proceso.....	24
3.3.	Flujograma muestral .....	26
3.4.	Método de agotamiento .....	26
3.4.1.	Tratamientos previos a un proceso de tintura.....	27
3.4.2.	Etapas de una tintura por agotamiento. ....	29
3.5.	Obtención del material tintóreo .....	31
3.5.1.	Tamaño de la partícula. ....	31
3.5.2.	Partícula del ladrillo.....	32
3.5.3.	Proceso de obtención del material tintóreo. ....	32
3.5.4.	Materiales y productos utilizados.....	32
3.6.	Variables y parámetros .....	35

3.6.1.	Concentración del polvo de ladrillo.....	35
3.6.2.	Auxiliares para el proceso de tintura. ....	37
3.6.3.	Curvas del proceso. ....	37
3.6.4.	Proceso de tintura. ....	38
3.6.5.	Solidez al lavado.....	39
3.6.6.	Solidez al frote.....	40
3.6.7.	Solidez al sudor. ....	41
3.6.8.	Solidez al Planchado.....	43
Capítulo IV	.....	44
4.	RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	44
4.1.	Análisis .....	44
4.1.1.	Ensayo para la elección del mordiente. ....	44
4.1.2.	Resultados del proceso de tintura. ....	46
4.1.3.	Resultados de las pruebas de solidez.....	54
4.2.	Análisis de resultados .....	57
4.2.1.	Análisis de la varianza.....	59
4.2.2.	Análisis de la normalidad. ....	60
4.2.3.	Representación gráfica. ....	61
Capítulo V	.....	66
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1.	Conclusiones.....	66
5.2.	Recomendaciones .....	67
Capítulo VI	.....	68
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
Capítulo VII	.....	73

7. ANEXOS.....	73
.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Lugar de la investigación.....	4
Figura 2. Curva de tintura con el barro.....	7
<i>Figura 3.</i> Algodón.....	13
<i>Figura 4.</i> Tejido de punto por trama .....	15
<i>Figura 5.</i> Tejido de punto por urdimbre.....	16
<i>Figura 6.</i> Tejido jersey.....	17
<i>Figura 7.</i> Clasificación de los colorantes naturales según su origen.....	19
<i>Figura 8.</i> Tipos de mordientes .....	22
<i>Figura 9.</i> Flujograma general del proceso.....	25
<i>Figura 10.</i> Flujograma muestral.....	26
<i>Figura 11.</i> Ficha técnica del pre-tratamiento.....	28
<i>Figura 12.</i> Flujograma del proceso de obtención del material tintóreo.....	32
<i>Figura 13.</i> Curva de tintura.....	38
<i>Figura 14.</i> Análisis de la varianza.....	60
<i>Figura 15.</i> Normalidad de datos.....	61
<i>Figura 16.</i> Gráfico barchart.....	62
<i>Figura 17.</i> Gráfico de líneas y puntos.....	63
<i>Figura 18.</i> Matrix plot.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Componentes de la cerámica</i> .....	11
<b>Tabla 3.</b> <i>Componentes del ladrillo</i> .....	12
<b>Tabla 4.</b> <i>Composición química de la fibra de algodón</i> .....	14
<b>Tabla 5.</b> <i>Tamaño de partícula de los pigmentos</i> .....	31
<b>Tabla 6</b> <i>Equipos y materiales para el proceso de tintura</i> .....	33
<b>Tabla 7</b> <i>Equipos utilizados para las pruebas de laboratorio</i> .....	34
<b>Tabla 8</b> <i>Materiales y auxiliares para la tintura</i> .....	34
<b>Tabla 9</b> <i>Concentraciones del polvo de ladrillo</i> .....	36
<b>Tabla 10</b> <i>Auxiliares para la tintura</i> .....	37
<b>Tabla 11</b> <i>Materiales para la prueba de solidez al sudor</i> .....	41
<b>Tabla 12</b> <i>Receta de tintura con diferentes mordientes</i> .....	45
<b>Tabla 13</b> <i>Valoración del teñido con diferentes mordientes</i> .....	45
<b>Tabla 14</b> <i>Muestra tinturada con 20% de polvo de ladrillo</i> .....	47
<b>Tabla 15</b> <i>Muestra tinturada con 25% de polvo de ladrillo</i> .....	48
<b>Tabla 16</b> <i>Muestra tinturada con 30% de polvo de ladrillo</i> .....	49
<b>Tabla 17</b> <i>Muestra tinturada con 35% de polvo de ladrillo</i> .....	50
<b>Tabla 18</b> <i>Muestra tinturada con 40% de polvo de ladrillo</i> .....	51
<b>Tabla 19</b> <i>Muestra tinturada con 45% de polvo de ladrillo</i> .....	52
<b>Tabla 20</b> <i>Gama de tonalidades</i> .....	53
<b>Tabla 21</b> <i>Resultados de la prueba de solidez al lavado</i> .....	54
<b>Tabla 22</b> <i>Resultados de la prueba de solidez al frote</i> .....	55
<b>Tabla 23</b> <i>Resultados de la prueba de solidez al sudor</i> .....	56
<b>Tabla 24</b> <i>Resultados de la prueba de solidez al planchado</i> .....	57
<b>Tabla 25</b> <i>Resumen general de las pruebas de solidez</i> .....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A</b> <i>Pesaje de los auxiliares para el pre tratamiento</i> .....	73
<b>ANEXO B</b> <i>Descrude y pre-blanqueo</i> .....	73
<b>ANEXO C</b> <i>Secado en el Foulard</i> .....	73
<b>ANEXO D</b> <i>Obtención del material tintóreo</i> .....	73
<b>ANEXO E</b> <i>Pesaje del polvo de ladrillo</i> .....	74
<b>ANEXO F</b> <i>Solución del polvo de ladrillo</i> .....	74
<b>ANEXO G</b> <i>Pesaje del sustrato textil</i> .....	74
<b>ANEXO H</b> <i>Mordentado previo</i> .....	74
<b>ANEXO I</b> <i>Medición del pH</i> .....	74
<b>ANEXO J</b> <i>Baño de tintura</i> .....	74
<b>ANEXO K</b> <i>Colocación de muestras en el autoclave</i> .....	75
<b>ANEXO L</b> <i>Muestra tinturada</i> .....	75
<b>ANEXO M</b> <i>Prueba de solidez al lavado</i> .....	75
<b>ANEXO N</b> <i>Prueba de solidez al frote</i> .....	76
<b>ANEXO O</b> <i>Prueba de solidez al sudor</i> .....	76
<b>ANEXO P</b> <i>Prueba de solidez al planchado</i> .....	76
<b>ANEXO Q</b> <i>Ficha técnica del alumbre</i> .....	77
<b>ANEXO R</b> <i>Ficha técnica del fijador</i> .....	78
<b>ANEXO S</b> <i>Ficha técnica del dispersante</i> .....	79
<b>ANEXO T</b> <i>Resultado del ensayo de solidez al lavado de la muestra al 40%</i> .....	80
<b>ANEXO U</b> <i>Resultado del ensayo de solidez al frote húmedo de la muestra al 40%</i> .....	81
<b>ANEXO V</b> <i>Resultado del ensayo de solidez al sudor alcalino de la muestra al 40%</i> .....	82
<b>ANEXO W</b> <i>Resultado del ensayo de solidez al planchado de la muestra al 40%</i> .....	83
<b>ANEXO X</b> <i>Certificado de laboratorio</i> .....	84

## RESUMEN

Esta investigación trata de una tintura con partículas de cerámica proveniente de los residuos de ladrilleras en un tejido jersey 100% algodón, mediante el método de agotamiento aplicando diferentes concentraciones de material tintóreo y haciendo su respectivo análisis con la finalidad de obtener una gama de tonalidades y determinar la calidad de la tintura.

Para el desarrollo de este estudio se utilizó un tejido jersey 100% algodón, realizando un mordentado previo con crémor tártaro, fijador y álcali, posterior a ello se aplicó dispersante, polvo de ladrillo tamizado por una malla #43 y #120 respectivamente con concentraciones de 20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 45% , más el ligante; una vez realizada la tintura las muestras fueron sometidas a pruebas de solidez del color al lavado utilizando la norma AATCC 61-2013 test 3A, solidez al frote aplicando la norma AATCC 08-2013, solidez al sudor con la norma ISO 105 E04 y solidez al planchado con el uso de la norma ISO 105 x 11, para la valoración de datos fue necesario utilizar el espectrofotómetro para medir el cambio y transferencia de color.

Los resultados obtenidos en los ensayos de solidez fueron analizados y sometidos a un test de normalidad utilizando el programa estadístico PAST 4, obteniendo el 95% de confiabilidad, así como la obtención de gráficos estadísticos mismos que ayudaron a interpretar de mejor manera los resultados obtenidos en los ensayos de solidez, llegando a la conclusión que el polvo de ladrillo si brinda color a un sustrato textil de algodón y que la muestra tratada con el 40% obtuvo mejores resultados en los ensayos realizados.

**Palabras clave:** partículas de ladrillo, polvo, agotamiento, mordiente.



## ABSTRACT

The current study is based on the creation of a dyeing with ceramic particles from brick-making residues in a 100% cotton jersey fabric using the exhaustion method, which involves applying different concentrations of dyeing material and analyzing their results to obtain a range of shades and determine the dyeing's quality.

A 100 percent cotton jersey fabric was used in the development of this study, with etching with cream of tartar, fixative, and alkali first, then a dispersant, brick dust sieved through mesh # 43 and # 120 with concentrations of 20 percent, 25 percent, 30 percent, 35 percent, 40 percent, and 45 percent, plus the binder.

After the dyeing, the samples were tested for colorfastness to washing using the AATCC 61-2013 test 3A standard, rubbing fastness using the AATCC 08-2013 standard, sweat fastness using ISO 105 E04, and ironing fastness using the ISO 105 x 11 standard. For data analysis, the spectrophotometer was used to measure color change and transfer.

The robustness test results were analyzed and subjected to a normality test using the statistical program PAST 4, resulting in a 95 percent reliability, as well as the same statistical graphs that helped to better interpret the fastness test results. Finally, brick dust does provide color to a cotton textile substrate, and the sample treated with 40% yielded better results in the tests conducted.

Keywords: brick particles, dust, depletion, mordant.

*Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri*

# Capítulo I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

En los últimos años la contaminación ambiental ha sido notoria y una de las principales causas contaminantes son las grandes industrias, entre ellas la industria textil. Ferrero (2018) afirma:

La industria textil es considerada la segunda más contaminante del mundo después de la petrolera, produciendo el 20% de las aguas residuales y el 10% de las emisiones de carbono en todo el mundo, esto es más que todos los vuelos internacionales y los barcos de carga combinados. (parr. 1)

Este problema de contaminación se debe a la utilización de productos químicos para la elaboración de los textiles, principalmente en el área de tintorería y acabados.

En este campo de estudio además de utilizar productos químicos, se utiliza una gran cantidad de agua y las aguas residuales que se producen contienen un gran número de contaminantes de diferente naturaleza, entre ellos se destacan los colorantes, estos productos son elaborados para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana; por lo que, son difíciles de eliminar en las plantas de tratamiento convencionales. (Cortazar, Coronel, Escalante, & González, 2015). Pese a todo el problema de la contaminación que esta industria provoca, en los últimos años se ha tomado medidas adecuadas para disminuir el nivel de contaminación ambiental como es el tratamiento de aguas residuales y la utilización de productos naturales para la tintorería.

## **1.2. Descripción del tema**

La presente investigación “Aplicación de partículas de cerámica proveniente de los residuos de ladrilleras, como material tintóreo para un tejido jersey 100% algodón, mediante el método de agotamiento”, se encuentra dentro del área de tintorería y acabados, misma que tuvo la finalidad de tinturar un tejido de punto jersey 100% algodón con partículas de cerámica proveniente de ladrilleras, sustituyendo el colorante sintético por uno natural mineral. Este proceso de tintura se realizó a nivel de laboratorio, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo del mismo, utilizando el autoclave, mediante el método de agotamiento, aplicando diferentes concentraciones del material tintóreo sobre el género textil y así obtener una gama de tonalidades; posterior a esto se realizó pruebas de solidez al lavado, luz, frote y planchado para determinar la calidad de tintura en el sustrato textil. Tanto el proceso de tintura como el desarrollo de pruebas se llevaron a cabo en los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte.

## **1.3. Importancia del estudio**

Con la presente investigación se pretendió indagar sobre el uso de la cerámica y manipularla como material tintóreo en un sustrato textil, fomentando la utilización de productos naturales para la tintura de los textiles.

En la actualidad los productos artificiales han permitido el desarrollo de la sociedad moderna, productos como los materiales de construcción, el plástico, fibras sintéticas, colorantes artificiales entre otros fueron creados a partir de la química; es decir, a partir de productos que contaminan el ambiente y para ello se está implementando estrategias que ayudarán a disminuir la contaminación, uno de los claros ejemplos es el uso de colorantes y

productos naturales que han permitido el desarrollo de la sociedad (Equipo de marketing , 2017). La utilización de estos productos naturales no minimiza la calidad del sustrato textil, es más brindan nuevas texturas, acabados y propiedades que contribuyen al desarrollo e innovación de productos textiles.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Aplicar las partículas de cerámica proveniente de los residuos de ladrilleras, como material tintóreo para un tejido jersey 100% algodón, mediante el método de agotamiento.

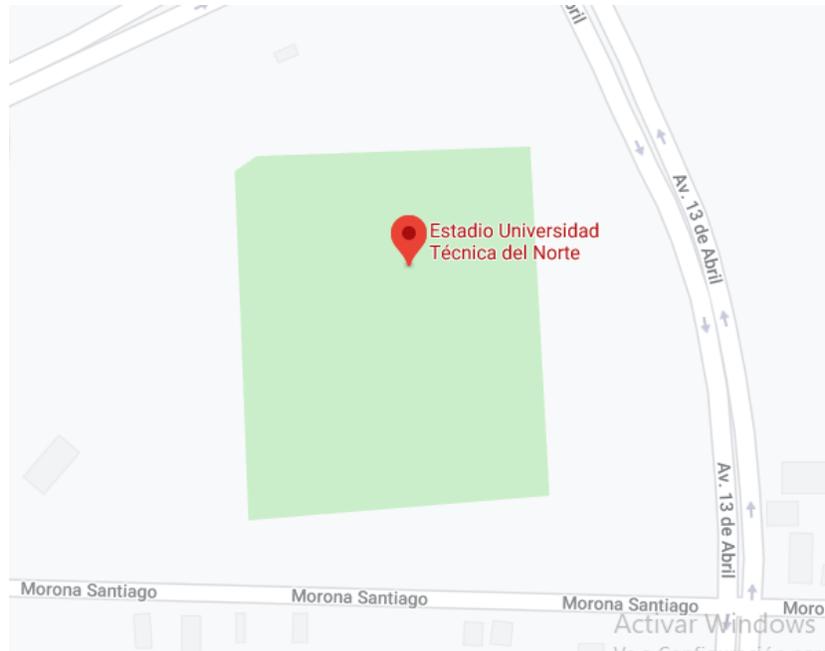
### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Definir las propiedades y usos de la cerámica, mediante fuentes bibliográficas, para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Someter a proceso de tintura en diferentes concentraciones, a nivel de laboratorio, mediante el método de agotamiento, para obtener una gama de colores.
- Analizar las muestras tinturadas realizando pruebas de solidez al lavado, sudor, frote, y planchado, mediante los equipos de laboratorio, para determinar la calidad de tintura en el sustrato.

## **1.5. Características del sitio del proyecto-Laboratorio UTN-CITEX**

El presente trabajo se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Alpachaca, barrio Azaya en las calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago como indica la **Figura 1**, en los laboratorios de la Planta Académica Textil de la Universidad

Técnica del Norte ( $0^{\circ}22'47.1''N$   $78^{\circ}07'19.1''W$ ) ya que cuentan con equipos de laboratorio especializados y bibliografía sobre las normas pertinentes para la realización de las pruebas.



*Figura 1.* Lugar de la investigación.

Fuente: (Google maps, 2021)

## Capítulo II

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### 2.1. Estudios previos

En este punto se describen las investigaciones realizadas sobre la utilización del polvo de ladrillo, entre ellas se mencionan las siguientes:

En el artículo “Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto”, con la finalidad de reducir la utilización de recursos no renovables y la contaminación ambiental producida por los residuos sólidos, se ha optado por brindarle un uso a los desechos del ladrillo. Pérez (2012) afirma lo siguiente:

Este artículo investiga la posibilidad de utilizar triturado de ladrillo como agregado grueso en la elaboración de concreto. Para esto se sustituyó el agregado natural grueso por triturado de ladrillo en diferentes proporciones (0, 10, 20 y 30%). Se analizaron las propiedades químicas del ladrillo reciclado, así como las propiedades mecánicas del concreto endurecido (flexión y compresión a los 28 días), obteniendo como resultado la viabilidad de utilizar triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto siempre y cuando este no supere el 30% del agregado natural grueso. (p.116)

Otro de los usos que ha tenido el desecho de ladrillos es lo que describe la investigación “Activación de arcillas de bajo grado a altas temperaturas”, estudia la alternativa de producir puzolanas (materiales de silíceo o aluminio, para producir cemento). Castillo, Fernández, Scrivener, Alujas, & Martirena (2010) afirman:

En la actualidad, por razones económicas y medioambientales, la industria cementera busca optimizar el uso de materiales de sustitución del cemento por otros materiales cementicios suplementarios; tal es el caso de las puzolanas, las cuales constituyen una vía de lograr reducciones en el consumo de cemento, ya sea como adiciones en el proceso de producción de cemento como la sustitución de este en la fabricación de hormigones. (pp. 329-330)

Referente a textil se presentan las siguientes investigaciones:

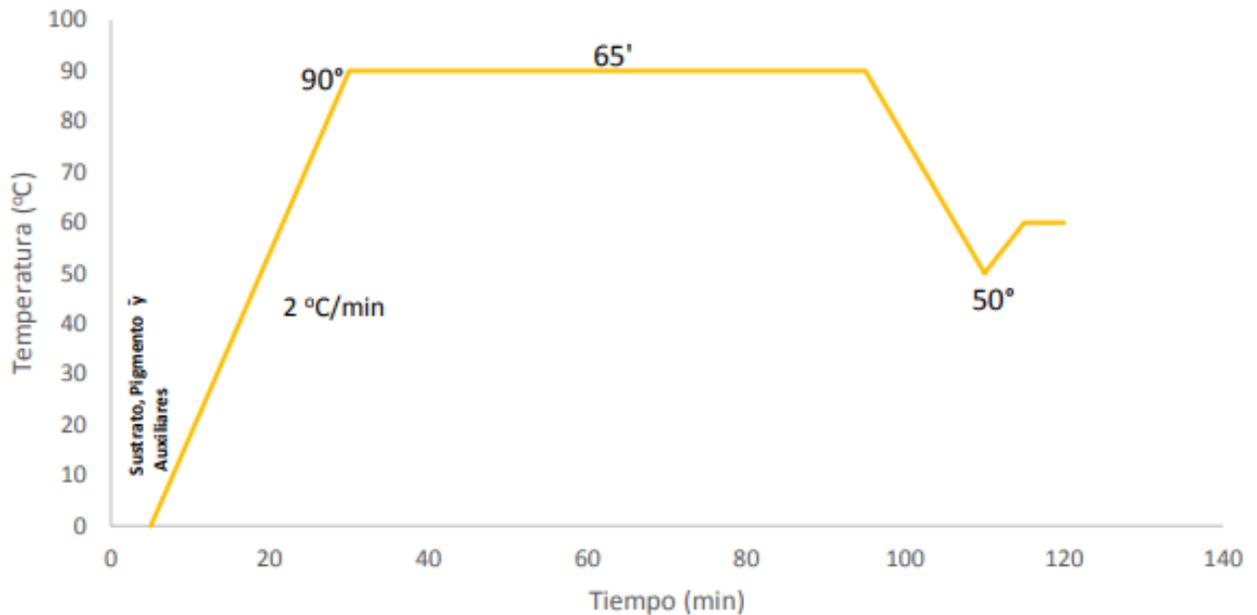
La investigación realizada por Guamán (2017), “La utilización del barro de arcilla proveniente de la empresa pública Santa Agua De Cachimbiro como fuente térmica en camisetas algodón/poliéster”, mediante los resultados obtenidos se determinó que este producto tiene afinidad tintórea con las fibras naturales.

De acuerdo al estudio realizado por Moldovan (2016) menciona que para obtener una tintura uniforme y resistente, el tejido de algodón es sometido a un proceso de mordentado previo, específico para algodón, por lo general se utiliza alumbre, crémor tártaro y cloruro de sodio.

Por otro lado, en la investigación “El barro como componente de tintura en una prenda 100 % algodón”, hace mención a un nuevo producto tintóreo natural mineral. Farinango (2019) afirma:

Como resultado de esta investigación se obtienen prendas tinturadas con el barro; así, se recalca la obtención de nuevas alternativas de tintura, a la vez concientizar a la sociedad de utilizar productos naturales y continuar con desarrollos e investigaciones de obtención de productos de etiqueta verde. (p. 17)

Para el desarrollo de la investigación antes mencionada se utilizó la curva que se presenta en la **Figura 2**, misma que fue de apoyo para elaborar una curva de tintura idónea para el desarrollo de este proyecto



*Figura 2.* Curva de tintura con el barro.

Fuente: (Farinango, 2019)

## 2.2. Marco legal

Según la Constitución del Ecuador (2017), menciona lo siguiente:

**Art. 350.-** El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las

culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

**Art. 351.-**El sistema de educación superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del sistema de educación superior con la Función Ejecutiva. Este sistema se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global. (p.103)

### **Líneas de investigación de la Universidad Técnica Del Norte**

De acuerdo a la resolución N° 122-SO-HCU-UTN, 05-08-2016 se aprueban las siguientes líneas de investigación, enlistada en la **Tabla 1**:

**Tabla 1.**

*Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte*

<b>N°</b>	<b>Líneas de investigación de la Universidad Técnica Del Norte</b>
1	Producción industrial y tecnología sostenible.
2	Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.
3	Biotecnología, energía y recursos naturales renovables.
4	Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable.
5	Salud y bienestar integral.
6	Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas.
7	Desarrollo artístico, diseño y publicidad.
8	Desarrollo social y del comportamiento humano.

N°	Líneas de investigación de la Universidad Técnica Del Norte
9	Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética).

Fuente: (Universidad Técnica del Norte, 2016)

El desarrollo de este proyecto se basó en la línea de investigación N° 9, Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico, aportando a la innovación y utilización de nuevos materiales tintóreos, como el polvo de ladrillo.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. La cerámica.**

Según (Riccardi MP, 1999 citado por López-Arce, 2011) afirma “Los ladrillos y los productos cerámicos se pueden considerar rocas metamórficas artificiales, que el hombre ha creado a partir de una materia prima arcillosa, moldeándola y someténdola posteriormente a un cierto grado de temperatura durante la cocción en los hornos” (p. 11). Estos productos son elaborados a base de materias primas naturales, siendo las principales la arcilla y el agua.

#### **2.3.2. Utilidad de la cerámica.**

Los productos cerámicos han formado y siguen formando parte de la humanidad. Bolívar (2020) afirma:

Los materiales cerámicos se encuentran en dispositivos como los relojes de cuarzo, los ordenadores, los televisores, los micrófonos, y son además elementos indispensables en la aeronáutica y la arquitectura. Sus usos tan variados y dispares sólo reflejan la gran diversidad entre las propiedades de distintas cerámicas. (parr.3,4)

### **2.3.3. Propiedades y características de la cerámica (ladrillo).**

El ladrillo es el resultado de la cocción de arcillas o barros, lo que le hace resistente al exponerse a la intemperie, y posee muchas cualidades, puede ser un excelente aislante térmico. “El calor acumulado durante el día lo trasmite en la noche. Además, permite la difusión de vapor de agua contenido en el aire húmedo. Tiene alta resistencia al fuego y una gran capacidad de carga a altas temperaturas” (Rocas y Minerales, 2016, parr.8). Las propiedades y características del ladrillo dependerán del proceso de fabricación, el grado de cocción y la calidad de la materia prima.

Desde tiempos remotos, el ladrillo ha sido utilizado como material de construcción en pequeñas cantidades; siendo en estos tiempos los más cotizados el cemento y bloque. Cevallos (2020) afirma:

El cemento y el bloque han sido materiales que desalojaron al tradicional ladrillo. Pero en la actualidad este último regresa con fuerza, predominando en las construcciones modernas. Su versatilidad, resistencia y sus propiedades de aislamiento térmico y acústico lo convierten en un material idóneo para aplicaciones arquitectónicas y de ingeniería. (parr.1)

### 2.3.4. Componentes de la cerámica.

La cerámica se compone básicamente de tres elementos, la sílice, arcilla y feldespato, indicados en la

**Tabla 2.**

**Tabla 2.**

*Componentes de la cerámica*

<b>Sílice</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Feldespato</b>
Oxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ).	Compuesta por silicatos aluminio hidratados o caolín (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -nH <sub>2</sub> O).	Son aluminosilicatos de sodio y potasio((KNa) <sub>2</sub> – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 6SiO <sub>2</sub> )).
Se encuentra en la naturaleza, como pedernal o cuarzo.	Contiene pequeñas cantidades de otros óxidos como: TiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, Na <sub>2</sub> O y K <sub>2</sub> O	Actúa principalmente en el tratamiento térmico final.
En cierto modo es un material de relleno, ya que es un barro que aumenta la dureza del material.	La arcilla debido a su elevada plasticidad favorece el moldeado.	Facilita la unión entre las fases (elaboración de la arcilla).

Fuente: (Caselles, Gómez, Molero, & Sardá, 2015)

El ladrillo está compuesto por sílice, alúmina, cal, óxido de hierro, impurezas, pirita, álcalis y agua, detallando sus características en la **Tabla 3.**

**Tabla 3.**

*Componentes del ladrillo*

---

<b>Componentes</b>	<b>Característica</b>
<b>Sílice</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permite al ladrillo mantener su forma y durabilidad, previene la retracción.</li><li>• Un exceso de sílice puede producir un ladrillo frágil y débil al calor.</li></ul>
<b>Alúmina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encargada de absorber agua y dar plasticidad a la arcilla.</li><li>• Su exceso produce fisuras en el ladrillo al cocer.</li></ul>
<b>Cal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Normalmente en la arcilla hay menos del 10%, mismos que Influyen en:<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Reducir la retracción por secado.</li><li>✓ El exceso de Cal produce que el ladrillo se funda y pierda su forma.</li></ul></li></ul>
<b>Óxido de hierro</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiene menos de 7%.</li><li>• Le da el color rojo</li><li>• Mejora la impermeabilidad y durabilidad.</li><li>• Le da resistencia y dureza.</li></ul>
<b>Impurezas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos dañinos.</li></ul>
<b>Pirita</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se oxida y descompone durante el cocido del ladrillo.</li></ul>
<b>Álcalis</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En cantidades elevadas, la arcilla es inaceptable para la fabricación de ladrillo.</li></ul>
<b>Agua</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ayuda al moldeado.</li></ul>

---

Fuente: (Cladera, 2008)

### 2.3.5. Algodón

El algodón es una fibra celulósica (de origen vegetal), que se forma en la semilla de la planta como se indica en la **Figura 3**. Farias (2018) afirma:

Las fibras de algodón se forman alrededor de las semillas. Esta planta se encuentra cargada de cápsulas que poseen de tres a cuatro lóbulos que se abren cuando alcanzan su madurez. A su vez, cada uno de estos lóbulos contiene de cinco a diez semillas y cada una de ellas está recubierta por un gran número de fibras, de 10.000 a 20.000 por semilla. (parr. 3)



*Figura 3.* Algodón.

Fuente: (Agritotal, 2018)

El algodón en su composición química presenta algunos componentes, mencionados en la **Tabla 4** cada uno con su respectivo porcentaje.

**Tabla 4.**

*Composición química de la fibra de algodón*

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Celulosa	94
Proteínas	1,23
Sustancias pépticas	1,2
Minerales	1,2
Cera	0,6
Azúcar	0,3
Restos, otros elementos	1,47

Fuente: (Farias, 2018)

#### ***2.3.5.1. Propiedades químicas del algodón.***

- Resistente a los álcalis.
- Débil ante los ácidos, se disuelve con ácido sulfúrico; utilizado para la identificación de la fibra.
- Resistente a altas temperaturas, para tratamientos de tintura va desde los 60°C hasta los 120°C.
- El pH adecuado para procesos químicos va de 7 a 11.

(Haro, 2011)

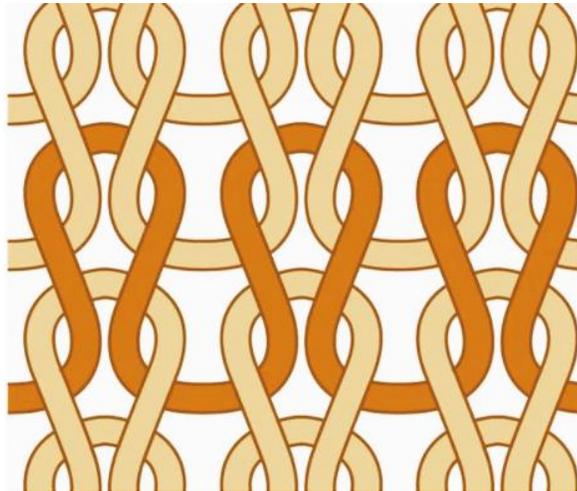
La fibra de algodón es la más conocida y comercializada en la industria textil, debido al sinnúmero de cualidades que posee, esta fibra se la puede encontrar en tejido plano o tejido de punto ya sea por trama o por urdimbre.

### 2.3.5.2. *Tejido de punto.*

Según Rodríguez (2016) afirma “El tejido de punto es el formado por una sucesión de mallas, unas detrás de otras. Todas en sentido horizontal o todas en sentido vertical” (pág. 2).

### 2.3.5.3. *Tejido de punto por trama.*

El tejido de punto por trama es cuando la dirección de todos o mayor parte de los hilos que forman la malla van en sentido horizontal. La posición adecuada de un tejido de punto para ser evaluado es siempre en el vértice de las V como se indica en la **Figura 4**, es decir las mallas hacia abajo (Ruiz, 2013). Este tejido es fácil de identificar ya que el tejido se libera con facilidad (se desteje fácil) a diferencia de otros tejidos.

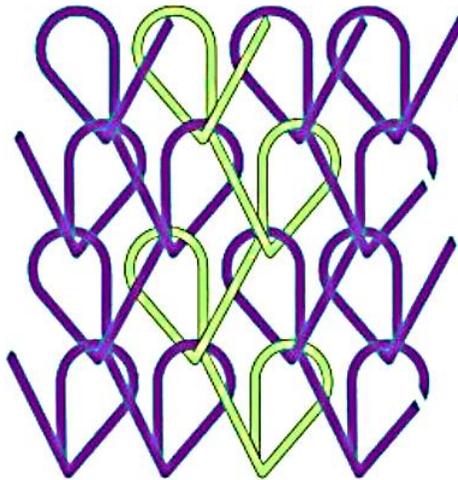


*Figura 4.* Tejido de punto por trama

Fuente: (Pinterest, 2021).

#### 2.3.5.4. *Tejido de punto por urdimbre.*

Ruiz (2013) afirma “Un tejido de punto es por urdimbre cuando la dirección general que siguen todos o la mayor parte de los hilos que forman las mallas es vertical” (p.6). Como se aprecia en la **Figura 5**, las mallas están formadas en sentido vertical, este tipo de tejido es difícil de liberar (no se desteje fácil) debido a la formación que presenta.



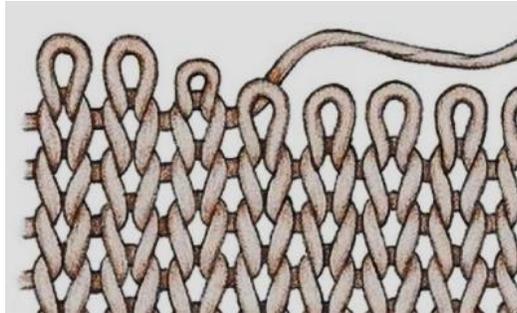
*Figura 5.* Tejido de punto por urdimbre.

Fuente: (Pinterest, 2021)

#### 2.3.5.5. *Tejido jersey.*

El ligamento jersey es un tejido de punto por trama, denominado también ligamento derecho/revés o punto liso, por presentar una superficie lisa y uniforme en la cara con aspecto de una sucesión de V(s) generado por los lados de las mallas que se presentan sin interrupción en todas las columnas, y por una superficie rugosa del revés, formada por los arcos y pies de las mallas, como se muestra en la **Figura 6**, a las que suele denominar como gusanillos. La

principal característica de este ligamento es que el derecho y el revés de la tela son fáciles de reconocer (Paesano, 2020).



*Figura 6.* Tejido jersey.

Fuente: (Pinterest, 2021).

### **2.3.6. Procesos de tintura.**

Es un conjunto de operaciones que se realiza a la tela cruda proveniente de la tejeduría, con la finalidad de brindar un color al sustrato textil, pasando las partículas de colorante a la fibra de forma homogénea con la aplicación de productos auxiliares.

La tintura se lleva a cabo principalmente por razones estéticas, en la medida de que no contribuye a la integridad estructural, capacidad de desgaste o durabilidad del sustrato textil, pero ejerce un papel importante en la comercialización de los productos textiles. El objetivo de la tintura es fijar las moléculas del colorante en la fibra, independientemente del método de teñido, tipos de colorantes y auxiliares (Innovación y cualificación, S.L., 2018).

El proceso de tintura se clasifica en dos principales, por agotamiento y por impregnación.

### **2.3.6.1. *Por agotamiento.***

En este proceso el colorante se disuelve en el baño de tintura para luego sumergir el sustrato textil, haciendo que el baño pase al mismo por la afinidad que tiene el colorante con la fibra. Lockuán (2012) afirma:

El colorante se disuelve o dispersa en un baño de teñido. El sustrato se sumerge en el líquido de teñido y se retira solamente cuando el colorante se ha transferido mayoritariamente en el material a teñir, distribuido homogéneamente, penetrado en la fibra y fijado (p.31).

Una vez terminado el proceso de tintura el sustrato se enjuaga para eliminar el colorante que no ha reaccionado con la fibra.

### **2.3.6.2. *Por impregnación.***

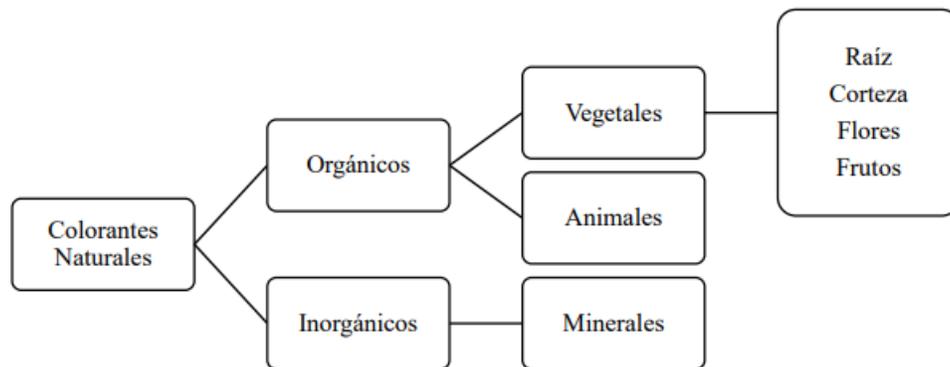
En este proceso el sustrato textil pasa por una tina del baño del colorante, mismo que es impregnado con cilindros de presión para que el colorante se fije en el sustrato. “Este proceso se lleva acabo utilizando medios mecánicos (humectación por impregnado y exprimido). El baño de teñido se distribuye homogéneamente sobre la tela (es decir también el colorante se distribuye homogéneamente)” (Lockuán, 2012, p. 31).

### **2.3.6.3. *Colorante.***

“El colorante es un compuesto orgánico que al aplicarlo a un sustrato (generalmente una fibra textil, también puede aplicarse a plástico, cuero, alimento o papel), mismo que le confiere un color más o menos permanente” (Ascensión Sanz Tejedor, 2015, parr. 1).

#### 2.3.6.4. Colorantes naturales.

Los colorantes o tintes naturales están presentes en el entorno, ya sea en las plantas, animales o minerales, como se indica en la **Figura 7**, además de ser ecológicos y sostenibles para el planeta. Así los tintes naturales son pigmentos orgánicos que se extraen de plantas e insectos, también se encuentran pigmentos inorgánicos como los minerales, todos ellos tienen la virtud de tinturar fibras naturales como el yute, algodón, lana, cáñamo, cabuya, entre otros (Seguin, 2017).



*Figura 7.* Clasificación de los colorantes naturales según su origen.

Fuente: (Moldovan, 2016).

- **Colorantes de origen vegetal:** estos colorantes provienen de las plantas ya sea de su corteza, raíz, flores o frutos, cabe recalcar que no todas las plantas sirven como material tintóreo ya que la concentración del colorante es mínima, incapaz de brindar un color a un material textil, por tal motivo son pocas las plantas capaces de brindar un color, por ejemplo, el nogal y la chilca.

- **Colorantes de origen animal:** existen pocos colorantes de origen animal, generalmente provenientes de insectos, entre ellos se puede encontrar el rojo grana, que proviene de la Cochinilla y el púrpura que se obtiene del molusco Caracol patula pansa (Moldovan, 2016).
- **Colorantes de origen mineral:** algunos ejemplos de colorantes de origen mineral son el dióxido de titanio, que es un polvo denso blanco, insaboro e inodoro; azul ultramarino que se produce por la pulverización del mineral lapislázuli y ocre de cinabrio, un mineral de color rojo (Moldovan, 2016).

### **2.3.7. Auxiliares.**

Se considera auxiliares a los productos que ayudan y facilitan el paso del colorante a la fibra, mejorando la calidad de teñido.

Durante el proceso de tintura, además de los colorantes se necesita ciertos productos especiales conocidos como auxiliares de tintura, mismos que ayudan obtener teñidos uniformes, con mejor fijación del colorante, es decir ayudan a obtener una tintura de calidad (Salzar,2014).

#### **2.3.7.1. Fijador.**

El fijador es un auxiliar que conjuntamente con el colorante forman un complejo insoluble, que mejora la solidez al lavado, frote y luz; este fijador es utilizado para reducir el sangrado y manchado en la tela teñida.

### **2.3.7.2. *Dispersante-Igualante.***

Ayuda a que las moléculas del colorante permanezcan en movimiento, incrementando la introducción y distribución uniforme del baño hacia el tejido, produciendo una mejor homogeneidad en el proceso de tintura, tanto en la parte interior como exterior del sustrato textil, además de proteger contra la precipitación de sales de agua dura y mejorar la estabilidad del baño, la dosificación recomendada para procesos de tintura es de 1-4g/l (Suárez, 2017).

### **2.3.7.3. *Álcali.***

El algodón se tintura en un medio alcalino y para ello se necesita de carbonato de sodio, un álcali ligeramente alcalino que se utiliza en mínimas cantidades, es decir de 1-2 g/l (Antamba, 2017).

### **2.3.7.4. *Ligante.***

El ligante se define como un átomo, ion o molécula que dona uno o más de sus electrones a través de un enlace covalente coordinado que comparte sus electrones con uno o más átomos con la finalidad de retener el pigmento en la tela. Estos ligantes son capaces de englobar en su estructura una serie de productos polares, agentes de reticulación, siendo utilizado en cantidades pequeñas, hasta el 10% (Benavides, 2017).

### **2.3.8. Mordientes.**

Pazos (2017) afirma:

La mayoría de los tintes naturales requieren de ciertos fijadores o sustancias para poder teñir. Estas son denominadas mordientes, las mismas que pueden ser de origen

natural o químico, y facilitan la fijación del tinte a la fibra. Asimismo, funcionan como elementos que otorgan uniformidad y brillo al color. (p.24)

El proceso de mordentado se lo puede realizar en 3 etapas diferentes de la tintura.

Moldovan (2016) afirma:

- **Antes de la tintura:** el mordiente se coloca junto con las fibras antes de la tintura, con esta etapa se producen colores claros y da el control sobre el proceso de mordentado.
- **Durante la tintura:** esta etapa hace el proceso de tintura más rápido y elimina un paso del proceso.
- **Después de la tintura:** esta etapa se emplea para incrementar la solidez al color y aclarar u oscurecer el color obtenido en la tintura. (p. 15)

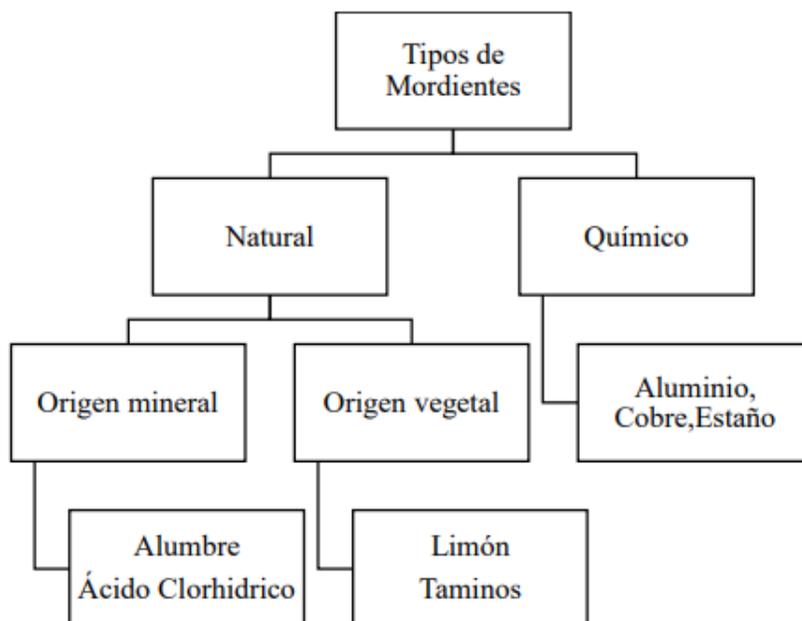


Figura 8. Tipos de mordientes

Fuete: (Cumba, 2015)

### **Mordientes utilizados en la investigación**

- **Alumbre Potásico.** Es el mordiente más común y seguro para el teñido con tintes naturales; su ventaja principal es que se lo puede aplicar en el mismo baño de tintura, únicamente disolviéndolo bien y agregando el sustrato textil (Tintes Naturales, 2019). Una recomendación importante es no sobrepasar la cantidad de alumbre, ya que la tela resulta un tanto pegajosa.
- **Cloruro de sodio o sal.** Este mordiente sirve para fijar el color, haciendo más uniforme la tintura.
- **Vinagre.** Mordiente utilizado para colores rojos y rosados, avivando las tonalidades del color.
- **Crémor tártaro.** Es un polvo blanco que da brillo y uniformidad a la tintura.

(Trazo Autodidacta, 2016)

## Capítulo III

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Método

En la presente investigación se realizó la tintura con polvo de ladrillo en una tela jersey 100% algodón, mediante el método de agotamiento, aplicando una investigación experimental, misma que consta de utilizar variables para cumplir con los objetivos propuestos.

La investigación experimental con polvo de ladrillo se realizó mediante el método de agotamiento, utilizando un mordentado previo a la tintura, e iniciando con la variación de mordientes (alumbre, cloruro de sodio, vinagre y crémor tártaro), con la finalidad de elegir el mejor.

Luego de realizar el mordentado previo y elegir el mejor (crémor tártaro) se procede a la tintura tomando como segunda variable la concentración de polvo de ladrillo, iniciando con el 20% y aumentando progresivamente 5 puntos porcentuales hasta llegar a 45%.

#### 3.2. Flujograma general del proceso

En este flujograma se da a conocer de forma general el proceso para el desarrollo de la parte práctica de esta investigación, iniciando con el descruce y pre-blanqueo de la tela jersey 100% algodón hasta la realización de las pruebas, como se indica en la **Figura 9**.

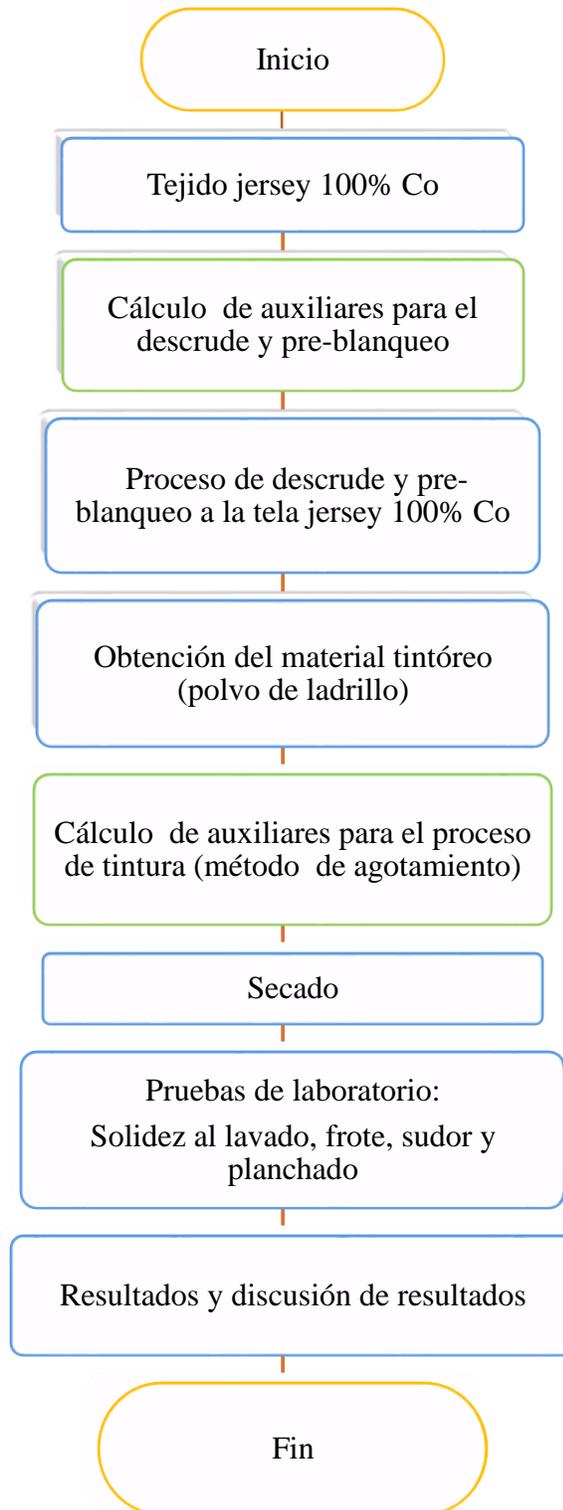


Figura 9. Flujograma general del proceso.

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.3. Flujograma muestral

Una vez elegido el mordiente se procede a la tintura del sustrato, variando la concentración del material tintóreo iniciando con un 20% y subiendo 5 puntos porcentuales hasta el 45%. En la **Figura 10**, se puede apreciar todo el proceso al que se someten cada una de las muestras.

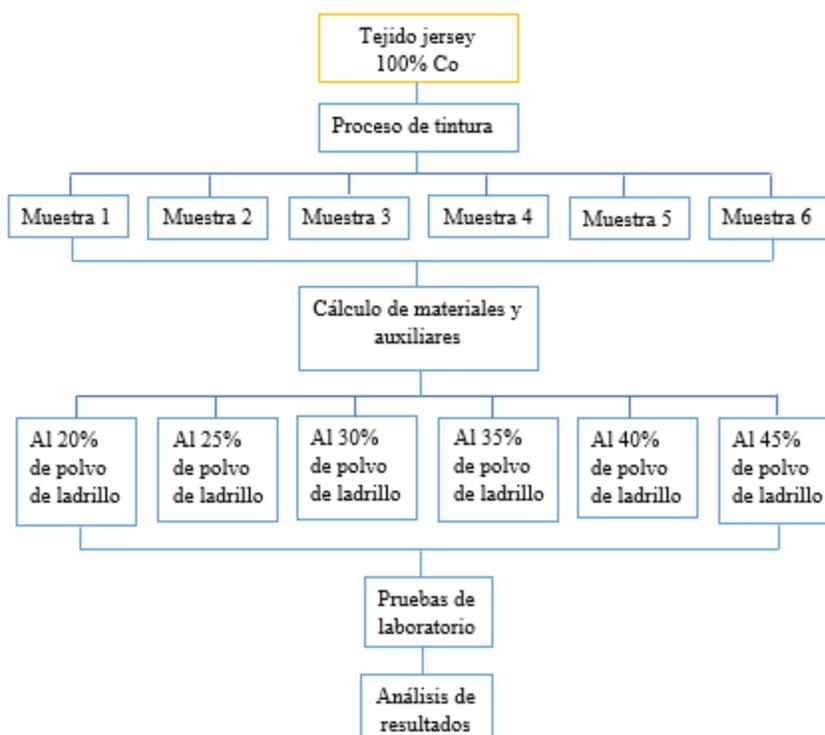


Figura 10. Flujograma muestral.

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.4. Método de agotamiento

El método de agotamiento, se lo realiza con un baño de tintura. Solé (2020) afirma: “En un proceso de tintura por agotamiento, el colorante se encuentra disuelto o disperso en un baño de tintura, de un volumen determinado, en función de la capacidad de la máquina de

tintura” (p.2), el colorante pasa del baño al sustrato en mayor o menor cantidad, dependiendo de las características el colorante, el textil, proceso y máquina de tintura.

### **3.4.1. Tratamientos previos a un proceso de tintura.**

#### **3.4.1.1. *Descrude de la tela 100% algodón.***

La tela proveniente de la tejeduría presenta residuos(aceites o grasas de las máquinas en el caso de las fibras sintéticas, mientras que las fibras naturales a más de contener aceites y grasas presentan impurezas (cáscaras , polvo, etc.) debido a su origen, por ello es necesario realizar un descrude, Suárez (2017) afirma que este proceso “Consiste en tratar el tejido con una solución caliente de álcali, a fin de asegurar la eliminación completa y uniforme de los residuos, ya que los sustratos textiles pueden contener innumerables impurezas o suciedades”(p. 15).

Para esta investigación el descrude se realizó con sosa cáustica y detergente, quemando las cáscaras y eliminando aceites, grasas y parafinas; es importante eliminar todos estos residuos ya que puede provocar manchas e irregularidades en la tintura.

#### **3.4.1.2. *Pre-blanqueo.***

El pre-blanqueo es un proceso que se realiza con la finalidad de eliminar el color amarillento del algodón, utilizando productos que por medio de la reacción química liberen oxígeno, como el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), hipoclorito de sodio y clorito de sodio, siendo el más utilizado el agua oxigenada, por presentar menos poder redox (oxidación- reducción), permite que sea aplicable en procesos fríos y calientes (Suárez, 2017). En la presente investigación el pre-blanqueo se lo realizó con agua oxigenada y

estabilizador. Posterior al descrude y pre-blanqueo se realizó 2 lavados, uno con ácido acético para regular el pH y otro con catalasa para eliminar los residuos de peróxido de hidrógeno.

El proceso de pre-tratamiento se lo llevó a cabo en los laboratorios de QUIMICOLOURS S.A, utilizando la receta y curva indicada en la **Figura 11** Figura 11. Para ello como materia prima se utilizó un tejido jersey simple 100% algodón; con título de hilo 24/1 Ne Open End y un rendimiento de 3,71m/kg.

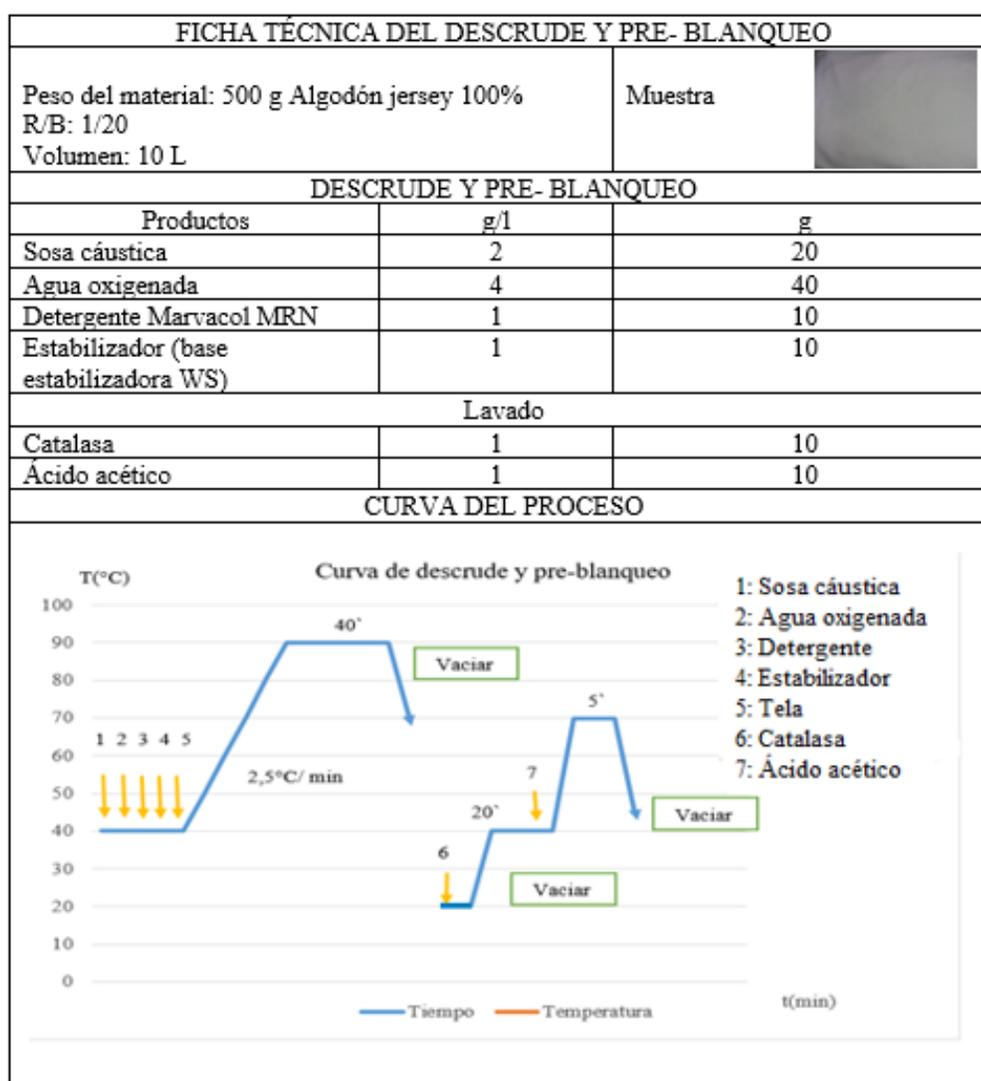


Figura 11. Ficha técnica del pre-tratamiento.

Fuente: (Apuango, 2021)

### **3.4.1.3. *Proceso de pre-tratamiento.***

- Colocar en un recipiente los litros de agua requeridos.
- Pesar todos los auxiliares. Ver **ANEXO**
- Dosificar a 40° según la curva del pre-tratamiento.
- Subir 90° la temperatura con una gradiente de 2,5.
- Mantener en dicha temperatura por 40 minutos, es importante mantener en constante movimiento el baño con el sustrato para un mejor resultado. Ver **ANEXO**
- Vaciar el baño.
- Cargar el baño con catalasa y mantener la temperatura a 40° durante 20 minutos, para eliminar los residuos de peróxido.
- Dosificar con ácido acético y subir la temperatura a 70° por 5 min, para el neutralizado.
- En el secado, se pasa por el foulard, eliminando el exceso de agua. Ver **ANEXO**

### **3.4.2. *Etapas de una tintura por agotamiento.***

En el proceso de tintura se distinguen diferentes etapas:

#### **3.4.2.1. *Preparación del baño de tintura (parámetros).***

- **Temperatura:** la temperatura juega un papel importante para obtener un teñido adecuado ya que la variación de temperatura puede afectar al mismo y a la reproducibilidad de colores.
- **pH:** el pH para esta tintura debe ser en un medio alcalino (pH de 8-10).

- **Tiempo:** el tiempo, un parámetro importante, ya que al realizar la tintura en tiempos cortos puede haber diferencias de tonos en el sustrato o no agotar el colorante utilizado.
- **Adición de colorantes y auxiliares:** se debe realizar una dosificación correcta y ordenada de los productos auxiliares y colorante; al no dosificar correctamente afectaría a la reproducibilidad del teñido.
- **Relación de baño:** es la relación que existe entre el volumen de agua y el peso del material, cabe mencionar que los cálculos deben ser exactos, ya que, al añadir agua en exceso, el colorante no se fija en el sustrato(Salazar,214).

#### *3.4.2.2. Transferencia del colorante desde el baño de tintura hasta la materia textil.*

Las moléculas de colorante pasan por las siguientes etapas en el proceso de tintura:

- **Difusión o migración,** es el movimiento de la molécula de colorante, de la fase líquida hacia la fibra textil.
- **Adsorción,** o paso del colorante del baño a la superficie de la fibra; a diferencia de la absorción que es el paso del colorante al interior de la fibra.
- **Fijación,** es el establecimiento de los enlaces entre fibra y colorante, cuando se llega a este punto se dice que el proceso de tintura ha terminado, entrelazando las moléculas del colorante con la fibra.

(Solé, 2020)

### 3.4.2.3. Lavado.

Después de finalizar el proceso de tintura, se realiza un lavado con agua a temperatura ambiente con la finalidad de eliminar el colorante hidrolizado (colorante que no ha reaccionado con la fibra).

## 3.5. Obtención del material tintóreo

Se considera como material tintóreo solido a cualquier sustancia que pueda ser molida (en un polvo fino), con un color intenso, relativamente resistente a la luz y calor, que no pierda su color al ser mezclado con otros productos (Modernist Encaustic, 2017); gracias a todas estas características el polvo de ladrillo se ha considerado como un material tintóreo inorgánico, capaz de brindar color a un sustrato textil.

### 3.5.1. Tamaño de la partícula.

El tamaño de partícula de un pigmento es muy importante ya que puede afectar el color, brillo, distribución y estabilidad en el baño de tintura, para obtener un teñido de calidad.

**Tabla 5.**

*Tamaño de partícula de los pigmentos*

<b>Pigmentos</b>	<b>Tamaño de partícula</b>
Negro de carbón	0,01-0,08 $\mu\text{m}$
Dióxido de titanio	0,22 a 0,24 $\mu\text{m}$
Orgánicos	0,01 a 1,00 $\mu\text{m}$
Inorgánicos	0,10 a 5,00 $\mu\text{m}$

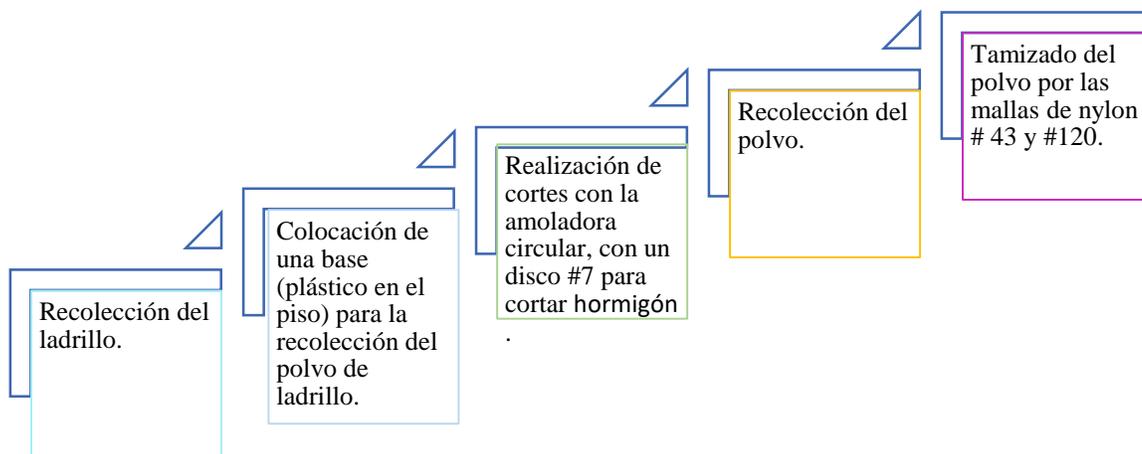
Fuente: (Modernist Encaustic, 2017).

### 3.5.2. Partícula del ladrillo.

Para esta investigación las partículas del ladrillo primeramente han sido tamizadas con una malla 43, separando las partículas más grandes, posterior a ello se tamiza con una malla 120, quedando un polvo uniforme para la tintura.

### 3.5.3. Proceso de obtención del material tintóreo.

En la **Figura 12** se puede observar cada uno de los pasos para la obtención del material tintóreo, iniciando por la recolección del ladrillo hasta el tamizado, obteniendo como resultado un polvo fino y uniforme.



*Figura 12.* Flujograma del proceso de obtención del material tintóreo.

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.5.4. Materiales y productos utilizados.

En la **Tabla 6** se indican los materiales y equipos utilizados para el proceso de tintura, cada uno con su respectiva característica.

**Tabla 6***Equipos y materiales para el proceso de tintura*

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>
Autoclave (máquina de tintura)	Equipo utilizado para la realización de pruebas a escala de laboratorio a alta presión y temperatura, con 24 posiciones de trabajo.
Balanza analítica	Instrumento utilizado para pesar productos con precisión.
Agitador	Objeto de vidrio, utilizado para agitar o mezclar los productos.
Pipeta	Instrumento de vidrio calibrado, utilizado para medir líquidos en ml (para cantidades pequeñas entre 0,1 y 25ml).
Probeta	Instrumento graduado para medir líquidos
Vasos de precipitación	Objeto de vidrio utilizado para disolver y mezclar sustancias.
Vidrio reloj	Instrumento de vidrio utilizado como base para pesar los productos.

Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 7** se indican los equipos utilizados para las pruebas de laboratorio, cada uno con su respectiva característica.

**Tabla 7***Equipos utilizados para las pruebas de laboratorio*

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>
Autoclave	Utilizada para la prueba de solidez al lavado.
Crockmeter	Utilizado para la prueba de solidez al frote (húmedo y seco).
Perspirómetro	Utilizado para la prueba de solidez al sudor (ácido y alcalino).
Termoplato	Utilizado para la prueba de solidez al planchado.

Fuente: (Apuango, 2021)

Para llevar a cabo el proceso de tintura se utilizaron algunos materiales mencionados en la **Tabla 8**, que a su vez indica el nombre comercial y la característica de cada uno de ellos.

**Tabla 8***Materiales y auxiliares para la tintura*

<b>Materiales</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Características</b>
Sustrato textil	Tejido jersey	Tela 100% Co open end con título de hilo 24/ Ne y rendimiento de 3,71m/kg.
Mordiente	Alumbre Cloruro de sodio Vinagre Crémor tártaro	Mejorar la afinidad del colorante al sustrato textil.

<b>Materiales</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Características</b>
Álcali	Carbonato de sodio	Para obtener un pH de 8-9.
Fijador	Formafix	Mejora la solidez del color.
Dispersante- Iguante	Dispersol KG	Distribución uniforme del baño hacia el tejido, e igualación de teñido en el textil.
Polvo de ladrillo	Polvo de ladrillo	Polvo uniforme encargado de brindar color al sustrato.
Ligante		Retiene el material tintóreo en la fibra.

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.6. Variables y parámetros

#### 3.6.1. Concentración del polvo de ladrillo.

Con la finalidad de determinar los límites de saturación del polvo de ladrillo, basado en la investigación experimental se inicia con un 20%, aumentando 5 puntos porcentuales hasta 45%, obteniendo 6 concentraciones (20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%), mismas que se relacionan directamente con el peso del material.

Para determinar los gramos a utilizar en cada concentración se aplica la fórmula mediante la ecuación de Lockuán (2012):

**Formula:** 
$$\text{Peso del producto(g)} = \frac{\%spm * p}{100}$$
 Ecuación 1.

- %spm= Valor porcentual
- p= Peso del material

## Cálculo del polvo de ladrillo

### Datos:

- %spm= 20%
- p= 10g

$$\text{Peso del producto(g)} = \frac{20 * 10}{100}$$

$$\text{Peso del producto(g)} = 2\text{g}$$

En la **Tabla 9** se indica el cálculo del peso en gramos de las muestras con diferentes concentraciones.

**Tabla 9**

*Concentraciones del polvo de ladrillo*

Nº de muestra	Concentración de polvo de ladrillo(%)	Peso(g)
1	20	2
2	25	2,5
3	30	3
4	35	3,5
5	40	4
6	45	4,5

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.6.2. Auxiliares para el proceso de tintura.

En la **Tabla 10** se indica todos los auxiliares utilizados para el proceso de tintura con polvo de ladrillo.

**Tabla 10**

*Auxiliares para la tintura*

Productos	Nombre comercial	g/l	%
Mordiente	Alumbre	5	
	Cloruro de sodio		
	Vinagre		
	Crémor tártaro		
Álcali	Carbonato de sodio	2	
Fijador	Formafix		4
Dispersante	Dispersol KG	4	
Ligante			5

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.6.3. Curvas del proceso.

Para el proceso de tinturase realiza la curva detallada en la **Figura 13**, en donde se realiza un mordentado previo con diferentes mordientes (alumbre, cloruro de sodio, vinagre y crémor tártaro), álcali y fijador con gradiente de 2 a 40°C por 15 min, una vez transcurrido el tiempo se bota el baño y se cargar nuevamente con dispersante, polvo de ladrillo y ligante

con gradiente de 2 a 85°C por 60 min, posterior a ello se realiza un enjuague, con la finalidad de eliminar el polvo de ladrillo que no ha reaccionado con la fibra.

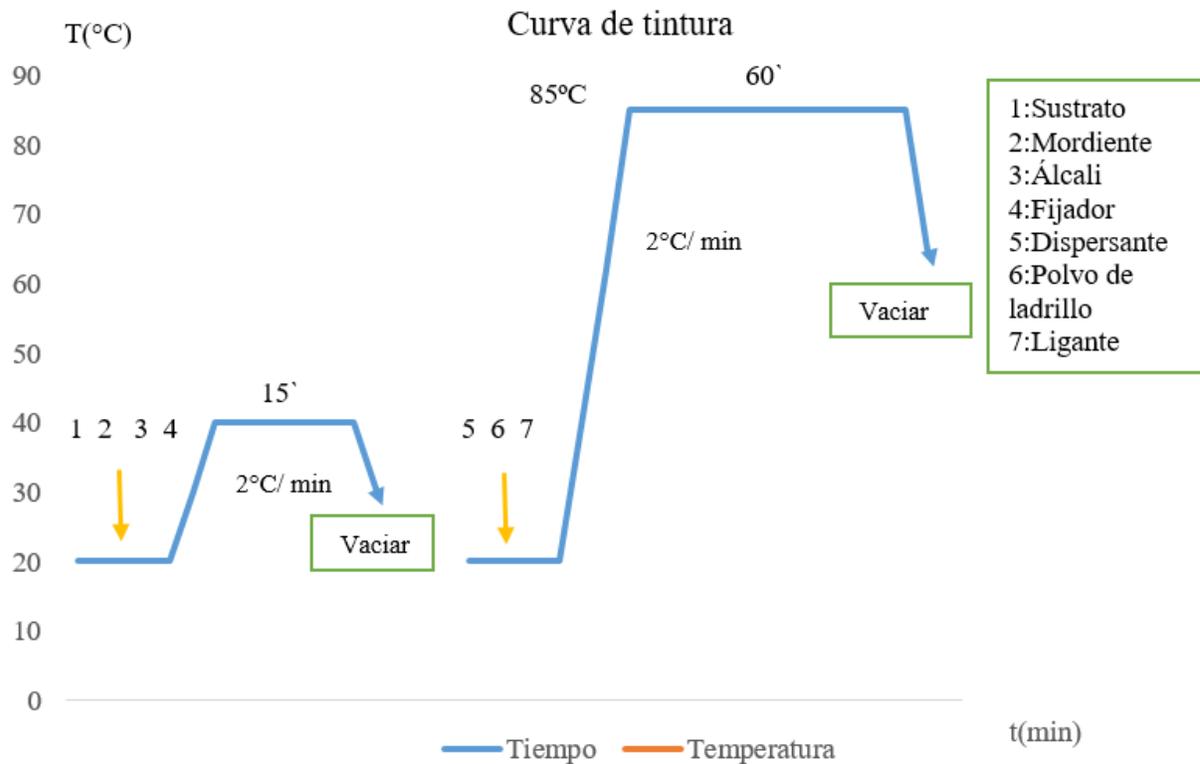


Figura 13. Curva de tinte.

Fuente: (Apuango, 2021)

### 3.6.4. Proceso de tinte.

- Realizar una solución con el volumen de agua (100ml) y los porcentajes de polvo de ladrillo (20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%); mantener dicha solución mínimo 24 horas. Ver ANEXO

- Realizar los cálculos respectivos de los auxiliares (mordiente, álcali, fijador, dispersante, polvo de ladrillo, ligante) para 10g de algodón 100%, con R/B: 1/10.
- Pesar y colocar el mordiente, mismo que sirve de enlace entre el material tintóreo y la fibra; álcali, para subir a un pH alcalino y fijador, para fijar el colorante a la fibra.
- Mezclar el mordiente, álcali y fijador en las cápsulas del autoclave, conjuntamente con el sustrato. Ver **ANEXO**
- Cargar y programar en el autoclave; con gradiente de 2°C/min subir a 40°C por 15 min, a una velocidad de 30 vueltas/min.
- Vaciar el baño y cargar nuevamente.
- Pesar y colocar el dispersante, para tener una tintura homogénea; polvo de ladrillo para otorgar color al sustrato y un ligante para retener las partículas del polvo de ladrillo en el textil.
- Mezclar el dispersante, polvo de ladrillo y ligante en un vaso de precipitación con la solución previamente realizada, posterior a ello colocar en las cápsulas conjuntamente con el sustrato. Ver **ANEXO**
- Cargar y programar en el autoclave; con gradiente de 2°C/min subir a 85°C por 60 min, a una velocidad de 30 vueltas/min.
- Vaciar el baño.
- Hacer un enjuague eliminando el material tintóreo hidrolizado. Pruebas de laboratorio

### **3.6.5. Solidez al lavado.**

**Norma AATCC método 61- 2013-Resistencia al lavado de color: Acelerado:** Esta norma tiene por objetivo evaluar la solidez del color al lavado, es decir la pérdida de color

simulando 5 lavados caseros, aplicando el test 3A, dónde menciona que el lavado se realiza con los siguientes parámetros:

- Temperatura: 71°C
- Volumen: 50ml de agua destilada
- Detergente en polvo (phosphate reference detergent):0.15g
- Detergente líquido (sera wash CRL): 0.23g
- Balines de acero: 100
- Tiempo: 45min

### **Procedimiento**

- Cortar muestras de 150 x 50 mm.
- Colocar el agua, los detergentes, balines de acero y la muestra en las cápsulas.
- Cargar en el autoclave a una temperatura de 71°C por 45 min.

Esta prueba se realizó en la máquina autoclave a las muestras mordentadas con alumbre, vinagre y crémor tártaro con sus diferentes concentraciones de material tintóreo y una vez realizada la prueba de solidez al lavado se procede a la evaluación en el espectrofotómetro, midiendo primero la muestra sin lavar y posterior a ello la muestra lavada.

### **3.6.6. Solidez al frote.**

**Norma AATCC método 8-2013: Solidez del color al frote: crockmeter:** Este método tiene la finalidad de medir la cantidad de color transferido desde la superficie de un textil teñido a otro por frotamiento ya sea en húmedo o seco, para ello se cortaron especímenes de 130 x 50 mm según lo indicado en la norma.

Esta prueba se realizó en la máquina crockmeter a todas las muestras tinturadas con los diferentes mordientes y porcentajes de polvo de ladrillo, mismos que fueron frotados en seco con una muestra de paño cuadrado de 500 x 500mm y en húmedo con otro paño de las mismas dimensiones, aplicado agua destilada. Posterior a esta prueba, se realizó la medición de la transferencia de color en el espectrofotómetro, midiendo la muestra de paño cuadrado original y la muestra de paño después del frote.

### 3.6.7. Solidez al sudor.

**Norma ISO 105 E04, método 15-2013-solidez al sudor.**

**Tabla 11**

*Materiales para la prueba de solidez al sudor*

<b>Materiales/ Auxiliares</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Dosificación</b>
Agua	Destilada	200ml
Disolución alcalina pH 8(±0,2)	• Cloruro de sodio	5g/l
	• Monoclorhidrato L-histidina monohidratado	0,5g/l
	• Hidrógeno ortofosfato disódico dodecahidratado	5g/l
	• Hidrógeno ortofosfato disódico dihidratado	2,5g/l

<b>Materiales /Auxiliares</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Dosificación</b>
Disolución ácida pH 5,5(±0,2)	• Cloruro de sodio	5g/l
	• Monoclorhidrato L-histidina monohidratado	0,5g/l
	• Hidrógeno ortofosfato disódico dihidratado	2,2g/l

Fuente: (Apuango, 2021)

### **Procedimiento**

- Cortar 2 muestras 100 x 40mm
- Colocar las muestras en dos recipientes, una para solución alcalina y otra ácida, agregar la solución respectiva para cada sudoración y mantener sumergida 30 minutos.
- Colocar las muestras en las placas (una sobre otra).
- Ubicar las placas con las muestras en el Perspirómetro y poner la placa de presión de 5kg.
- Poner a secar las muestras en la estufa durante 4 horas a 37°C.

Una vez realizada la prueba se procede a la medición de color en el espectrofotómetro, midiendo la muestra original con la muestra sometida a la prueba.

### **3.6.8. Solidez al Planchado.**

**Norma ISO 105 x 11: determinación de la solidez al color a presión en caliente en los textiles.**

Para fines de esta investigación la prueba de solidez al planchado se realizó en seco.

#### **Procedimiento**

- Se cortan muestras de 100 x 40 mm.
- Se realiza el planchado en el Termoplato con un testigo blanco de algodón sobre la muestra a temperatura de 150°C por 15 segundos.

Una vez realizada esta prueba se deja enfriar las muestras para ser medidas en el espectrofotómetro, comparando la muestra original con la muestra tratada.

## Capítulo IV

### 4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se indican los resultados obtenidos de las muestras realizadas durante la investigación, tales como la identificación de un mordiente adecuado para el proceso de tintura, pruebas de solidez del color al lavado, solidez al frote, solidez al sudor y planchado, estas muestras fueron sometidas a los diferentes equipos de laboratorio, bajo normas establecidas para cada una de ellas y evaluadas en el espectrofotómetro.

#### 4.1. Análisis

##### 4.1.1. Ensayo para la elección del mordiente.

Este ensayo se realizó con la finalidad de determinar un mordiente óptimo para el proceso de tintura; para ello se realizaron 4 ensayos con diferentes mordientes (Alumbre, vinagre, cloruro de sodio y crémor tártaro), con 30% de polvo de ladrillo, como se indica en la **Tabla 12**.

##### **Receta de tintura con diferentes mordientes**

- Peso del material: 10g de algodón jersey 100%
- R/B: 1/10
- Volumen: 100 ml
- Equipo: cerrado (autoclave)

**Tabla 12***Receta de tintura con diferentes mordientes*

Productos		g/l	%
Mordiente	Alumbre, vinagre, cloruro de sodio y crémor tártaro.	5	
Álcali	Carbonato de sodio	2	
Fijador	Formafix		4
Dispersante	Dispersol KG	4	
Ligante			5

Fuente: (Apuango, 2021)

Una vez tinturadas las muestras se procede a la evaluación de las mismas, tanto en fijación como en agotamiento e igualación como se indica en la **Tabla 13**.

**Tabla 13***Valoración del teñido con diferentes mordientes*

Mordiente	Características	Resultado	Valoración
Alumbre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación Baja</li> <li>• Agotamiento bajo</li> <li>• Igualación de color baja</li> </ul>		Rechazado

Mordiente	Características	Resultado	Valoración
Cloruro de sodio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación baja</li> <li>• Agotamiento medio</li> <li>• Igualación baja</li> <li>• Obtiene un tono similar al alumbre</li> </ul>		Rechazado
Crémor tártaro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación media</li> <li>• Agotamiento bueno</li> <li>• Igualación buena</li> </ul>		Aceptado

Fuente: (Apuango, 2021)

Una vez realizados los ensayos se llega a la conclusión, basado en un análisis visual que la mejor tintura es la muestra tratada con crémor tártaro, con una fijación media, buen agotamiento e igualación en el sustrato.

#### 4.1.2. Resultados del proceso de tintura.

##### 4.1.2.1. *Análisis de resultados con el mordiente selecto (crémor tártaro).*

En la **Tabla 14** se presentan las especificaciones para el proceso de tintura para la muestra con 20% de polvo de ladrillo.

**Tabla 14***Muestra tinturada con 20% de polvo de ladrillo*

<b>TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%		Volumen: 100 ml	
Co		Equipo: cerrado (autoclave)	
Rendimiento:3.71m/kg		Tiempo de tintura: 2h	
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		20	2
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			



PANTONE  
12-0722 TCX  
French Vanilla

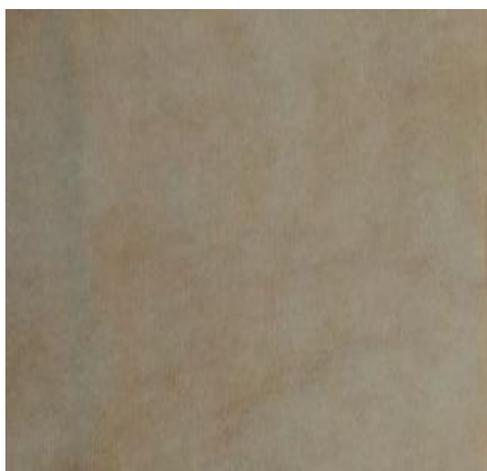
Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 15** se presentan las especificaciones del proceso de tintura para la muestra con 25% de polvo de ladrillo.

**Tabla 15**

*Muestra tinturada con 25% de polvo de ladrillo*

<b>FICHA TÉCNICA DE TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%		Volumen: 100 ml	
Co		Equipo: cerrado (autoclave)	
Rendimiento:3.71m/kg		Tiempo de tintura: 2h	
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		25	2,5
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			



PANTONE  
12-0711 TCX  
Lemon Meringue

Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 16** se presentan las especificaciones del proceso de tintura para la muestra con 30% de polvo de ladrillo.

**Tabla 16**

*Muestra tinturada con 30% de polvo de ladrillo*

<b>FICHA TÉCNICA DE TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%		Volumen: 100 ml	
Co		Equipo: cerrado (autoclave)	
Rendimiento:3.71m/kg		Tiempo de tintura: 2h	
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		30	3
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			



PANTONE  
11-0809 TCX  
Ecrú

Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 17** se presentan las especificaciones del proceso de tintura para la muestra con 35% de polvo de ladrillo.

**Tabla 17**

*Muestra tinturada con 35% de polvo de ladrillo*

<b>FICHA TÉCNICA DE TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%		Volumen: 100 ml	
Co		Equipo: cerrado (autoclave)	
Rendimiento:3.71m/kg		Tiempo de tintura: 2h	
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		35	3,5
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			
		PANTONE	
		12-0710 TCX	
		Shortbread	

Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 18** se presentan las especificaciones del proceso de tintura para la muestra con 40% de polvo de ladrillo.

**Tabla 18**

*Muestra tinturada con 40% de polvo de ladrillo*

<b>FICHA TÉCNICA DE TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%		Volumen: 100 ml	
Co		Equipo: cerrado (autoclave)	
Rendimiento: 3.71m/kg		Tiempo de tintura: 2h	
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		40	4
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			
		PANTONE	
		13-1217 TCX Amberlight	

Fuente: (Apuango, 2021)

En la **Tabla 19** se presentan las especificaciones del proceso de tintura para la muestra con 45% de polvo de ladrillo.

**Tabla 19**

*Muestra tinturada con 45% de polvo de ladrillo*

<b>FICHA TÉCNICA DE TINTURA</b>			
		R/B: 1/10	
Peso del material: 10 g Algodón jersey 100%	Volumen: 100 ml		
Co	Equipo: cerrado (autoclave)		
Rendimiento: 3.71m/kg	Tiempo de tintura: 2h		
<b>MORDENTADO</b>			
<b>Productos</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>	<b>G</b>
Crémor tártaro	5		0,5
Álcali (Carbonato de sodio)	2		0,2
Fijador (Formafix)		4	0,4
<b>TINTURA</b>			
Dispersante (Dispersol KG)	4		0,4
Polvo de ladrillo		45	4,5
Ligante		5	0,5
<b>Muestra teñida</b>			
		PANTONE	
		12-1005 TCX	
		Novelle Peach	

Fuente: (Apuango, 2021)

A continuación, en la **Tabla 20** se presenta la gama de tonalidades en relación a la variación de concentración del material tintóreo, calificadas con el Pantone LLC.

**Tabla 20**

*Gama de tonalidades*

<b>Nº de muestra</b>	<b>Concentración del polvo de ladrillo (%)</b>	<b>Pantone</b>	<b>Gráfico</b>
<b>1</b>	20	12-0722 TCX French Vanilla	
<b>2</b>	25	12-0711 TCX Lemon Meringue	
<b>3</b>	30	11-0809 TCX Ecrú	
<b>4</b>	35	12-0710 TCX Shortbread	
<b>5</b>	40	13-1217 TCX Amberlight	
<b>6</b>	45	12-1005 TCX Novelle Peach	

Fuente: (Apuango, 2021)

#### 4.1.3. Resultados de las pruebas de solidez.

Este espacio muestra un resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de las pruebas realizadas en el espectrofotómetro.

##### 4.1.3.1. *Tabla de datos de la prueba de solidez al lavado.*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de las pruebas de solidez al lavado, en el autoclave según la norma AATCC método 61 test 3A- 2013.

**Tabla 21**

*Resultados de la prueba de solidez al lavado*

Nº muestra	de Concentración ladrillo (%)	del polvo de Evaluación
1	20	2,5
2	25	2
3	30	3
4	35	2
5	40	3
6	45	3

Fuente: (Apuango, 2021)

#### 4.1.3.2. *Tabla de datos de la prueba de solidez al frote.*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de las pruebas de solidez al frote, realizadas en el Crockmeter según la norma AATCC método 8-2013.

**Tabla 22**

*Resultados de la prueba de solidez al frote*

N° de muestra	Concentración del polvo de ladrillo (%)	Evaluación	
		Húmedo	Seco
1	20	4	4
2	25	4	4
3	30	4	4
4	35	4	4
5	40	4,5	4
6	45	4	4

Fuente: (Apuango, 2021)

#### 4.1.3.3. *Tabla de datos de la prueba de solidez al sudor.*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de las pruebas de solidez al sudor, realizadas en el Perspirómetro según la norma ISO 105 E04, método 15-2013.

**Tabla 23***Resultados de la prueba de solidez al sudor*

N° de muestra	Concentración de polvo de ladrillo (%)	Evaluación	
		Ácido	Alcalino
1	20	3,5	4,5
2	25	4	4
3	30	3,5	3,5
4	35	3	4,5
5	40	4	4,5
6	45	4	4,5

Fuente: (Apuango, 2021)

**4.1.3.4. Tabla de datos de la prueba de solidez al planchado.**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de las pruebas de solidez al planchado, realizadas en el Termoplato según la norma ISO 105 x 11.

**Tabla 24***Resultados de la prueba de solidez al planchado*

---

<b>Nº</b>	<b>de Concentración del polvo de Evaluación</b>
<b>muestra</b>	<b>ladrillo (%)</b>
<b>1</b>	20
<b>2</b>	25
<b>3</b>	30
<b>4</b>	35
<b>5</b>	40
<b>6</b>	45

---

Fuente: (Apuango, 2021)

#### **4.2. Análisis de resultados**

Los datos obtenidos en las pruebas de solidez al lavado, frote, sudor y planchado fueron tabulados y analizados estadísticamente, para ello fue necesario un cuadro estadístico en el cual se presenta un resumen general y condensado de los datos obtenidos en cada una de las pruebas antes mencionadas.

Los análisis de estos datos se realizaron en el programa estadístico PAST 4, analizando la varianza y normalidad con la finalidad de verificar la fiabilidad de los datos obtenidos, además de comparar estadísticamente cada uno de los valores.

En la **Tabla 25** se presenta un resumen general de todos los ensayos de solidez realizados en los diferentes equipos de laboratorio y valorizados en el espectrofotómetro, con valores de 1 a 5 (considerando 1 como malo y 5 bueno).

**Tabla 25**

*Resumen general de las pruebas de solidez*

<b>Nº de muestra</b>	<b>Concentración del polvo de ladrillo (%)</b>	<b>PSL</b>	<b>PSF-H</b>	<b>PSF-S</b>	<b>PSS-AC</b>	<b>PSS-AL</b>	<b>PSP</b>
1	20	2.5	4	4	3.5	4.5	4
2	25	2	4	4	4	4	4
3	30	3	4	4	3.5	3.5	4
4	35	2	4	4	3	4,5	3
5	40	3	4.5	4	4	4.5	4.5
6	45	3	4	4	4	4.5	4

Fuente: (Apuango, 2021)

Nota. especificaciones de las siglas del resumen general: **PSL**: prueba de solidez al lavado; **PSF-H**: prueba de solidez al frote húmedo; **PSF-S**: prueba de solidez al frote seco; **PSS-AC**: prueba de solidez al sudor ácido; **PSS-AL**: prueba de solidez al sudor alcalino; **PSP**: prueba de solidez al planchado.

En las pruebas de solidez al lavado se obtuvo variación de tonalidad (baja solidez) en casi todos los ensayos, diferenciándose las muestras al 30%, 40% y 45% con una puntuación más alta igual a 3, muestras regulares.

Según los valores obtenidos en la prueba de solidez al frote húmedo se destaca la muestra tinturada al 40% de polvo de ladrillo con el valor más alto de 4.5 (buena solidez) a diferencia de los ensayos restantes, que todos tienen la misma puntuación de 4, mientras que en la prueba de solidez al frote seco todos los ensayos tienen la misma valoración de 4 (buena solidez).

De acuerdo con los valores obtenidos en la prueba de solidez al sudor ácido, las muestras tratadas al 25%, 40% y 45% presentan valores satisfactorios de 4 (buena solidez), con la misma puntuación los 3 ensayos, a diferencia de los ensayos restantes que presentan variación de color, mientras que para la prueba al sudor alcalino las muestras tratadas al 20%, 35%, 40% y 45% presentan el mismo valor con una puntuación alta de 4.5 (buena solidez), a diferencia del ensayo al 30% que presenta mayor variación de color, con un valor de 3.5 (solidez regular).

Los valores presentados en la tabla 25, de la prueba de solidez al planchado indica que el ensayo tratado al 40% obtuvo un valor satisfactorio de 4.5 (buena solidez), a diferencia del ensayo al 35% que presento mayor variación de color, con un valor igual a 3(solidez regular).

#### **4.2.1. Análisis de la varianza.**

El análisis de la varianza de los datos obtenidos en las pruebas realizadas se llevó a cabo en el programa estadístico PAST 4, como se indica en la **Figura 14**, en donde se analizó el error estándar, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

En el análisis del error estándar sólo la prueba de solidez al frote seco no presenta errores, haciéndose acreedora a una puntuación de 0, a diferencia de las demás pruebas que presentan un valor menor a 1, este análisis concuerda con los de la desviación estándar.

En el coeficiente de variación se obtiene un valor mayor en la prueba de solidez al lavado de 19,02%, dando una dispersión de datos a diferencia de la prueba de solidez al frote seco que se obtuvo un valor igual a 0.

Univariate statistics

	PSL	PSF-H	PSF-S	PSS-AC	PSS-AL	PSP
<b>N</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Min</b>	2	4	4	3	3,5	3
<b>Max</b>	3	4,5	4	4	4,5	4,5
<b>Sum</b>	15,5	24,5	24	22	25,5	23,5
<b>Mean</b>	2,583333	4,083333	4	3,666667	4,25	3,916667
<b>Std. error</b>	0,2006932	0,08333333	0	0,1666667	0,1707825	0,2006932
<b>Variance</b>	0,2416667	0,04166667	0	0,1666667	0,175	0,2416667
<b>Stand. dev</b>	0,491596	0,2041241	0	0,4082483	0,41833	0,491596
<b>Median</b>	2,75	4	4	3,75	4,5	4
<b>25 prcnil</b>	2	4	4	3,375	3,875	3,75
<b>75 prcnil</b>	3	4,125	4	4	4,5	4,125
<b>Skewness</b>	-0,4559393	2,44949	0	-0,8573214	-1,536722	-1,437962
<b>Kurtosis</b>	-2,390012	6	0	-0,3	1,428571	3,602854
<b>Geom. mean</b>	2,542303	4,079298	4	3,646752	4,23152	3,888323
<b>Coeff. var</b>	19,02952	4,998959	0	11,13404	9,843059	12,55139

Figura 14. Análisis de la varianza.

Fuente: (Apuango, 2021)

#### 4.2.2. Análisis de la normalidad.

El análisis de normalidad se realizó con el propósito de verificar la confiabilidad de los datos obtenidos en cada una de las pruebas realizada, según Jarque- Bera JB P(normal) los valores ( $p > 0.05$ ) dan una confiabilidad del 95%, indicando que los valores son normales.

Según lo presentado en la **Figura 15** se presentan valores mayores a 0.05 llegando a la conclusión que los valores obtenidos en cada una de las pruebas realizadas tiene el 95% de confiabilidad.

Tests for normal distribution

	PSL	PSF-H	PSF-S	PSS-AC	PSS-AL	PSP
<b>N</b>	6	6		6	6	6
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,7752	0,4961		0,8216	0,7013	0,7698
<b>p(normal)</b>	0,03473	2,073E-05		0,09114	0,006373	0,03091
<b>Anderson-Darling A</b>	0,6248	1,599		0,5444	0,9054	0,8408
<b>p(normal)</b>	0,05331	7,649E-05		0,09171	0,008043	0,01243
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0524	0,0001		0,095	0,0061	0,0106
<b>Lilliefors L</b>	0,3017	0,4918		0,2929	0,3916	0,4006
<b>p(normal)</b>	0,08642	0,0001		0,1082	0,00492	0,002834
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0859	0,0001		0,1116	0,0045	0,0033
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,8136	3,56		0,6224	1,293	1,139
<b>p(normal)</b>	0,6658	0,1686		0,7326	0,5238	0,5659
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2113	0,0001		0,4253	0,0758	0,093

*Figura 15.* Normalidad de datos.

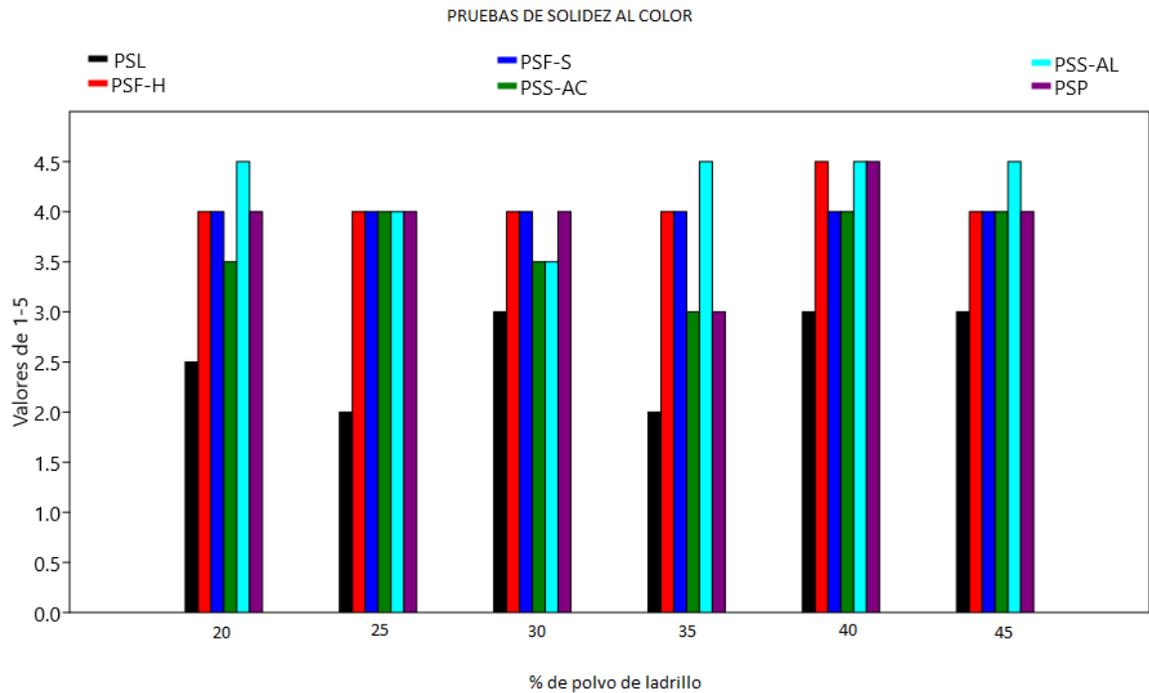
Fuente: (Apuango, 2021)

#### 4.2.3. Representación gráfica.

Los gráficos estadísticos ayudan a interpretar y comprender de mejor manera los valores obtenidos en las pruebas de solidez.

En la **Figura 16** y **Figura 17** se aprecia la representación gráfica de barras, líneas y puntos, indicando valores del 1 al 5 en el eje de la Y, siendo esta la calificación obtenida en la medición del espectrofotómetro a las diferentes pruebas de solidez; considerando 1 como cambio de color severo(mala solidez) y 5 ausencia de cambio de color (buena solidez); y los

valores en el eje de la X corresponden al porcentaje de polvo de ladrillo, iniciando del 20% y aumentando 5 puntos porcentuales hasta el 45%.



*Figura 16 . Gráfico barchart.*

Fuente: (Apuango, 2021)

En el gráfico estadístico Barchart se puede apreciar la tendencia de subida y bajada de valores, en el caso de la muestra al 25% de polvo de ladrillo tiene un valor de 2 en la **PSL**(mala solidez), a diferencia de los demás ensayos que tienen una calificación de 4 (buena solidez) y la muestra tinturada con el 40% de polvo de ladrillo en los ensayos de **PSF-H**, **PSS-AL** y **PSP** califican con un valor de 4.5, es decir que tiene buena solidez, así como los

ensayos de **PSF-S**, **PSS-AC** con un valor de 4, a diferencia del ensayo de **PSL** con un valor de 3 que indica la variación de color.

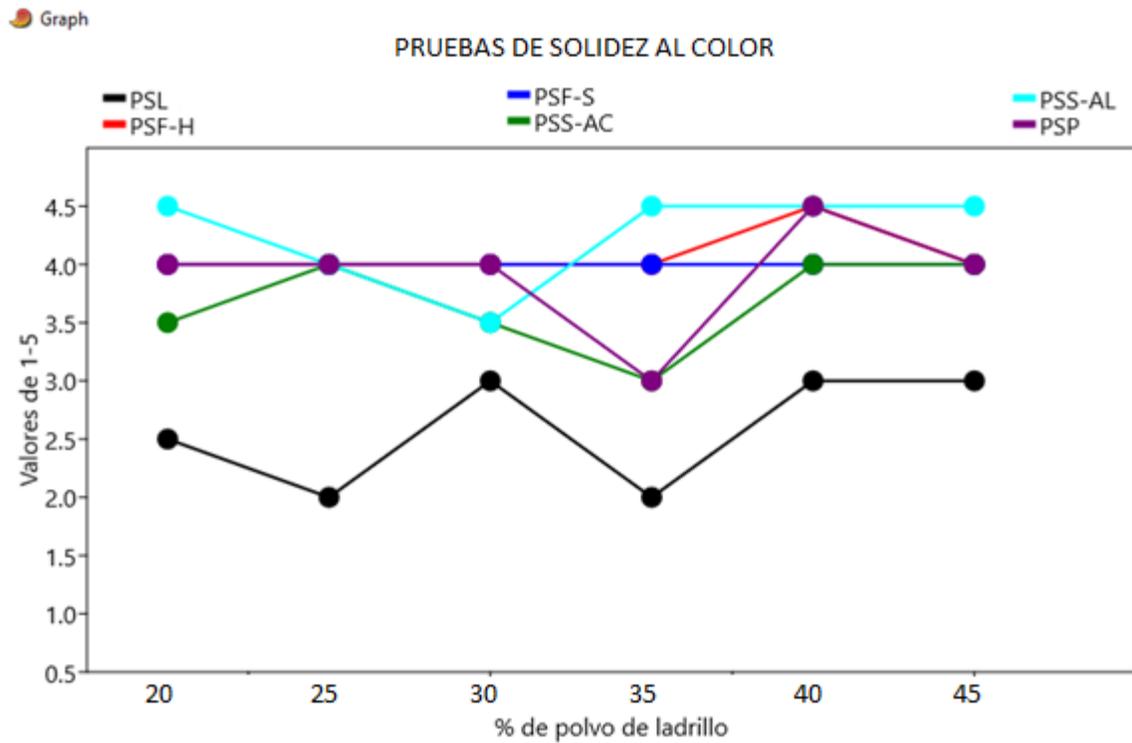


Figura 17. Gráfico de líneas y puntos.

Fuente: (Apuango, 2021)

En el gráfico de líneas y puntos se indica que, de todas las pruebas realizadas, el ensayo de solidez al lavado es el que más difiere de los de más al tener valores de 3 a 2, ya que el resto de los ensayos presentan similitud en su calificación, en el caso del ensayo de **PSF-S** en todos los porcentajes de concentración de polvo de ladrillo se obtuvo una calificación de 4, mientras que en el ensayo de **PSF-H** solo la muestra tratada con el 40% de

polvo de ladrillo aumento su calificación a 4.5, y para el resto de concentraciones se mantuvo en 4.

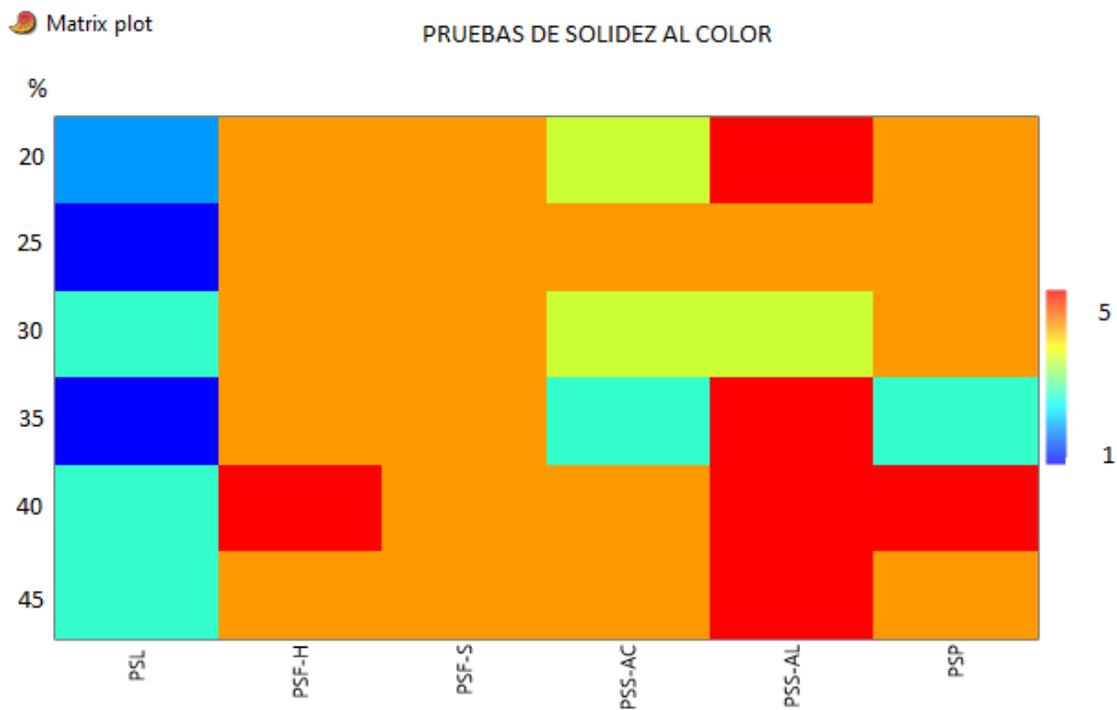


Figura 18. Matrix plot.

Fuente: (Apuango, 2021)

En el gráfico Matrix plot se indican las concentraciones del 20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 45%, ubicadas en el eje Y, mientras que los ensayos realizados se encuentran en el eje X, donde se hace una representación visual mediante colores, iniciando con el color azul equivalente a 1 y terminando con el rojo equivalente a 5.

Este gráfico representa la similitud que existe entre los valores de los ensayos realizados, llegando a la conclusión que las muestras tinturadas tienen baja solidez al lavado, pero buena solidez al frote, al sudor y planchado, encontrándose dentro del rango de 4 a 5 y obteniendo mejores resultados para la muestra tinturada con el 40% de polvo de ladrillo.

## Capítulo V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. Conclusiones

- Mediante una investigación exhaustiva se logró obtener información sobre las propiedades, componentes y usos de la cerámica, además se desarrolló la parte práctica concluyendo que las partículas del polvo de ladrillo si brinda color a un sustrato textil 100% natural.
- El proceso de teñido se realizó con diferentes mordientes (alumbre, cloruro de sodio, vinagre y crémor tártaro) a un pH 10 y después de hacer un análisis visual se determinó que el mejor fue el crémor tártaro, ya que presentó una fijación media y un buen agotamiento e igualación como se indica en la **Tabla 13**.
- La tintura se realizó con diferentes concentraciones de polvo de ladrillo (20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 45%), donde se puede concluir que existe variación de tono directamente proporcional a la cantidad de material tintóreo utilizado, mismo que fue calificado con el Pantone LLC (2021), que clasifica cada una de las muestras en diferentes tonos como se indica en la **Tabla 20**.
- Después de haber tinturado y realizado las pruebas de solidez al color (solidez al lavado, frote, sudor y planchado )se determina que la muestra tratada con el mordiente crémor tártaro y 40% de polvo de ladrillo es la

mejor, basándose en la evaluación de resultados indicados en **Tabla 25**, donde se presenta un resumen general de todos los ensayos realizados .

## **5.2. Recomendaciones**

- La tintura se llevó a cabo con un tamaño de partícula de polvo de ladrillo definido por la malla #120, y como ampliación de esta investigación se recomienda hacer más análisis con diferentes tamaños y comparar los resultados entre ellos para determinar la partícula óptima en procesos de tintura.
- Es recomendable utilizar nuevos auxiliares y diferente estructura de tejido, para analizar los resultados y comparar cuantitativa y cualitativamente con los obtenidos en esta investigación.
- La variación de parámetros como la temperatura, tiempo y dosificación de auxiliares puede alterar la tintura, por ello, una opción es variar los parámetros antes mencionados, con la finalidad de analizar los cambios en el teñido.
- La tintura con polvo de ladrillo se desarrolló mediante el método de agotamiento, y como una alternativa para ampliar esta investigación es realizar el proceso de teñido por impregnación, con la finalidad de comparar los resultados.

## Capítulo VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- Agritotal. (13 de Septiembre de 2018). *Agritotal*. Recuperado el 3 de Junio de 2021, de Agritotal: <https://www.agritotal.com/nota/36401-indigo-y-gensus-presentan-tecnologias-sustentables-para-semillas-de-algodon/>
- Antamba, J. (2017). PRE-BLANQUEO Y TINTURA DE POLY-ALGODÓN EN COLORES PASTELES UTILIZANDO EL SISTEMA A LA INVERSA. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 25 de Junio de 2021, de Repositorio UTN.
- Ascensión Sanz Tejedor. (Junio de 2015). *Química Orgánica Industrial*. Recuperado el 3 de junio de 2021, de Química Orgánica Industrial: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-11.php>
- Benavides, K. (2017). ACABADO ANTIBACTERIAL EN CALCETINES DE ACRILICO CON TRICLOSÁN. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de Repositorio UTN.
- Bolivar, G. (21 de Julio de 2020). *Lifeder.com*. Recuperado el 23 de Agosto de 202, de Lifeder.com: <https://www.lifeder.com/materiales-ceramicos/>
- Cámara Industrial Argentina de la Indumentaria. (7 de Septiembre de 2017). *Cámara Industrial Argentina de la Indumentaria*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de Cámara Industrial Argentina de la Indumentaria: <https://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/productos-auxiliares-textiles/#:~:text=Los%20productos%20qu%C3%ADmicos%20auxiliares%20son,utilizados%20en%20hilander%C3%ADa%20y%20tejedur%C3%ADa.>
- Caselles, M., Gómez, R., Molero, M., & Sardá, J. (2015). *Química aplicada a la ingeniería*. Madrid. Recuperado el 30 de Agosto de 2020
- Castillo, R., Fernández, R. A., Scrivener, K., Alujas, A., & Martirena, J. (2010). *Revista Ingeniería de Construcción*. Recuperado el 2021, de

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732010000300001&lang=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000300001&lang=es)

Cevallos, D. (4 de Enero de 2020). *El Comercio*. Recuperado el 9 de Julio de 2020, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/construir/ladrillo-usos-construccion-arquitectura-vivienda.html>

Cladera, A. E. (20 de Marzo de 2008). *Construmática*. Recuperado el 9 de Julio de 2020, de Construmática: [https://www.construmatica.com/construpedia/Ladrillos\\_Cer%C3%A1micos\\_en\\_la\\_Construcci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Desarrollo](https://www.construmatica.com/construpedia/Ladrillos_Cer%C3%A1micos_en_la_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo)

Constitución del Ecuador. (2017). *Constitución del Ecuador*. Recuperado el 2021, de Constitución del Ecuador: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

Cortazar, A., Coronel, C., Escalante, A., & González, C. (15 de Abril de 2015). *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 16 de Agosto de 2020, de Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>

Cumba, M. (2015). OBTENCIÓN DE UN TINTE NATURAL A PARTIR DE LA LIANA BAUHINIA MACROSTACHYA (ESCALERA DE MONO) Y APLICACIÓN EN LA FIBRA DE LA PALMA ASTROCARYUM CHAMBIRA BURRET (CHAMBIRA) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, COMUNIDAD MIWAGUNO. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 3 de Junio de 2020, de Repositorio UTN.

Equipo de marketing . (30 de Agosto de 2017). *Farbe*. Recuperado el 27 de Agosto de 2020, de Farbe: <https://www.farbe.com.mx/la-importancia-del-uso-de-colorantes-naturales/>

Farias, G. (28 de Febrero de 2018). Recuperado el 13 de Mayo de 2020, de <https://gabrielfariasiribarren.com/fibras-textiles-naturales-vegetales/>

- Farinango, W. (2019). EL BARRO COMO COMPONENTE DE TINTURA EN UNA PRENDA 100 %. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 3 de Junio de 2021, de Repositorio UTN.
- Ferrero, J. (24 de Julio de 2018). *contrainformacion.es*. Recuperado el 15 de agosto de 2020, de *contrainformacion.es*: <https://contrainformacion.es/la-contaminacion-de-la-industria-textil/>
- Gavilan, B. (20 de Mayo de 2015). *Slideshare*. Recuperado el 19 de Mayo de 2021, de Slideshare: <https://es.slideshare.net/bladimirgavilan/tejido-punto>
- Google maps. (2021). Recuperado el 24 de Mayo de 2021, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Estadio+UTN,+Ibarra/@0.3790347,-78.1237803,17.84z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4f62b37d23:0xea99ad1313c1286b!8m2!3d0.3790498!4d-78.1220554>
- Haro, P. (2011). NORMALIZACION DE PARAMETROS EN LAS VARIABLES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DE LA TELA JERSEY, MEZCLA ALGODÓN 30/1 /ELASTANO 40DENIER, COLORES OSCUROS, EN EL PROCESO DE PREFIJADO Y TERMOFIJADO, EN LA EMPRESA ASOTEXTIL. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte. Recuperado el 22 de Mayo de 2021, de Repositorio UTN.
- Innovación y cualificación, S.L. (2018). *Iniciación en materiales, productos y procesos textiles*. IC editorial. Recuperado el 20 de Mayo de 2021
- Lockuán, F. (2012). V. *La industria textil y su control de calidad. Tintorería*. Recuperado el 20 de Mayo de 2021
- López-Arce, P. (2011). En P. López-Arce, *Ladrillos de edificios históricos de Toledo: caracterización, origen de las materias primas y aplicaciones para su conservación y restauración* (pág. 525). Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/102314?>

- Modernist Encaustic. (2017). *Modernist Encaustic*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de Modernist Encaustic: <http://modernistencaustic.com/portfolio-items/pigmentos/?lang=es#forma-de-particulasprimarias>
- Moldovan, S. (2016). *INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE TINTURA SOBRE TEJIDOS DE ALGODÓN CON COLORANTES NATURALES EXTRAIDOS DE MICRO Y MACRO ALGAS: Arthrospira platensis, Synechococcus sp., Ulva sp.* Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20-%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1>
- Paesano, C. (28 de Marzo de 2020). *Escuela Raggio*. Recuperado el 13 de Mayo de 2021, de Escuela Raggio: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/pagina%20web/pagina%20de%20practicos/TPS/INDUMENTARIA/4/Tejido%20de%20punto%204to%20Indumentaria/TP%204%20tejidos%20de%20punto.pdf>
- Pazos, S. (2017). Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de <http://artesaniatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>
- Pérez, Á. (2012). *Ingenium Revista De La Facultad De ingeniería, 13*. Recuperado el 31 de Mayo de 2021, de <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1287>
- Pinterest. (2021). *Pinterest*. Obtenido de Pinterest: <https://www.pinterest.com/pin/571816483937653833/>
- Rocas y Minerales. (2016). *Rocas y Minerales*. Recuperado el 9 de julio de 2020, de Rocas y Minerales: <https://www.rocasyminales.net/ladrillo/>
- Rodríguez, B. (18 de Novimebre de 2016). *issuu*. Recuperado el 13 de Mayo de 2021, de [issuu: https://issuu.com/braulio22/docs/tejidos\\_de\\_punto.\\_un\\_proceso\\_integr](https://issuu.com/braulio22/docs/tejidos_de_punto._un_proceso_integr)

- Ruiz, C. (2013). Guía Técnica sobre la Elaboración de Tejidos de Punto. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 19 de Mayo de 2021, de Repositorio utn.
- Salazar, P. (2014). *Repositorio UCE*. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de Repositorio UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2508/1/T-UCE-0017-69.pdf>
- Seguin, N. (30 de Octubre de 2017). *Slow Fashion Next*. Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de Slow Fashion Next: <https://www.slowfashionnext.com/blog/tintes-naturales-organic-dyes-historia-aplicaciones/>
- Seyquin. (s.f). Ficha tecnica Seyfix-SYQ. Recuperado el 4 de Junio de 2021
- Solé, A. (Diciembre de 2020). *Asolengin*. Recuperado el 4 de Junio de 2021, de Asolengin: <https://asolengin.files.wordpress.com/2016/04/procesos-de-tintura-por-agotamiento-e-impregnacion.pdf>
- Suárez, C. (2017). Evaluación y análisis de productos auxiliares que intervienen en la reproducibilidad del color en fibras de poli algodón. (*Tesis Ingeniería*). Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Tintes Naturales. (22 de Abril de 2019). *Tintes Naturales*. Recuperado el 7 de Junio de 2021, de Tintes Naturales: <https://tintesnaturales.org/mordientes/>
- Trazo Autodidacta. (16 de Junio de 2016). *Trazo Autodidacta*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de Trazo Autodidacta: <https://trazoautodidacta.blogspot.com/2016/06/mordiente.html>
- Universidad Técnica del Norte. (12 de Septiembre de 2016). *Universidad Técnica del Norte*. Recuperado el 2021, de Universidad Técnica del Norte: [http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/wp-content/uploads/2016/10/R.122\\_Aprobar\\_Lineas\\_Investigacion\\_UTN.pdf](http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/wp-content/uploads/2016/10/R.122_Aprobar_Lineas_Investigacion_UTN.pdf)

## Capítulo VII

### 7. ANEXOS

#### ANEXO A

*Pesaje de los auxiliares para el pre  
tratamiento*



#### ANEXO B

*Descrude y pre-blanqueo*



#### ANEXO C

*Secado en el Foulard*



#### ANEXO D

*Obtención del material tintóreo*



a) Recolección del  
ladrillo

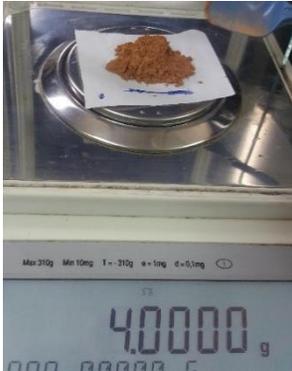
b) Cortes para  
obtención del  
polvo

c) Tamizado por  
la malla #43

d) Tamizado por  
la malla #120

## ANEXO E

*Pesaje del polvo de ladrillo*



## ANEXO F

*Solución del polvo de ladrillo*



## ANEXO G

*Pesaje del sustrato textil*



## ANEXO H

*Mordentado previo*



## ANEXO I

*Medición del pH*



## ANEXO J

*Baño de tintura*



## ANEXO K

*Colocación de muestras en el autoclave*



## ANEXO L

*Muestra tinturada*



## ANEXO M

*Prueba de solidez al lavado*



a) Detergente líquido

b) Detergente en polvo

c) Solución del baño con bolas de acero

d) Cargado de las muestras

e) Muestras lavadas

## ANEXO N

### *Prueba de solidez al frote*



a) Muestra para la solidez al frote

b) Realización del ensayo

c) Muestras realizadas el ensayo

## ANEXO O

### *Prueba de solidez al sudor*



a) Productos utilizados

b) Solución con las muestras por 30min

c) Muestras en el Perspirómetro

d) Colocación en la estufa por 4 horas

## ANEXO P

### *Prueba de solidez al planchado*



a) Muestras con el testigo blanco

b) Realización del ensayo en el Termoplato

## ANEXO Q

### *Ficha técnica del alumbre*



## SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO TIPO A

Producto obtenido generalmente por la reacción entre el ácido sulfúrico y una fuente rica en aluminio.

**FORMULA:**  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 - 18 \text{H}_2\text{O}$ .

### **ESPECIFICACIONES:**

$\text{Al}_2\text{O}_3$ mínimo	17.0%
Hierro como $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , máx.	0.75%
Materia insoluble, máx.	0.50%
Basicidad mínimo	0.05%

**GRANULOMETRIA:** Pasa 100% malla 4, Máximo 10 % retiene malla 10, Máximo 10 % pasa malla 100.

**PRESENTACIÓN:** Granulado, en bultos de 25 Kg. y 50 Kg.

**USOS DEL PRODUCTO:** Este producto es utilizado para el tratamiento de aguas potables, piscinas, en la fabricación de detergentes, en la industria petrolera y tratamiento de aguas residuales industriales.

**ALMACENAMIENTO:** Por ser un producto higroscópico es empacado en sacos de polipropileno con laminado interno. Debe ser almacenado en bodegas cerradas sobre estibas plásticas o de madera.

**PRECAUCIONES PARA EL USO Y SEGURIDAD:** Para su manipulación se requiere de equipo de protección: Máscaras para polvos, gafas protectoras y buena ventilación. No es un producto tóxico, pero puede producir leve irritación nasal, por tratarse de una sal ácida.

## ANEXO R

### Ficha técnica del fijador



SYQ 0021

## FORMAFIX L3-SYQ

### INFORMACION TECNICA

Fijador para el post tratamiento catiónico para mejorar la solidez al lavado de los colorantes directos y reactivos sobre la fibra celulósicas.

### PROPIEDADES

<b>Composición:</b>	Polimero Policondensato con nitrógeno
<b>Carácter:</b>	Catión activo
<b>Apariencia:</b>	Líquido amarillento con notable viscosidad.
<b>pH:</b>	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
<b>Solubilidad:</b>	Dilúible en agua fría en cualquier proporción.
<b>Almacenamiento:</b>	Mantener los envases bien cerrados.

### CARACTERISTICAS

- Evita la baja solidez al lavado en el caso de colorantes reactivos, si hay hidrólisis de este colorante.
- Como todos los posttratamientos catiónicos tiene una influencia insignificante en el tono del color y en la solidez a la luz.
- Es usado con colorantes que necesitan un posttratamiento con sales de cobre el, se puede usar con éxito combinado con sulfato de cobre y ácido acético en el mismo baño.
- Es compatible con productos no-iónicos y catiónicos. Con productos aniónicos hay precipitación.

## ANEXOS

### Ficha técnica del dispersante

SYQ 0030	
<b>DISPERSOL-SYQ</b>	
<b>INFORMACION TECNICA</b>	
<p>Igualante y dispersante universal para colorantes directos y reactivos, con un buen poder de detergente para la tintura de colorantes iónicos.</p>	
<b>PROPIEDADES</b>	
<b>Composición:</b>	Poliglicoléter de alcohol graso.
<b>Carácter:</b>	No iónico
<b>Apariencia:</b>	Líquido amarillento, transparente, de baja viscosidad.
<b>pH:</b>	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
<b>Solubilidad:</b>	Dilúidlo en agua fría en cualquier proporción.
<b>Almacenamiento:</b>	Mantener los envases bien cerrados.
<b>CARACTERISTICAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Este producto forma poca espuma, la cual disminuye en baño hirviendo.</li><li>• Igualante y penetrante para la tintura de fibras celulósicas con colorantes sustantivos.</li><li>• Igualante retardante para la tintura de algodón con colorantes a la tina.</li><li>• Dispersante en los baños de desarrollo de los naftoles.</li><li>• Producto para empastar y disolver bases sólidas y sales sólidas.</li><li>• Dispersante para blanqueadores ópticos en el procedimiento por agotamiento sobre acetato, triacetato, poliéster, poliamida y poliacrilitrilo, como también en baños de blanqueo con peróxido y reductivo.</li><li>• Producto para el descrúde de la seda natural y como igualante para la tintura de la misma.</li><li>• Detergente para lavar y desengrasar materiales textiles en baños de tintura ácidos.</li></ul>	

**ANEXO T**

*Resultado del ensayo de solidez al lavado de la muestra al 40%*

QC

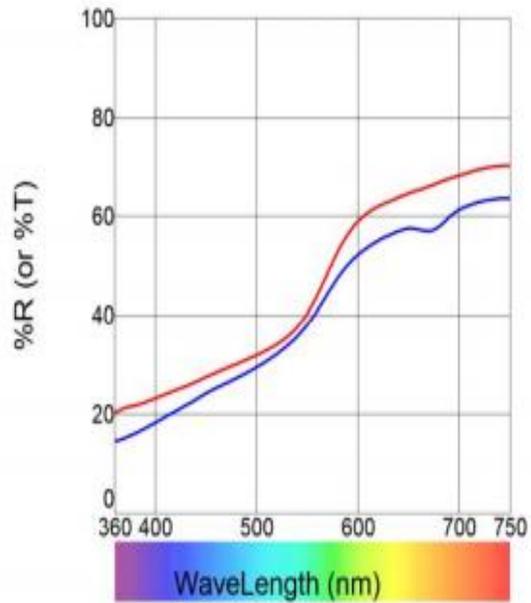
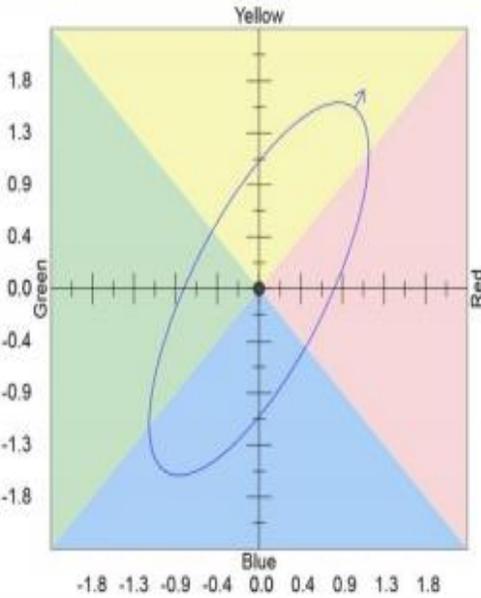
20/07/2021 12:31:03

**Customer Name**

**e-Job71.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- SOLIDEZ AL LAVADO 40 - SOLIDEZ AL LAVADO 40 LAVADO



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.30	1.00	1.25	1.65	0.60	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
SOLIDEZ AL LAVADO 40	72.04	14.11	21.43	25.65	56.64

<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>
SOLIDEZ AL LAVADO 40	3	-2.57 D	-2.90 G	1.09 Y	-0.50 D	3.05 Y	4.52

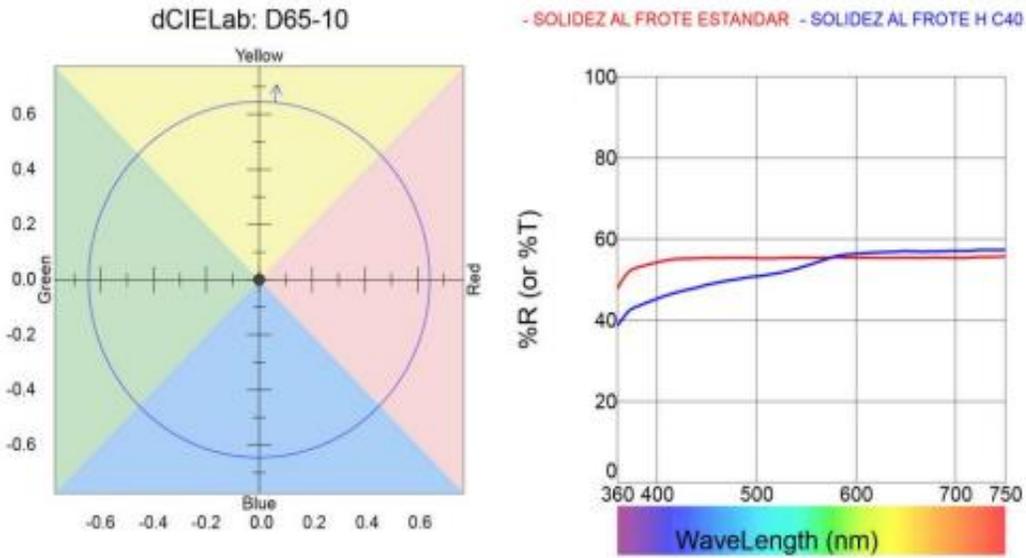
# ANEXO U

Resultado del ensayo de solidez al frote húmedo de la muestra al 40%

QC

21/07/2021 10:04:04

**Customer Name**  
e-Job29.jbx [database=iTextile.mdb]



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.40	0.55	0.55	0.55	0.55	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
SOLIDEZ AL FROTE EST	79.27	0.01	0.12	0.12	84.61			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Stain</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
SOLIDEZ AL FROTE H C	4.5	-1.07 D	1.65 R	4.93 Y	5.20 B	-0.18 R	8.06	

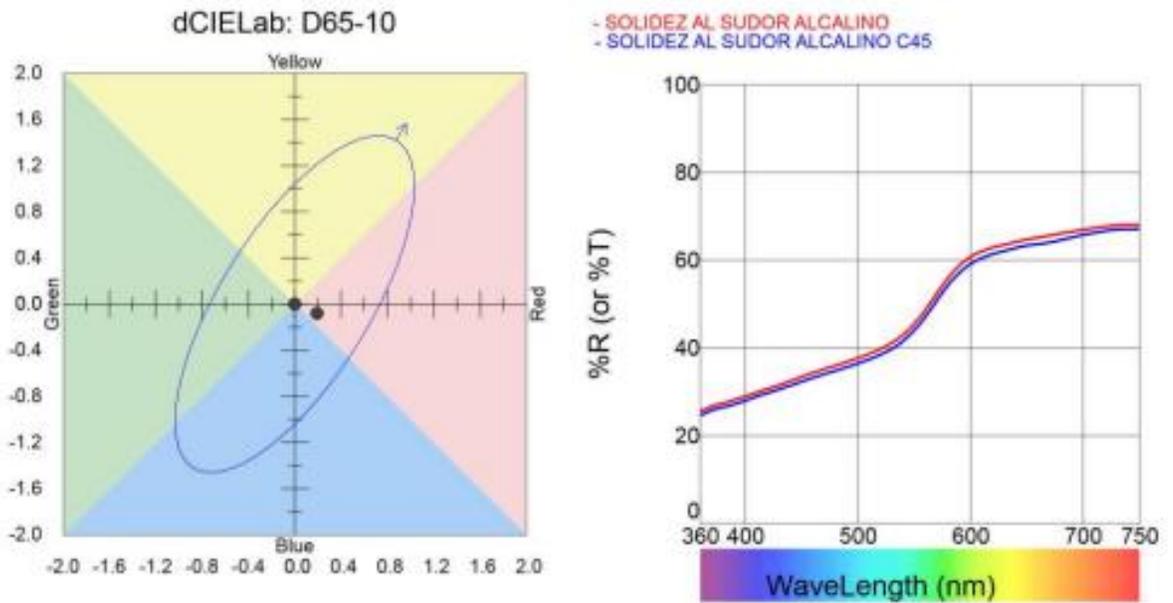
**ANEXO V**

*Resultado del ensayo de solidez al sudor alcalino de la muestra al 40%*

QC

21/07/2021 11:10:05

**Customer Name**  
e-Job53.jbx [database=iTextile.mdb]



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.35	0.90	1.15	1.50	0.55	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
SOLIDEZ AL SUDOR ALC	74.78	10.80	17.52	20.58	58.36			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
SOLIDEZ AL SUDOR ALC	4.5	-0.91 D	0.19 R	-0.08 B	0.03 B	-0.21 R	0.47	

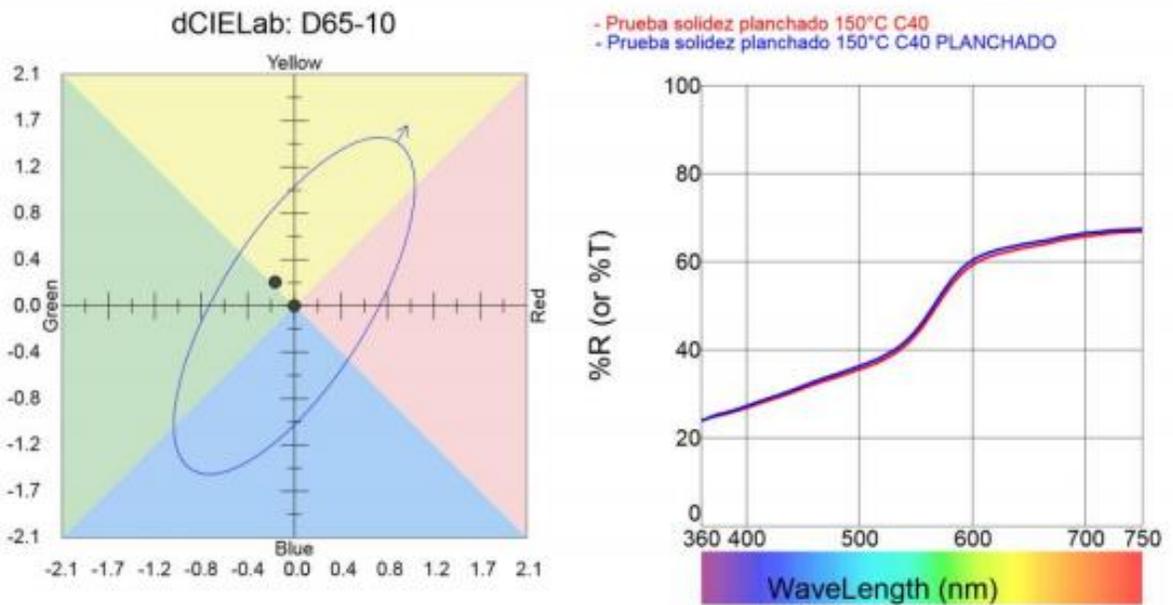
**ANEXO W**

*Resultado del ensayo de solidez al planchado de la muestra al 40%*

QC

14/07/2021 13:31:00

**Customer Name**  
**e-Job6.jbx [database=iTextile.mdb]**



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.30	0.90	1.20	1.50	0.60	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Prueba solidez planc	73.60	11.53	18.47	21.78	58.03			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
Prueba solidez planc	4.5	0.60 L	-0.17 G	0.21 Y	0.09 B	0.25 Y	0.45	

## ANEXO X

### *Certificado de laboratorio*



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL



Ibarra, 16 de agosto del 2021

### CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

#### CERTIFICO

Que la señorita **APUANGO CEVALLOS AMANDA NATHALY**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100418723-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado **"APLICACIÓN DE PARTICULAS DE CERÁMICA PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE LADRILLERAS, COMO MATERIAL TINTÓREO PARA UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO"**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **AUTOCLAVE** - Norma AATCC método 61- 2013-Resistencia al lavado de color: Acelerado Test 3A.
- **CROCKMETER**- Norma AATCC método 8-2013: Solidez del color al frote: crockmeter
- **PERSPIRÓMETRO Y HORNO**- Norma ISO 105 E04, método 15-2013- solidez al sudor.
- **TERMOPLATO**- Norma ISO 105 x 11: determinación de la solidez al color a presión en caliente en los textiles.
- **ESPECTROFOTÓMETRO COLORÍMETRO**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



FAUSTO GUALOTO  
GUALOTO FAUSTO

**ING. GUALOTO FAUSTO M.**

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