



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

TEMA:

**“RESISTENCIA DEL COLOR A LA LUZ DE UN TEJIDO 100% POLIÉSTER
SUBLIMADO A DIFERENTES TIEMPOS Y TEMPERATURAS”**



AUTOR: Jefferson Alexander Coyago Cañarejo

DIRECTOR: MSc. Darwin José Esparza Encalada

Ibarra – Ecuador

2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100424026-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jefferson Alexander Coyago Cañarejo		
DIRECCIÓN:	Otavalo – San Pablo de Lago		
EMAIL:	jacoyagoc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-----	TELE.MÓVIL	0969332682

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Resistencia del color a la luz de un tejido 100% poliéster sublimado a diferentes tiempos y temperaturas.
AUTOR:	Jefferson Alexander Coyago Cañarejo
FECHA:	16 de febrero del 2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/ PROGRAMA:	☒ GRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	MSc. Darwin José Esparza Encalada

CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 04 días, del mes de Agosto del 2025

EL AUTOR:



Firma

Nombre: Jefferson Alexander Coyago Cañarejo

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 04 días de Agosto del 2025

MSc. Darwin José Esparza Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darwin', is written over a horizontal dotted line.

MSc. Darwin José Esparza Encalada

C.C.: 1001584570

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “Resistencia del color a la luz de un tejido 100% poliéster sublimado a diferentes tiempos y temperaturas” elaborado por Jefferson Alexander Coyago Cañarejo, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



.....

Director

MSc. Darwin José Esparza Encalada

C.C.: 1001584570



.....

Asesor

Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C.:0401732250

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis amados padres, Segundo Coyago y Margarita Cañarejo, cuyo esfuerzo y sacrificio han sido la base de mi educación. Su apoyo incondicional, amor y guía me han dado la fuerza para superar cada desafío. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este triunfo es tanto suyo como mío. Siempre llevaré en mi corazón sus enseñanzas y valores. Que esta meta alcanzada sea un orgullo para ustedes.

Jefferson Alexander Coyago Cañarejo

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para afrontar las decisiones que he tomado para cumplir cada uno de mis objetivos.

A mis padres por su apoyo constante en cada etapa de mi formación académica, ya que me enseñaron el valor del trabajo, la perseverancia y la humildad, sus consejos y esfuerzos han sido uno de los pilares fundamentales para que pueda culminar mi carrera Universitaria.

Expreso mi sincero agradecimiento al MSc. Darwin Esparza por su valiosa orientación y apoyo durante mi investigación. Su guía y conocimientos fueron fundamentales en este proceso, ya que como tutor me ha sabido aclarar cada una de las dudas que se han ido presentando.

Jefferson Alexander Coyago Cañarejo

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad evaluar la solidez del color a la luz en tejidos de punto 100% poliéster, sublimados con colores primarios: amarillo, azul y rojo. Para el desarrollo del ensayo, se aplicaron distintas combinaciones de tiempo de 35s, 45s y 60s, y temperaturas de 180 °C, 200 °C y 204 °C, durante el proceso de sublimación, obteniendo un total de 27 muestras, correspondientes a la interacción de los parámetros establecidos. La resistencia a la radiación luminosa se determina conforme a la norma ISO 105 B02, mediante el uso del equipo de laboratorio TruFade, que emplea una lámpara de arco de xenón para simular la radiación solar natural. De manera complementaria, se utilizó un espectrofotómetro bajo los lineamientos de la norma ISO 105 A02, lo que permitió cuantificar objetivamente las variaciones cromáticas a través de coordenadas colorimétricas. De este modo, se logró analizar resistencia del color a la luz en el sublimado.

Los datos obtenidos se organizaron y representaron en tablas estadísticas y gráficas que facilitaron la interpretación cuantitativa de la solidez de cada muestra. Entre los indicadores analizados, destacaron el coeficiente de variación y el ΔE_{cmc} , métricas fundamentales para identificar y cuantificar las alteraciones del tono en función de las diferentes condiciones del proceso de sublimado.

Las variables de exposición son factores determinantes en la estabilidad del color durante el proceso de sublimación. En cuanto a la temperatura, de acuerdo a la investigación, a 200 °C es la opción más adecuada, ya que mantiene una variación porcentual de 0 % en los tres colores evaluados (amarillo, azul y rojo), mientras que a 180 °C y 204 °C se presentan alteraciones significativas en azul y rojo. De forma similar, respecto al tiempo, se determina que 45 segundos

es el valor óptimo, pues garantiza una transferencia de color sin variaciones, a diferencia de 35 y 60 segundos, el cual presenta fluctuaciones al modificar el tiempo de revelado.

Los resultados evidenciaron que el color amarillo presentó la mayor resistencia, con un coeficiente de variación del 0 %, mientras que el color azul mostró la mayor inestabilidad durante la sublimación, alcanzando un CV% de 4.295 %. Asimismo, se determinó que la variable que más influye en el proceso es el color, ya que registra un CV% promedio de 7.018 %, superior al coeficiente de variación asociado al tiempo y la temperatura (2.688 %), lo que confirma que el color es el parámetro con mayor impacto en la alteración del tono.

Palabras clave: Sublimación, tiempo, temperatura, solidez, resistencia.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the lightfastness of color in 100% polyester knitted fabrics sublimated with primary colors: yellow, blue, and red. For the development of the test, various combinations of times (35 s, 45 s, and 60 s) and temperatures (180 °C, 200 °C, and 204 °C) were applied during the sublimation process, resulting in a total of 27 samples corresponding to the interaction of the established parameters. The resistance to light radiation was determined in accordance with ISO 105 B02, using the Trufade laboratory equipment, which employs a xenon arc lamp to simulate natural sunlight. Additionally, a spectrophotometer was used following the guidelines of ISO 105 A02, allowing for the objective quantification of chromatic variations through colorimetric coordinates. In this way, the lightfastness of the sublimated colors could be analyzed.

The data obtained were organized and presented in statistical tables and graphs, enabling a quantitative interpretation of the colorfastness for each sample. Among the analyzed indicators, the coefficient of variation and ΔE_{cmc} stood out as key metrics for identifying and quantifying tone alterations based on the different sublimation process conditions.

The exposure variables are decisive factors for color stability during the sublimation process. According to the research, a temperature of 200 °C is the most suitable option, as it maintains a percentage variation of 0% in the three colors evaluated (yellow, blue, and red), while at 180 °C and 204 °C significant alterations appear in blue and red. Similarly, regarding time, 45 seconds is determined to be the optimal value, as it ensures color transfer without variation, unlike 35 and 60 seconds, which show fluctuations when the transfer time is modified.

The results showed that the yellow color had the highest resistance, with a coefficient of variation (CV) of 0%, while the blue color exhibited the greatest instability during sublimation,

reaching a CV of 4.295%. Likewise, it was determined that the variable with the greatest influence on the process is the color itself, since it records an average CV of 7.018%, which is higher than the coefficient of variation associated with time and temperature (2.688%). This confirms that color is the parameter with the greatest impact on tone alteration.

Keywords: Sublimation, time, temperature, solidity, resistance.

LISTA DE SIGLAS

PES: Poliéster

S: Sublimación

T: Temperatura

t: tiempo

C: Colorantes

ISO: Organización Internacional de Normalización

CRE: Constitución de la República del Ecuador

UTN: Universidad Técnica del Norte

MIP: Ministerio de Industria y Productividad

CIE: Comisión Internacional de Iluminación

L: Luminosidad

A: Espacio entre rojo – verde

B: Espacio entre amarillo - azul

C: Croma

H: Hue

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Justificación.....	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Características del sitio del proyecto.....	3
CAPÍTULO I	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Estudios previos	5
1.1.1. Sublimación en tejidos de poliéster	5
1.1.2. Avances de tecnología de sublimación	5
1.1.3. Solides del color a la luz.....	6
1.1.4. Influencias de tiempos y temperaturas en la sublimación	7
1.2. Marco legal.....	8
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	8
1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte	9
1.2.3. Normas de calidad	9
1.3. Marco Conceptual	10
1.3.1. Proceso de sublimación	10
1.3.2. Propiedades del poliéster	11
1.3.3. Solidez del color a la luz.....	12
1.3.4. Factores que influyen en el color a la luz	13
1.3.5. Trufade.....	14

CAPÍTULO II	15
MÉTODOS Y MATERIALES	15
2.1. Tipos de investigación a aplicar	15
2.1.1. Investigación analítica	15
2.1.2. Investigación experimental	15
2.2. Flujogramas	16
2.2.1. Flujograma general	16
2.2.2. Flujograma muestral	17
2.3. Equipos y materiales	18
2.3.1. Muestra de tejido de punto de poliéster	18
2.3.2. Plotter e sublimación.....	19
2.3.3. Plancha de sublimado	20
2.3.4. Trufade	20
2.3.5. Espectrofotómetro	21
2.4. Procedimiento.....	23
2.4.1. Sublimación a diferentes tiempos y temperaturas en tejido poliéster.....	23
2.4.2. Obtención de muestras de tejido de poliéster	24
2.4.3. Pruebas de solidez del color a la luz en la máquina Trufade	25
2.4.4. Análisis de muestras en el espectrofotómetro.....	28
2.5. Norma.....	29
2.5.1. Norma ISO 105-B02 para determinar la solidez el color a la luz.....	29
CAPÍTULO III.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
3.1. Resultados	30
3.1.1. Resultados de resistencia del color a la luz.....	30

3.2. Análisis de confiabilidad.....	31
3.2.1. Normalidad de los datos.....	31
3.2.2. Análisis de prueba no paramétrica.....	32
3.3. Discusión de los resultados	33
3.3.1. Análisis de resultados	33
Resultados comparativos de la solidez del color a la luz, a diferentes tiempos de exposición.	34
Resultados comparativos de la solidez del color a la luz, a diferentes temperaturas de exposición.....	35
Análisis del coeficiente de variación en la solidez del color a la luz, en función del tiempo y temperatura.	36
El color más propenso al cambio de tonalidad en el proceso de sublimación.....	38
Comparación de la resistencia del color a la luz, en función del tono, a través del coeficiente de variación.....	39
3.3.2. Análisis general de los resultados	40
Influencia de las variables tiempo, temperatura y color en la resistencia del color a la luz..	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
Conclusiones	42
Recomendaciones.....	43
Referencias Bibliográficas	44
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Caracterización del tejido de punto jersey	18
Tabla 2	Características de la máquina de plotter.....	19
Tabla 3	Descripción de plancha térmica	20
Tabla 4	Especificaciones técnicas de i5 X-RITE	22
Tabla 5	Valoración del color a la luz a diferentes tiempos y temperaturas en tejido poliéster.....	30
Tabla 6	Prueba de normalidad no paramétrica de solidez del color a la luz	33
Tabla 7	Resultados de la solidez en función del tiempo	34
Tabla 8	Resultados de la solidez en función de la temperatura.....	35
Tabla 9	Comparación del coeficiente de variación para colores primarios a diferentes tiempos y temperaturas.	37
Tabla 10	Valor promedio del CV% calculado, de acuerdo a la evaluación de la solidez a la luz.	38
Tabla 11	Resultados de la solidez en función del color	39
Tabla 12	Comparación del tiempo, temperatura y color, mediante el coeficiente de variación ..	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del laboratorio de la carrera de Textiles.....	4
Figura 2	Trufade, equipo para medir la solidez del color a la luz.....	14
Figura 3	Flujograma General.....	16
Figura 4	Flujograma muestral.....	17
Figura 5	Máquina Trufade para medir la solidez del color a la luz	21
Figura 6	Equipo de Laboratorio para medir la variación del color (espectrofotómetro)	23
Figura 7	Preparación de las probetas	25
Figura 8	Carga de muestras en el Trufade.....	26
Figura 9	Condiciones del Trufade.....	27
Figura 10	Exposición completa de las muestras a la luz durante 40 horas	27
Figura 11	Evaluación de tonalidad en el espectrofotómetro	28
Figura 12	Análisis de confiabilidad de solidez del color	32
Figura 13	Análisis del coeficiente de variación en función del tiempo y la temperatura.	37
Figura 14	Color con mayor variabilidad en el sublimado.....	38
Figura 15	Influencia del color en la solidez, mediante el coeficiente de variación.	40
Figura 16	Influencia del tiempo, temperatura y el color, en la resistencia del color a la luz en el sublimado.....	41

ÍNDICE E ANEXOS

Anexo 1 Caracterización del tejido de poliéster	48
Anexo 2 Preparación de probetas	49
Anexo 3 Ingreso de muestras en el Trufade.....	49
Anexo 4 Medición de la solidez del color a la luz en el espectrofotómetro.	49

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

El tejido 100% poliéster es ampliamente utilizado en el proceso de sublimación, debido a la fácil transferencia del diseño sobre la tela, pero existen factores que determinan la calidad de la imagen transportada al sustrato textil. Los factores que mayormente influyen en este proceso corresponden al tiempo, temperatura y presión.

La mayoría de los fabricantes no tienen definidos los parámetros óptimos de tiempos y temperaturas por falta de información. Siendo estos factores importantes en el proceso de revelado, en donde la calidad que se obtiene es por medio de las fichas técnicas, pigmentos y capacitaciones proporcionados por los fabricantes, y su realidad es que no se tiene una referencia de cómo influye la temperatura con el tiempo en la resistencia del color a la luz del sublimado obtenido.

La sublimación permite una adhesión fuerte de los tintes al poliéster, el nivel de resistencia a la luz de las impresiones finales puede no ser óptimo para aplicaciones en las que el material está en contacto directo con la luz solar o luz artificial intensa. Determinar la combinación ideal de las variables a controlar podrían ser clave para mejorar la resistencia del color, optimizando así la durabilidad del producto.

Por lo tanto, se requiere conocer la influencia de la resistencia del color a la luz de un tejido sublimado 100% poliéster, en los procesos de transferencia del diseño sobre un sustrato textil, empleando diferentes tiempos y temperaturas, manteniendo la presión constante, permitiendo determinar hasta qué punto pueden afectar la estabilidad de los colores, proporcionando información crucial para la Industria Textil.

Justificación

La transferencia de una imagen sobre el tejido de poliéster es muy usado y preferido por los fabricantes, por la calidad de revelado que este presenta, debido a los grandes avances tecnológicos que estos proporcionan, hoy en día se contribuyen a mejorar la transferencia, sin embargo, la resistencia del color a la luz es un aspecto que puede afectar la calidad y durabilidad de los productos textiles (Acar et al. 2022). Sus múltiples ventajas y la diversificación de productos hacen que la sublimación se convierta en una de las técnicas de impresión demandada en el mercado.

Entender los factores que afectan la resistencia del color a la luz es importante para garantizar la calidad de los productos textiles. Por lo tanto, este estudio pretende evaluar las condiciones de tiempo y temperatura durante el proceso de sublimación, para determinar si la variación de estos parámetros influye en la estabilidad del color frente a la exposición a la luz, verificando si el cambio de color puede darse por la diferencia de tiempo y temperatura o es ocasionado por uno de los parámetros en específico, estableciendo el grado en el que afectan dichos parámetros en la degradación del color. Los resultados de este estudio proporcionarán información valiosa para los fabricantes con la finalidad de optimizar los parámetros de revelado, que garantice un producto de calidad a los consumidores con colores más duraderos y resistentes a la luz.

Para determinar la solidez del color a la luz se hará uso de la máquina de laboratorio conocido como Trufade aplicando la norma ISO 105-B02, y se evaluará la resistencia del color a la luz, que es un factor determinante para la determinar la calidad de los textiles. El estudio permitirá determinar la capacidad del tejido para mantener su coloración original frente a la exposición prolongada a la luz u otras fuentes de iluminación que ayude a verificar si el cambio de temperatura y tiempo que influyen en la degradación del color.

Esta información no solo beneficiará a los fabricantes, también contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la sublimación textil, por lo tanto Winni, (2022), en relación con la elaboración de prendas de vestir, resalta que deben presentar una buena solidez del color. El conocimiento profundo de los diferentes factores que influyen en la resistencia del color a la luz mejorará el proceso de revelado, a la vez sentarán las bases para investigaciones futuras y el desarrollo de nuevas metodologías de investigación para aumentar la calidad del producto.

Objetivo general

Analizar la resistencia del color a la luz de un tejido 100% poliéster sublimado a diferentes tiempos y temperaturas.

Objetivos específicos

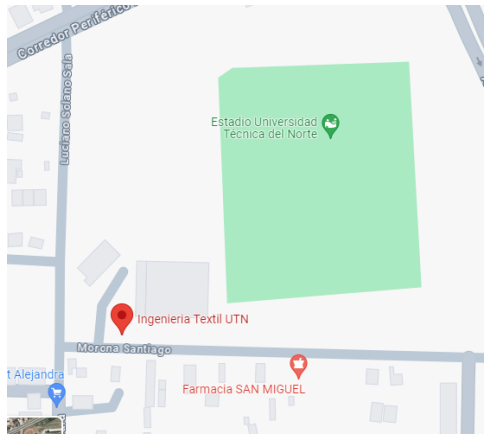
- Conseguir información mediante artículos científicos, revistas, proveedores de pigmentos y máquinas, relacionada con el proceso de estampado y su técnica de sublimación en géneros de poliéster.
- Testear las muestras obtenidas en el Trufade bajo la norma ISO 105-B02 para obtener la solidez del color a la luz.
- Evaluar los datos de resistencia a la luz para establecer el grado en el cual influyen los tiempos y temperaturas en la resistencia del color a la luz, en el proceso de sublimado.

Características del sitio del proyecto

En la Figura 1 se puede observar el lugar donde se realizó el proyecto de investigación, que corresponde al laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, con coordenadas (0°22'43.9"N 78°07'20.2"W).

Figura 1

Ubicación geográfica del laboratorio de la carrera de Textiles



Obtenido de (Anón 2024a)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Estudios previos

Los estudios previos ayudan a tener un respaldo sobre el tema a realizar, en donde se incorporan informaciones relevantes de artículos científicos que contribuirán a definir el enfoque del tema a desarrollar, enriqueciendo la base teórica con conceptos y métodos a aplicar, a la vez permite fortalecer el conocimiento, en lugar de redundar en estudios similares, construyendo una investigación sólida, original y relevante.

1.1.1. Sublimación en tejidos de poliéster

La sublimación en tejidos de poliéster permite obtener una transferencia de imagen aceptable para los consumidores, proporcionando artículos sintéticos llamativos a la vista de las personas (Ramugade y Nagaiyan, 2023). Su aplicación se debe a su costo moderado que hace una opción accesible para los productores en la elaboración de productos textiles.

La resistencia a altas temperaturas lo hace ideal para el proceso de revelado, parámetro considerado como base para la fijación de la tinta de sublimación sobre el sustrato textil, permitiendo tener una transferencia eficiente de los tintes a las fibras (Sanzheeva et al., 2022). Esto permite tener una mayor durabilidad del diseño impregnado sobre la tela.

1.1.2. Avances de tecnología de sublimación

Los avances de impresión mediante la tecnología digital y transferencia por calor han facilitado el revelado Winni, (2022) señala que las innovaciones vienen siendo una forma de mejorar la calidad del sublimado, debido a la facilidad de reproducción de varios colores, lo que ha hecho posible transferir y fijar sobre los tejidos de forma más eficaz. Estos adelantos ayudan a

mejorar el relieve de la imagen, debido a que se crean tintas que ayuden a dar claridad en el diseño de forma eficiente.

La creación e implementación de nuevas tintas de alta temperatura han optimizado el proceso, mejorando la claridad y precisión en el diseño, así como también se garantiza una mayor durabilidad del color (Jiang et al. 2024). Las investigaciones permiten realizar mejoras, con el objetivo de garantizar un producto acorde a las exigencias del mercado.

1.1.3. Solides del color a la luz

La resistencia del color a la luz, especialmente a la luz solar, es un aspecto importante para obtener un revelado óptimo, debido a que la radiación influye directamente en la durabilidad de los tejidos, ya que existen cambios en las propiedades físicas, que dan lugar al cambio de tonalidad en las prendas (Rubeziene et al. 2012). Existen métodos de prueba para evaluar el cambio de tonalidad de los textiles a la exposición a la luz, y se torna importante al fabricar productos duraderos, en donde las variables deben ser debidamente controladas para evitar la degradación del color.

Quispe y Garnica, (2020) declara que la solidez del color a la luz se ve afectados por dos parámetros: el tiempo con un $p\text{-valor} = 0.048 < 0.05$ y la temperatura con un $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$, proporcionando un 95% de variabilidad total que modificaría la resistencia del color a la luz en las prendas. Esto resalta la importancia de considerar las diferentes condiciones al determinar el cambio de tono de los textiles expuestos a la intemperie.

En investigaciones relacionadas que detallan la forma de medición del cambio de color que se obtiene en las muestras que han pasado por el espectrofotómetro, indicando la calidad en cuanto al color del material textil (Díaz, 2024).

1.1.4. Influencias de tiempos y temperaturas en la sublimación

La calidad del sublimado óptimos depende de las variables: tiempo y temperatura. Disershop, (2022) sugiere que estos parámetros deben ajustarse según el material a revelar, a la vez se debe tener en consideración factores como la presión, el estado de la prensa térmica, las tintas y papeles a utilizar, así como la humedad la temperatura ambiente. Por este motivo cada fabricante debe llevar un registro de cada proceso, con el fin de optimizar tiempos, adaptando cada uno de los valores de prueba a sus propios insumos.

Existen estudios en donde se mencionan que la intervención del tiempo y temperatura son esenciales para una transferencia térmica óptima, que ayude a prevenir la degradación del color, dando como resultado una buena solidez del color a la luz (Özomay, 2021). Las diferentes variaciones que puedan presentarse en estos factores pueden afectar significativamente en el cambio de tono.

Según Cromos (2018), destaca que, para una buena transferencia de imagen sobre una prenda, normalmente se utilice como punto de partida la temperatura de 204°C, pero los productores sugieren que en algunos productos finos y suaves se baje la temperatura hasta 175°C, por el punto de fusión menor que estos presentan. El tipo de recubrimiento a utilizar al momento de revelar un diseño afecta en la duración de sublimación, una camiseta puede demorarse entre 45 y 60 segundos, pero también en un tejido de poliéster se puede obtener resultados en 35 segundos a 204°C. Estas variables son proporcionadas por los propios fabricantes para iniciar el proceso, y esto dependerá mucho de la calidad final del producto.

1.2.Marco legal

El marco legal es fundamental en esta investigación, ya que proporciona las normativas y estándares de calidad que deben cumplir los productos textiles en cuanto a la solidez del color, estos lineamientos ayudan a asegurar que los productos cumplan con los requisitos de durabilidad y seguridad en el mercado. Además, orienta sobre las metodologías de prueba y los valores aceptables para la resistencia del color, permitiendo que el estudio se realice de acuerdo con el procedimiento de la norma, lo cual respalda la validez de los resultados finales.

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

Los artículos relacionados con la calidad de un producto son de apoyo para el desarrollo del proyecto, en este sentido la Constitución de la República del Ecuador, (2008), se menciona que:

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características. La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

Art. 54.- Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore. Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 385.- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Art. 395.- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (pp. 23,185-188)

1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte

La Universidad Técnica del Norte, (2022) presenta diferentes líneas de investigación, basado en los proyectos a realizarse, destacándose la octava línea, por su aporte en la innovación y el desarrollo en el campo de la sublimación textil. De esta manera se contribuye a fortalecer el conocimiento técnico en esta área, lo que permitirá a los productores ofrecer un producto con especificaciones técnicas de respaldo. Cada investigación a realizarse se donde se indica los siguientes tipos:

- Desarrollo agropecuario y forestal sostenible
- Biotecnología, energía y recursos naturales renovables
- Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable
- Salud y bienestar integral
- Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas.
- Desarrollo artístico, diseño y publicidad
- Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.
- Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética). Y las que se crearen por necesidad institucional. (p.8)

1.2.3. Normas de calidad

De acuerdo con el ensayo técnico ecuatoriano se menciona la norma para medir la resistencia del color a la luz, empleando la lámpara de arco de xenón, que corresponde al uso de una luz artificial para evaluar la degradación del color que pueden presentar los prendas al estar expuestos a la luz solar (Ministerio de Industrias y Productividad 2014). De esta forma se tiene la

norma regulatoria para la evaluación de la solidez del color a la luz en los textiles, para la veracidad y respaldo del procedimiento a realizar y cumplir con los requerimientos que se establecen y lograr obtener resultados óptimos para posteriores investigaciones.

1.3.Marco Conceptual

El marco conceptual proporciona una estructura con los conceptos clave, ofreciendo un respaldo sobre el tema a desarrollarse, además ayuda a evitar ambigüedades en la interpretación de la diferentes variables y términos utilizados.

1.3.1. Proceso de sublimación

El proceso de sublimación tiene diferentes actividades a realizar, al respecto Medina (2023) indica que en el revelado interviene una serie de fases que corresponden al diseño, impresión y prensado, con el objetivo de añadirle un valor a la tela, en donde se requiere de una impresora de inyección para transferir la imagen previamente realizada sobre una hoja de papel especial, debido a que será expuesto a una plancha térmica que ayudará a decorar el material textil.

Por otra parte, Castillo (2022) describe los pasos a emplearse en la transferencia térmica, dando lugar a las siguientes etapas:

Creación

Corresponde a la creación de un patrón o imagen con colores vibrantes, y es crucial disponer de una alta resolución en el diseño, ya que esto garantiza la calidad del resultado final en la tela.

Impresión

Consiste en transferir el diseño digital en un papel especial, el cual actúa como medio para llevar la imagen al sustrato. La calidad de la tinta y el transfer es fundamental, ya que de esto depende la intensidad y durabilidad del color en el producto final.

Prensado

El papel de calco impreso se adjunta al producto y luego se coloca en la prensa de calor con ajustes precisos de tiempo, temperatura y presión. Después de que haya transcurrido el tiempo especificado, retire el producto de la prensa de transferencia de calor, retire el papel térmico y deje que el producto se enfríe.

1.3.2. Propiedades del poliéster

El tejido de poliéster es utilizado en el proceso de revelado por las diferentes propiedades que esta presenta, proporcionando imágenes brillantes y definidas, que es el resultado de las reacciones químicas ocasionadas por el cambio de estado de sólido a gaseoso, sin llegar a la etapa líquida, y esto se da porque la se calienta mediante el prensado de la plancha térmica, que hace que se den este tipo de propiedades (Vinasco y García, 2015). El calor y la presión permiten difundir el colorante en las fibras que componen la prenda, y es por este efecto que no es posible realizar transferencias en sustratos que no contengan una mínima cantidad de poliéster.

Las altas temperaturas de fijación de tinte dan como resultado una homogeneidad de en la transferencia, proporcionando una mayor duración del sublimado. Adel et al., (2023) explica que la aplicación térmica hace que las moléculas de la tela se expandan, permitiendo de esta manera la absorción del tinte, y al enfriarse estas moléculas se asientan, fijando el tinte en el interior de las fibras en lugar de quedarse en la superficie, garantizando un revelado óptimo. De esta forma se

obtiene una mayor calidad de imagen por las propiedades de absorción que presentan las fibras de poliéster, ya que el tinte a emplear se fija en la parte interna de la fibra, brindando mayor durabilidad.

1.3.3. Solidez del color a la luz

Exponer un material textil a una luz intensa permite evaluar es desvanecimiento del color. Atalie y Bahir, (2017) en sus estudios detallan que es un parámetro de calidad a controlar, y consiste en someter un tejido a una luz artificial, en donde se determina el cambio de tonalidad, a la vez ayuda a evaluar el impacto en el material, con el fin de verificar si el color se deteriora al someterse a algún tipo de radiación. Este tipo de pruebas es demandado porque influye directamente en la durabilidad que pueden tener las prendas al estar expuestas al aire libre.

Para determinar el cambio de color que pueden mostrar las fibras, se da una valoración por el cambio de tonalidad que presentan las prendas, resultado de la exposición a una luz artificial, y para esto se recurre al uso de la escala CIElab, porque permite medir la variación de tono en los textiles, con esto se puede verificar si está dentro del rango aceptable, y si no es el caso, la diferencia del color se define en base a coordenadas espectrofotométricas que puedan tener las muestras a evaluar (González et al., 2015). Al tener un dato cuantificable con la ayuda del colorímetro permite comparar los resultados y determinar el efecto que tienen los artículos al ser expuestos a la luz solar.

Arroyo et al., (2021) en su investigación manifiesta que la disposición de un medidor del cambio de color bajo el efecto del desgaste por la luz del día permite observar la desviación en la resistencia del color a la luz. Esto facilita la interpretación de los resultados, ayudando a evaluar tanto la calidad como la tonalidad.

1.3.4. Factores que influyen en el color a la luz

Un textil puede degradarse al ser sometido a una luz natural, y esto dependerá del tiempo de exposición que tenga la prenda a la intemperie, conocido también como solidez del color a la luz, y una forma de evaluar es exponer la muestra a una luz artificial, en donde se puede determinar el efecto de decoloración que puede tener el textil al ser expuesto a la luz (Mejía, 2018). Este proceso muestra cómo la exposición prolongada puede alterar los matices y modificar el tono.

Uno de los factores que también afectan el color, es la luz, porque influye en la percepción visual del color por parte de las personas, teniendo efectos variados y complejos en los seres humanos. Además, sus implicaciones en la visión influyen por otro lado en los aspectos psicológicos (Martínez, 2019).

A la vez Chulde, (2023) en su estudio determina que el color tiende a cambiar su tonalidad al estar bajo diferentes factores con referencia a la luz, como: la intensidad, reflectancia, tipo de observación dependiendo de otros factores y tipo de origen (luz natural o artificial). De esta manera se puede evaluar el tono bajo el efecto de la radiación y el desgaste que puede sufrir el color al estar expuesto en un determinado lapso.

Como señala Castillo et al., (2019) se investigaron el impacto de los diferentes tipos de luz en de las muestras evaluadas, y se ha encontrado que el tipo de iluminación es un factor clave en el cambio de color al ser expuesto a la luz, en donde esto dependerá del tipo de radiación al cual serán expuestas las muestras textiles, la luz blanca no presenta gran diferencia de tonalidad en relación con la luz cálida. Sin lugar a duda la exposición a la intemperie puede influir en la degradación del tono, y esto en términos de calidad es considerado un parámetro de control, que ayuda a cumplir con las especificaciones técnicas requeridas por los clientes.

1.3.5. Trufade

James Heal (2024) detalla que la máquina Trufade se emplea para elaborar pruebas de resistencia del color en los textiles, que son expuestos a la luz o lámpara de xenón, que corresponde a la exposición a una luz artificial, en donde se replica la radiación solar en un periodo de tiempo de prueba, el cual permitirá determinar la decoloración de las muestras bajo las condiciones específicas de iluminación proporcionados por el equipo.

En la Figura 2, se muestra la máquina en donde se colocarán las diferentes muestras, para determinar la solidez del color en los textiles.

Figura 2

Trufade, equipo para medir la solidez del color a la luz



Fuente: (James Heal, 2024).

CAPÍTULO II

MÉTODOS Y MATERIALES

2.1. Tipos de investigación a aplicar

La investigación que se realiza sobre la solidez del color a la luz en tejidos 100% poliéster sublimado a diferentes tiempos y temperaturas requieren de estos enfoques de investigación analítica y experimental, porque contribuye a determinar si los diferentes parámetros a evaluar durante el revelado influyen en el cambio de tonalidad.

2.1.1. Investigación analítica

La investigación hace uso de este tipo de método analítico, porque la búsqueda y análisis de información obtenida sobre la resistencia del color a la luz, permite evaluar la solidez en los sublimados, a través del análisis de las variables tiempo y temperatura, que influyen directamente en la calidad del revelado. Este método permite la implementación de técnicas de espectrofotometría, que ayuda a caracterizar la variación del color ante diferentes condiciones de transferencia (Bobell 2024). Este procedimiento permite identificar los factores críticos como el tiempo y la temperatura óptimos ayudan a garantizar la estabilidad del color, contribuyendo a la elaboración de productos con una resistencia a la luz aceptable.

2.1.2. Investigación experimental

La implementación de esta investigación experimental permite la exploración de las variables que afectan directamente el sublimado, como es el tiempo y la temperatura, porque son factores que influyen en la degradación del color a la luz, y la manipulación controlada de estas variables permite determinar las condiciones óptimas que garantizan la resistencia del color a luz

(Haro et al., 2024). La investigación experimental en el presente trabajo pretende establecer una relación entre los parámetros que afectan el cambio de tono.

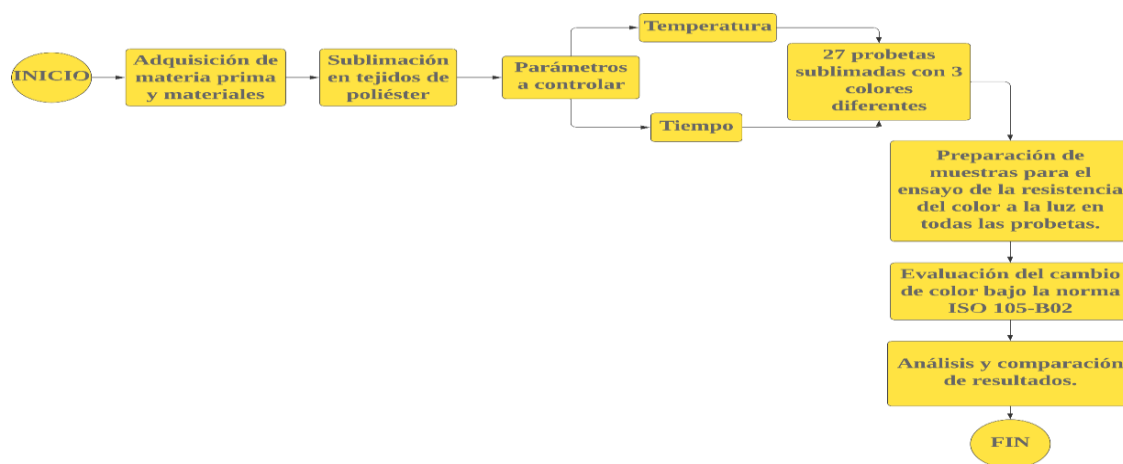
2.2. Flujogramas

En el flujograma general y muestral, se detallan las diferentes variables a aplicar, así como el número de muestras y la máquina a utilizar bajo la norma técnica requerida para la investigación, a la vez contribuye a tener detallado en orden el proceso que se pretende realizar, así como las diferentes codificaciones de las diferentes probetas a evaluar.

2.2.1. Flujograma general

El flujograma general detalla el procedimiento que se realiza para determinar la resistencia del color a la luz, como se observa en la Figura 3, en donde se da inicio con la obtención de las muestras, bajo la norma ISO 105-B02, posteriormente procede a sublimar las muestras con la aplicación de tiempos y temperaturas establecidos, finalmente se evalúa la solidez del sublimado en la máquina Trufade y se evalúan los resultados finales al estar expuesto las muestras a una luz artificial.

Figura 3
Flujograma General



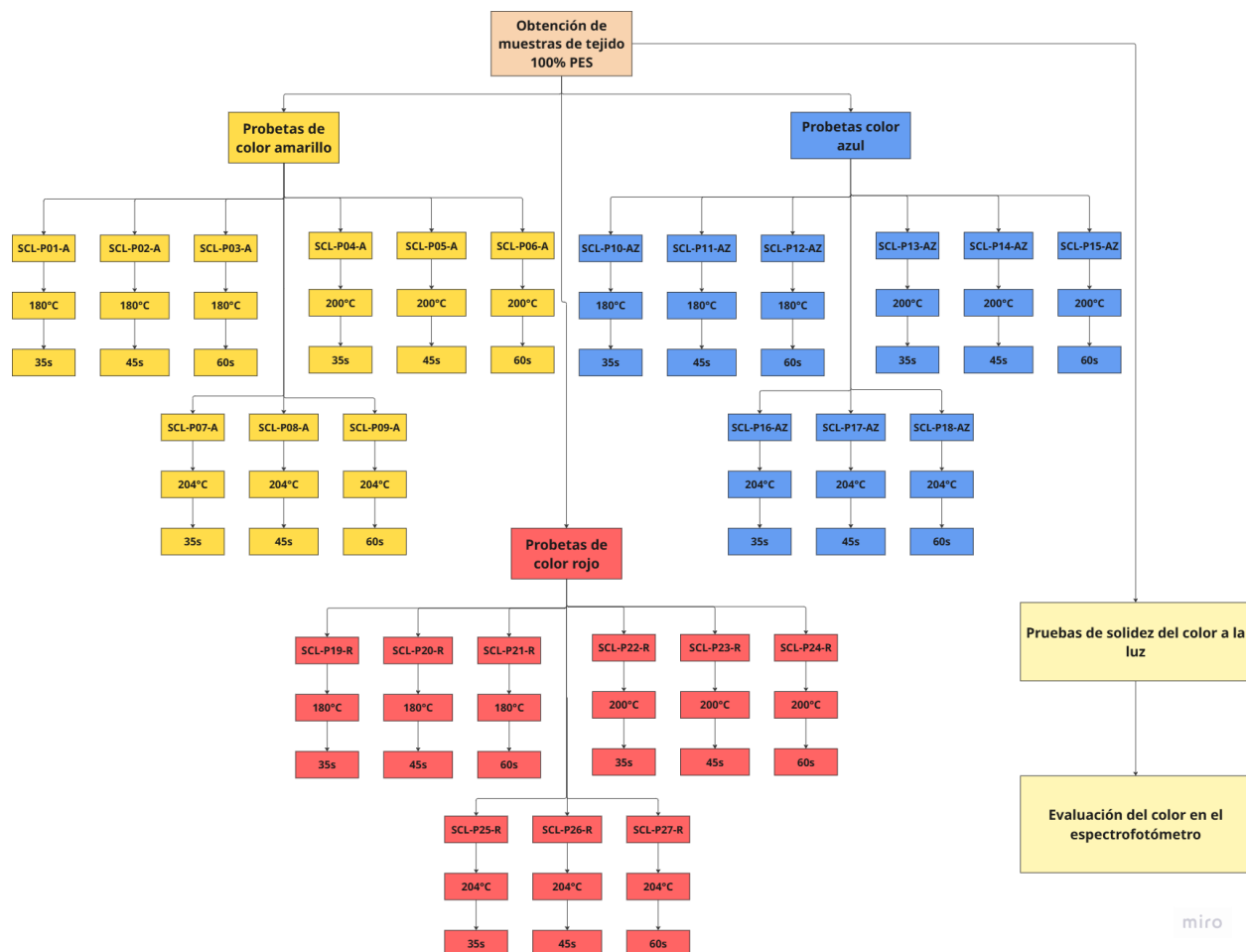
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Flujograma muestral

En la Figura 4, se indica el flujograma muestral, en donde se detalla cada una de las muestras que serán sometidas a diferentes tiempos y temperaturas con los diferentes códigos de muestras y las variables de tiempos y temperaturas para la evaluación de la solidez del color a la luz.

Figura 4

Flujograma muestral



Fuente: Elaboración propia

2.3. Equipos y materiales

Los equipos y materiales son fundamentales para el desarrollo de la investigación, ya que permiten obtener datos precisos y resultados confiables. Al emplear equipos especializados facilitan la realización de análisis técnicos, mediciones y pruebas necesarias para validar los resultados a obtener en el proceso a realizar. En definitiva, los materiales adecuados garantizan la calidad y reproducibilidad de los experimentos, además de ser esenciales para simular condiciones reales o específicas en el desarrollo de la práctica, además su correcta selección y uso aseguran que los objetivos planteados se cumplan.

2.3.1. Muestra de tejido de punto de poliéster

El poliéster, como se muestra en la Tabla 1 es un tejido sintético ampliamente utilizado en el proceso de sublimación debido a que facilita la transferencia eficiente de tintas, ideal para la creación de productos personalizados como camisetas, uniformes, banderas y artículos promocionales, ofreciendo colores vibrantes (Speedway 2022).

Tabla 1

Caracterización del tejido de punto jersey

Muestra del tejido	Características	Descripción
	Tipo de tejido	Tejido de punto tubular
	Nombre del tejido	Jersey
	Composición	100% PES
	Ancho	0,86m
	Rendimiento	3,0m/kg
	Color	Blanco

2.3.2. Plotter e sublimación

La máquina EPSON F6370, como se indica en la Tabla 2, permite la impresión de acuerdo al diseño previamente elaborado en Illustrator o Photoshop, de acuerdo al tipo de sublimado, permitiendo una nitidez en el revelado de la imagen, su capacidad de trabajar con papeles especializados y tintas, garantizan resultados duraderos y precisos, lo que respalda la validación de técnicas de impresión y diseño (Epson, 2024).

Tabla 2
Características de la máquina de plotter

Cracterísticas técnicas de la impresora		
	Resolución	720x1440 ppp(máximo)
	Voltaje nominal	100 a240V
	Frecuencia nominal	50/60 Hz
	Corriente nominal	0.5 a 1.0 A
	Consumo de energía	65W
	Altura	44.4pulg (1128mm)
	Anchura	63.3pulg (1608mm)
	Profundidad	36.0pulg (914mm)
	Ancho de papel	10 a 44pulg (254 a 1118mm)
	Tamaño del eje del rollo	2 o 3 pulg
	Grosor de papel	Hasta de 0.04pulg (1mm)
	Memoria integrada	512MB

2.3.3. Plancha de sublimado

La plancha transfer BT-A2 presentado en la Tabla 3, ayuda a la creación de diseños mediante transferencia térmica, utilizando tintas de sublimación, sobre una amplia variedad de tejidos, ya sean naturales o sintéticos. Además, es compatible con la impresión en vinilos de diferentes tipos, como de color, impresos, así como con otros métodos de transferencia. También es ideal para fijar o curar tintas empleadas en sistemas de impresión digital (Brildor 2022).

Tabla 3
Descripción de plancha térmica

Plancha de sublimación	Características	Descripción
	Voltaje	110V
	Unidad de medición	Grados Celsius o fahrenheit
	Rango de temperatura	0 a 250 grados Celsius y de 0 400 grados Fahrenheit
	Rango de tiempo	0 a 400 segundos
	Plancha	40x50
	Potencia	1200W

2.3.4. Trufade

En la Figura 5 se muestra la máquina para determinar la solidez del color a la luz se emplea el equipo de laboratorio de nombre Trufade, en cuanto a James Heal, (2024) se detalla que ayuda a determinar la variación que pueden presentar en la resistencia del color en los sublimados al ser expuestos a diferentes variables de tiempos y temperaturas diferentes, y presentan las diferentes características:

- Marca: James Heal
- Tipo de luz: Lámpara de xenón de larga duración de 2200w
- Tiene nueve porta muestras, cada una con tres caras para una carga de 27 probetas, con un área de exposición de 1640 cm².
- Panel de control de pantalla táctil.
- Control estricto de la temperatura y humedad de la cámara.
- Tecnología de lámpara de xenón enfriada por aire de alto rendimiento.

Figura 5

Máquina Trufade para medir la solidez del color a la luz



Fuente: Propia

2.3.5. Espectrofotómetro

El espectrofotómetro está diseñado para medir el espectro de transmitancia o reflectancia de un objeto teniendo como objetivo comparar la radiación para cada longitud de onda a la salida del objeto, Además, los datos obtenidos del sustrato textil, se los guarda en un formato de Excel para que, de esta manera sean analizados en el software estadístico de cambio de color entre la muestra inicial y la muestra final (Díaz, 2024). De esta forma se pretende tener un análisis detallado y cuantitativo de los cambios de color entre muestras, con un enfoque sistemático que no solo

garantice la precisión en la evaluación, sino que también facilite la comparación de resultados, lo que es fundamental en investigaciones relacionadas con la estabilidad y solidez del color.

En la Tabla 4 se muestra el equipo que permite evaluar el cambio de tonalidad que presentan las muestras evaluadas en el Trufade, para determinar la variación del color en los sublimados al ser expuestos a una luz artificial.

Tabla 4

Especificaciones técnicas de i5 X-RITE

Características técnicas i5 X-RITE	
Geometría óptica	d/8°
Repetibilidad	0.03 RMS Delta E Cielab
Acuerdo inter – instrumental	0.15 Avg. Delta E Cielab
Iluminación	Xenón Pulsado
Rango espectral	360nm a750nm
Intervalo de longitud de onda	10nm
Rango fotométrico	0.0% a 200% de reflectancia
Resolución fotométrica	0.01%
Tiempo de medición	2.5 segundos

Fuente: (Vega, 2018).

El espectrofotómetro es una herramienta esencial para evaluar la solidez del color a la luz en tejidos 100% poliésteres sublimados bajo diferentes condiciones de tiempo y temperatura. Este instrumento permite medir con precisión las variaciones en la intensidad y tonalidad del color antes y después de la exposición a la luz, proporcionando datos objetivos y cuantificables. A través de estas mediciones, es posible analizar cómo los parámetros de sublimación influyen en la

estabilidad y resistencia del color frente a la degradación luminosa, lo cual es crucial para garantizar la calidad y durabilidad de los productos textiles.

Figura 6

Equipo de Laboratorio para medir la variación del color (espectrofotómetro)



Fuente: Propia

2.4. Procedimiento

En esta etapa se describe de forma detallada el proceso de obtención de las muestras, las variables que intervienen en la sublimación de las diferentes probetas y el análisis posterior de las mismas en el espectrofotómetro.

2.4.1. Sublimación a diferentes tiempos y temperaturas en tejido poliéster

Para realizar el proceso de sublimación, es necesario realizar pruebas piloto que ayuden a determinar los tiempos, temperaturas y presiones óptimos a emplear. Una vez definidos estos parámetros, se colocan los testigos de las muestras en la plancha térmica junto con el papel de sublimación que contiene los diferentes colores seleccionados. Posteriormente, se activa la plancha para transferir el diseño, comprobando así que las condiciones establecidas se aplican correctamente y garantizando que cada muestra se sublime de acuerdo con las variables definidas.

Para llevar a cabo este proceso, se requiere tomar en consideración las siguientes indicaciones:

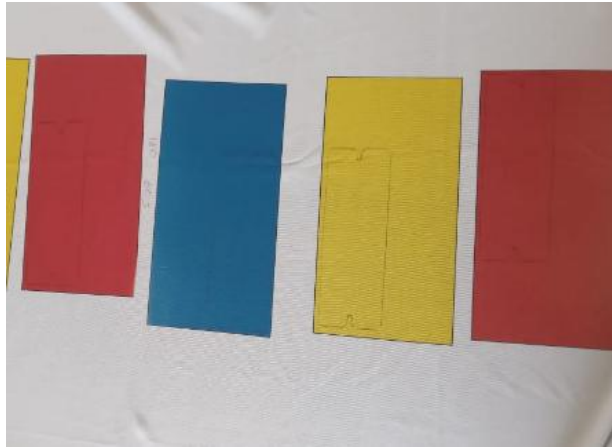
- Como un primer paso a realizar en la sublimación se debe primeramente calentar la plancha para que se transfiera el diseño sobre el tejido de poliéster de forma óptima.
- Calibrar la plancha de calor de acuerdo al tipo de temperatura a emplear en el proceso de sublimación (180°C, 200°C y 204°C).
- Colocar el papel de sublimación impreso sobre el tejido de poliéster, verificado que esté bien alineado.
- De acuerdo a la temperatura utilizada, mantener la muestra bajo presión constante durante los diferentes tiempos 35s, 45s y 60s.
- Aplicar calor y presión con ayuda de la plancha de calor, de acuerdo a las variables de tiempo y la temperatura de sublimación a emplear.
- Una vez que las muestras sublimadas cumplan con cada uno de los diferentes tiempos se alza la plancha térmica y se espera a que se disipe el calor y se enfríen las muestras.

2.4.2. Obtención de muestras de tejido de poliéster

En cuanto a la Figura 7, se puede observar la obtención de las muestras de tejido poliéster sublimado, en donde, primeramente, se debe realizar un trazado de 5x15cm, conforme a lo establecido en la norma ISO 105-B02, obteniéndose un total de 27 muestras. Posteriormente estas deben ser etiquetadas y organizadas para su correcta identificación, considerando criterios como color, temperatura y tiempo de exposición. Esta organización permite minimizar el riesgo de pérdida o confusión de las probetas y asegura que cada una cumpla con las variables definidas para su evaluación.

Figura 7

Preparación de las probetas



Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Pruebas de solidez del color a la luz en la máquina Trufade

Cada una de las probetas dispone de un cartón, que sirve de soporte, y es en donde se adhiere las diferentes muestras cortadas previamente acorde a las dimensiones, este material no tiene ningún tipo de brillo, lo que evita la alteración de resistencia de color a la luz, a la vez impide la formación de arrugas, reduciendo los errores en el resultado final.

Las muestras de tejido de poliéster con las dimensiones acorde a la norma ISO 105-B02, y sublimadas a diferentes tiempos y temperaturas con los diferentes colores, se trasladan y colocan en el equipo Trufade, en donde los especímenes son expuestos a una luz artificial. De acuerdo a la Figura 8, se puede indicar la disposición de los especímenes dentro de la máquina, listos para la prueba de solidez del color a la luz.

Figura 8

Carga de muestras en el Trufade



Fuente: Propia

Nota. La máquina dispone de 9 porta muestras colocados en el trufade, estas tienen tres caras, en donde se pueden colocar 3 muestras, dando lugar a una capacidad de 27 muestras para una carga completa.

Las probetas permanecen durante 40 horas, las cuales estarán expuestas a la luz de arco de xenón, permitiendo determinar si durante este tiempo de exposición a la radiación existe un cambio en la tonalidad. En la Figura 9 se muestra cada uno de los parámetros que se deben colocar para la evaluación de solidez del color a la luz, en donde se resalta el tiempo de exposición, así como la norma a emplear en la evaluación.

Figura 9

Condiciones del Trufade



TEST INFORMATION	
Standard	ISO 105 B02
Irradiance	Blue Wool
CH Temperature	35 °C
Humidity	45 %RH
Turntable Speed	5 rpm
Turning Mode	On
Xenon Lamp	1008 h 27 min
Optical Filters	KG1
Countdown Timer	27 h 59 min

The test was stopped by the user

Fuente: Propia

El resultado final de los especímenes colocados en el TruFade será sometido a medición en el espectrofotómetro para determinar el cambio de color que puedan presentar tras la exposición a la radiación. De esta forma, se obtienen valores que permiten analizar y tabular los datos, con el fin de establecer si las variables empleadas influyen en la solidez del color de los tejidos sublimados, tal como se puede apreciar en la Figura 10.

Figura 10

Exposición completa de las muestras a la luz durante 40 horas



2.4.4. Análisis de muestras en el espectrofotómetro

El análisis de los resultados obtenidos de las 27 muestras colocadas en la máquina Trufade, son medidas en el espectrofotómetro (ver Figura 11). Esta medición permite evaluar si las combinaciones de tiempo y temperatura, aplicadas bajo las mismas condiciones de presión, afectan la resistencia del color a la luz, verificando si un aumento de estos parámetros mejora o disminuye la estabilidad tonal de los tejidos.

La evaluación permite obtener datos cuantificables que facilitan la comparación de las variables de revelado, ya que posibilita, mediante análisis estadístico, examinar las diferentes puntuaciones obtenidas por cada muestra. De este modo, se verifica la magnitud de la desviación del tono de cada probeta y se determina si presentan una solidez del color a la luz adecuada, según las distintas condiciones de exposición a las que fueron sometidas.

Figura 11

Evaluación de tonalidad en el espectrofotómetro



2.5. Norma

La aplicación la norma en el tema de investigación aseguran la calidad, precisión y confiabilidad de los resultados a obtener, a la vez se minimizan los errores, permitiendo que estos sean comparables proporcionando una referencia a los futuros investigadores con pruebas relacionados, garantiza que se sigan los estándares de procedimiento, contribuyendo a la seguridad de datos a obtener y analizar para la validación de los métodos aplicados.

2.5.1. Norma ISO 105-B02 para determinar la solidez el color a la luz

De acuerdo a la Normalización Española (2014) detalla que la Norma ISO 105-B02 menciona el tipo de ensayo a utilizar para la evaluación de resistencia del color a la luz en tejidos textiles de cualquier tipo de naturaleza, en donde se aplica una luz artificial que replica la luz del día con el fin de determinar la duración que pueden tener los artículos al estar expuestos a la radiación solar.

Según Internacional Standard, (2014) manifiesta que:

- El tamaño de la muestra de prueba dependerá del número de muestras a probar y de la forma y dimensiones de los soportes de muestra suministrados con el aparato.
- Escala de grises para evaluar el cambio de color, cumpliendo con ISO 105-A02.
- La presencia de humedad puede tener un efecto significativo en las pruebas de exposición acelerada en laboratorio. El aparato deberá tener los medios para proporcionar y controlar la humedad a las muestras mediante la humidificación del aire de la cámara. La calidad del agua utilizada para crear la humedad efectiva deberá ser un mínimo de Grado 3 de acuerdo con ISO 3696.
- El aparato deberá estar equipado con un filtro de luz colocado entre la fuente de luz y las muestras de modo que el espectro ultravioleta se reduzca constantemente (pp.8,9).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados

En este apartado, se detallan los hallazgos obtenidos de la solidez del color a la luz, sometidos al método de prueba bajo la norma ISO 105 B02 en el Trufade, así como las diferentes gráficas de cada una de las muestras, que reflejan los valores cuantitativos para el análisis del cambio de tonalidad que puede darse en las probetas con las diferentes variables de tiempo y temperatura, al ser expuesta a una luz artificial, que permitirá una comparación entre datos y tener una visión más profunda de la durabilidad que pueden tener los colores empleando variables diferentes en el sublimado.

3.1.1. Resultados de resistencia del color a la luz

En esta sección, se presentan los resultados de la solidez del color a la luz, mediante la escala de grises, aplicado a las 27 muestras, con las diferentes variables empleadas en el proceso de sublimación, en los colores amarillo, azul y rojo, resultado de la exposición al Trufade.

Tabla 5

Valoración del color a la luz a diferentes tiempos y temperaturas en tejido poliéster.

Ítem	Valoración								
T°C t (s)	180°C 35s	180°C 45s	180°C 60s	200°C 35s	200°C 45s	200°C 60s	204°C 35s	204°C 45s	204°C 60s
Amarillo	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Azul	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4
Rojo	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Fuente: Propia

3.2. Análisis de confiabilidad

La confiabilidad de los resultados de cualquier ensayo o prueba, se realiza por medio de un software, el cual permite el desarrollo automático con los datos resultantes de las pruebas determinadas del estudio, por lo tanto, los datos son tabulados en el programa estadístico PAST 4, el cual, arroja tablas con los valores de los resultados de la medición realizada en el espectrofotómetro y a su vez gráficos para un mayor entendimiento de la prueba realizada con distintas formas para ser interpretadas.

3.2.1. Normalidad de los datos

Según Hammer, (2024) indica la aceptación o rechazo de la hipótesis, en donde, si el p valor de la normal es inferior a 0.05, se puede rechazar la hipótesis. En tales casos, las pruebas de Shapiro-Wilk y Anderson Darling se consideran como las más precisas. El análisis estadístico de la normalidad de los datos se efectúa para establecer la confiabilidad de los valores obtenidos en los ensayos de solidez. A la vez se debe tomar en cuenta que si el valor de la $p(\text{normal})$ mayores a 0.05 brindan una confiabilidad del 95% de los datos obtenidos.

En la Figura 12, se exponen los resultados del test de confiabilidad de los datos de las pruebas de solidez del color a la luz, en donde se puede observar que la prueba de Shapiro-Wilk indica que las distribuciones no son normales. Sin embargo, el método de prueba de Anderson-Darling muestra una $p(\text{normal})$ mayor de 0.05, lo que determina que los datos disponen de una confiabilidad del 95%.

La evaluación elegida por el método de prueba de Anderson-Darling, considera que todos los parámetros muestran normalidad lo que permite seguir con el análisis utilizando todos los

datos, esto porque asegura que el nivel de confianza para todos datos es del 95%, lo que garantizando la utilidad de los estos para el análisis estadístico.

Figura 12

Análisis de confiabilidad de solidez del color

	180°C 35s	180°C 45s	180°C 60s	200°C 35s	200°C 45s	200°C 60s	204°C 35s	204°C 45s	204°C 60s
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9643	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
p(normal)	0,6369	0	0	0	0	0	0	0	0
Anderson-Darling A	0,2296	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878
p(normal)	0,4867	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651
p(Monte Carlo)	0,6473	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Lilliefors L	0,253	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848
p(normal)	0,652	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879
p(Monte Carlo)	0,6405	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Jarque-Bera JB	0,3541	0,5313	0,5313	0,5313	0,5313	0,5313	0,5313	0,5313	0,5312
p(normal)	0,8377	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667
p(Monte Carlo)	0,6361	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

3.2.2. Análisis de prueba no paramétrica

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre el test de normalidad presentado en la Figura 12, no cumplieron con el supuesto de normalidad de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk, ante esto se consideró más apropiado el uso de una prueba no paramétrica para el análisis comparativo entre los grupos. Se seleccionó el método de Kruskal-Wallis que se utiliza cuando no se pueden asumir distribuciones normales en las muestras.

Para determinar la p normal se emplea el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Es un programa ampliamente utilizado para el análisis estadístico en ciencias sociales y otras disciplinas, su versatilidad ayuda a obtener los resultados requeridos para la investigación, por la variedad de herramientas para el análisis de datos, a la vez disponiendo de pruebas no paramétricas.

El resultado se puede visualizar en la Tabla 6 se aplica el método estadístico de Kruskal-Wallis, el cual arroja valores de 2.889 que indica la magnitud de la diferencia entre las distribuciones de los grupos y un valor p de 0.409.

Tabla 6

Prueba de normalidad no paramétrica de solidez del color a la luz

Resumen de Kruskal Wallis	
N	27
Estadístico de prueba	2.889
Grado de libertad	3
Valor p	0.409

Fuente: Propia

3.3. Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación de la solidez del color a la luz son evaluados mediante el coeficiente de variación obtenidos a través del programa PAST 4, y a la vez son analizados mediante gráficos obtenidos en Excel, para la interpretación de la información obtenida de la valoración de la solidez adquirida a través de la medición en el espectrofotómetro. Valores que determinan la resistencia que presentan los colores amarillo, azul y rojo ante la exposición a la cámara de luces, frente a las diferentes variables de tiempo y temperaturas empleados en el proceso de sublimación.

3.3.1. Análisis de resultados

En este apartado, se muestran el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la solidez del color a la luz, a través del coeficiente de variación y gráficas de comparación de cambio de tono entre los parámetros de tiempo y temperatura empleados en el proceso de sublimación, para determinar si las variables aplicadas influyen en el cambio de la solidez.

Resultados comparativos de la solidez del color a la luz, a diferentes tiempos de exposición.

En la Tabla 7, se presenta el coeficiente de variación correspondiente a la solidez del color a la luz para los colores primarios amarillo, azul y rojo, evaluados en función del tiempo de exposición durante el proceso de sublimación.

Tabla 7

Resultados de la solidez en función del tiempo

	Amarillo 35s	Azul 35s	Rojo 35s	Amarillo 45s	Azul 45s	Rojo 45s	Amarillo 60s	Azul 60s	Rojo 60s
	4,5	3	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	4	4,5
Coeff. Var	0	7,071%	11,313%	0%	0%	0%	0%	5,814%	0%

El color amarillo mantiene una solidez constante de 4,5 en todos los tiempos de exposición (35s, 45s y 60s), con un coeficiente de variación de 0%, lo que evidencia una alta estabilidad y uniformidad en su resistencia a la luz.

El color azul muestra variaciones a los 35s, con un CV% de 7.071% y a los 60s presenta un CV% del 5,814%. A 60s, el coeficiente de variación disminuye, mejorando su valoración con respecto a tiempos de exposición prolongados.

El color rojo presenta la mayor variabilidad, especialmente a 35s, con valores entre 3.5 y 4.5, con un coeficiente de variación de 11,313%. Sin embargo, a tiempos de 45s y 60s, la solidez se estabiliza en 4.5, con un coeficiente de variación del 0%, lo que refleja que una mayor exposición contribuye a mantener una buena valoración en la solidez del color.

Resultados comparativos de la solidez del color a la luz, a diferentes temperaturas de exposición.

En la Tabla 8, se presenta el coeficiente de variación correspondiente a la solidez del color a la luz para los colores de prueba; amarillo, azul y rojo, evaluados en función de la temperatura de exposición durante el proceso de revelado.

Tabla 8

Resultados de la solidez en función de la temperatura

	Amarillo 180°C	Azul 180°C	Rojo 180°C	Amarillo 200°C	Azul 200°C	Rojo 200°C	Amarillo 204°C	Azul 204°C	Rojo 204°C
	4,5	3	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	4	4,5
Coeff. Var	0%	7,071%	11,313%	0%	0%	0%	0%	5,814%	0%

El color amarillo muestra un comportamiento completamente estable en todos los escenarios. Mantiene una calificación constante de 4,5 en las tres temperaturas (180°C, 200°C, 204°C), sin registrar cambios en la valoración de la solidez, lo que se refleja en un coeficiente de variación del 0%. Esto evidencia una buena resistencia a la radiación luminosa, independientemente de la temperatura de sublimación aplicada.

El color azul presenta el comportamiento más variable en términos de solidez, a 180°C, las mediciones de solidez varían considerablemente (3, 3.5, 4.5), presentando un coeficiente de variación del 7,071%. A 200°C, el color azul muestra una mejora significativa en su valoración, con mediciones uniformes de 3.5 y un coeficiente de variación del 0%. Aunque su valor de solidez (3.5) sigue siendo inferior al de amarillo y rojo, a esta temperatura, la consistencia es notable. A

204°C, las mediciones (3.5, 3.5, 4) resultan en un coeficiente de variación del 5.814%, indicando una cierta variabilidad, aunque menor que a 180°C.

El color rojo muestra una mejora en la resistencia a la luz, a medida que aumenta la temperatura, a 180°C, las mediciones de solidez (4.5, 3.5, 4.5) presentan una variabilidad notable, reflejada en un coeficiente de variación del 13.856%. Aunque algunas mediciones son altas, la dispersión es significativa. A 200°C, el color rojo alcanza una solidez buena, con todas las mediciones en 4.5 y un coeficiente de variación del 0%. A 204°C, la solidez se mantiene con mediciones de 4.5, y un coeficiente de variación del 0%.

La temperatura óptima del proceso se sitúa en torno a los 200°C a 204°C. Si bien el color amarillo no se ve afectado en este rango, pero a temperaturas más elevadas (200°C y 204°C) son decisivas para estabilizar la solidez del color rojo y mejorar significativamente la solidez del color azul, minimizando la variabilidad en los resultados finales.

Análisis del coeficiente de variación en la solidez del color a la luz, en función del tiempo y temperatura.

En la Tabla 9, se indica de forma unificada el coeficiente de variación que presentan cada uno de los colores en función del tiempo y temperatura, empleado en el proceso de transferencia térmica.

Tabla 9

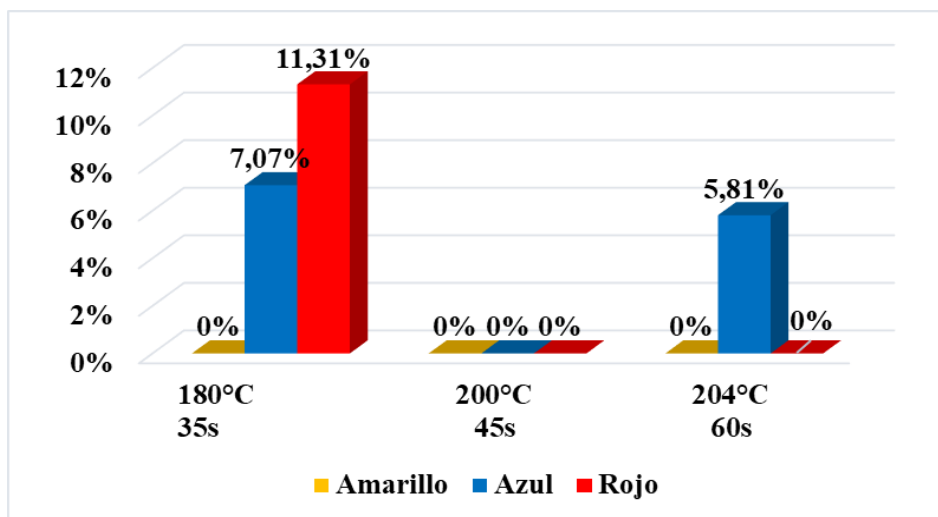
Comparación del coeficiente de variación para colores primarios a diferentes tiempos y temperaturas.

Variables	Amarillo	Azul	Rojo
35s (180°C)	0%	7,071%	11,313%
45s (200°C)	0%	0%	0%
60s (204°)	0%	5,814%	0%

Lo que se puede apreciar en la tabla, también se puede apreciar en la siguiente figura, en donde se indica la tendencia que tienen los colores, de acuerdo a la variación expresado en porcentaje, comparado con el tiempo y temperatura de aplicación térmica.

Figura 13

Análisis del coeficiente de variación en función del tiempo y la temperatura.



Aplicada todas las variables en el proceso de sublimación, en base a la Figura 13, se puede indicar que el color azul presenta mayor variabilidad en función del tiempo de aplicación, ya que presenta variaciones a 35s y 60s, haciéndolo más susceptible al cambio de tono, en comparación con el color rojo que varía un 11.31% a 35s, pero no se compara con el color amarillo, ya que es

el color que mejor resultados presenta en el revelado, dando un CV% del 0%, determinando que es un color de menor dificultad para aplicar los parámetros de sublimación propuestos en la investigación.

El color más propenso al cambio de tonalidad en el proceso de sublimación

Al aplicar las distintas combinaciones de tiempo y temperatura, se evaluó la variación tonalidad de los colores, al ser expuestos a una luz artificial. En la Tabla 10, se indica el color más susceptible a cambios en el tono, evidenciado por su coeficiente de variación, lo que permite un análisis más preciso de la estabilidad cromática.

Tabla 10

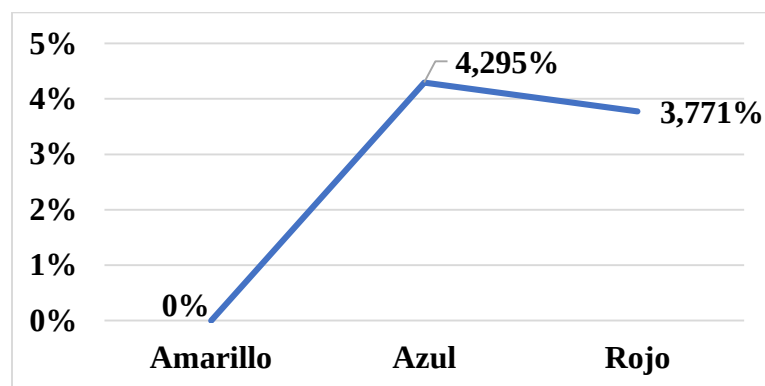
Valor promedio del CV% calculado, de acuerdo a la evaluación de la solidez a la luz.

	Amarillo	Azul	Rojo
Media del CV%	0%	4,295%	3,771%

Lo indicado en la tabla, también se puede apreciar en la siguiente figura, en donde se muestra mediante un diagrama de líneas, el color que más complicaciones se tiene al sublimar.

Figura 14

Color con mayor variabilidad en el sublimado.



El color amarillo no presenta variación (0%), mientras que el azul exhibe la mayor variabilidad (4,295%), seguido del rojo con 3,771%. Esto indica que el azul es el color más inestable frente a los parámetros evaluados y es el más propenso a presentar cambios en el tono.

Comparación de la resistencia del color a la luz, en función del tono, a través del coeficiente de variación.

En la Tabla 11, se reflejan los resultados de la solidez del color a la luz con su coeficiente de variación en función del color.

Tabla 11

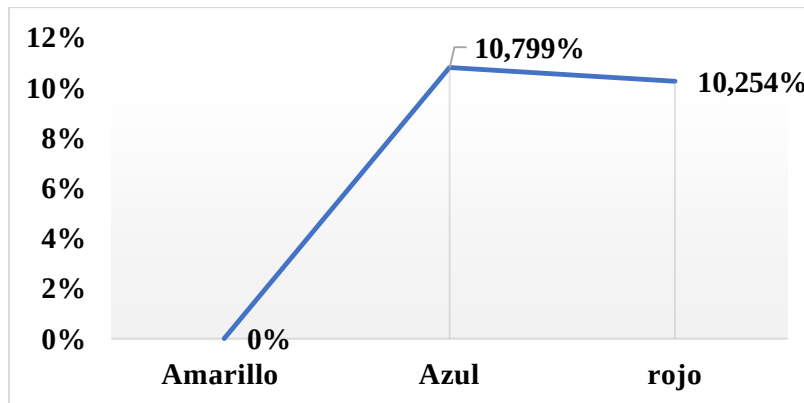
Resultados de la solidez en función del color

	Amarillo	Azul	Rojo
	4,5	3	3,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	3,5	4,5
	4,5	4	4,5
Coeff.	0%	10,799%	10,254%
Var			

Lo expresado en la tabla, se puede observar en la siguiente figura, la cual indica la variación que presenta cada color al exponerse a las diferentes variables de tiempos y temperaturas de sublimado.

Figura 15

Influencia del color en la solidez, mediante el coeficiente de variación.



Al tener un aumento del coeficiente de variación desde el amarillo hasta el rojo, se puede indicar que los colores más cálidos (azul y rojo) tienen una mayor variabilidad en su resistencia a la luz, en donde el color amarillo es el color más resistente a la luz, ya que no muestra variabilidad en sus mediciones, en cambio los colores azul y rojo tienen una resistencia menos uniforme, con coeficientes de variación de 10.799% y 10.254% respectivamente, lo que puede indicar que estos colores pueden ser susceptibles a degradarse el color.

3.3.2. Análisis general de los resultados

Influencia de las variables tiempo, temperatura y color en la resistencia del color a la luz.

En la Tabla 12, se muestra las variaciones finales que presentan las variables de tiempo y temperatura, a la vez se presenta la variación por color empleado en el proceso de sublimado, para determinar su incidencia en la resistencia del color a la luz.

Tabla 12

Comparación del tiempo, temperatura y color, mediante el coeficiente de variación

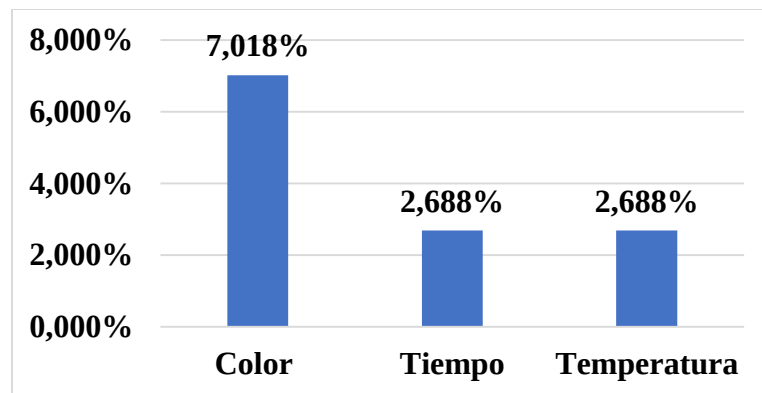
Variablen	Coeficiente de variación
Color	7.018%
Tiempo	2.688%
Temperatura	2.688%

Fuente: Propia

En la Figura 16, mediante un diagrama de barras se plasma cada uno de los coeficientes de variación que ayuda a determinar su influencia en la solidez a la luz.

Figura 16

Influencia del tiempo, temperatura y el color, en la resistencia del color a la luz en el sublimado.



El gráfico evidencia la influencia del color, el tiempo y la temperatura en la resistencia del color a la luz en el proceso de sublimación. Los resultados muestran que el color es el factor más que más influye, con un coeficiente de variación del 7,018%, seguido del tiempo de exposición y la temperatura, ambos con un 2.688%. Esto indica que, aunque el tiempo y la temperatura afectan en menor medida la estabilidad del tono, el color representa la principal fuente de variación y debe ser cuidadosamente considerado para optimizar la calidad del sublimado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La revisión bibliográfica obtenida de repositorios como: Google Académico, libros digitales, Scielo, Science Direct y catálogos, permitió identificar los rangos de tiempo (35 y 60 segundos) y temperaturas (175°C hasta 204°C) de sublimación comúnmente utilizados en el proceso sobre el poliéster, gracias al aporte de los productores se reúne información valiosa para asignar variables a evaluar en la solidez del color a la luz, asimismo se evidenció que el tiempo y la temperatura son parámetros que influyen directamente en la transferencia de diseño sobre el tejido de poliéster, a la vez detalla que el 60% de la información recolectada hace alusión a que la exposición a la luz solar de un artículo textil presente cambios en la tonalidad.
- El tiempo de 45s es el más adecuado para el proceso de sublimación, ya que todos los colores evaluados (amarillo, azul y rojo) presentan 0 % de variación, lo que evidencia una valoración de la solidez uniforme. A la vez el color azul es el que más problemas presenta al sublimar, debido a que en promedio presenta un coeficiente de variación superior de 4.295% en comparación con los demás colores.
- La temperatura de 200 °C es la más adecuada para el proceso de sublimación, ya que mantiene un coeficiente de variación del 0 % en los tres colores evaluados (amarillo, azul y rojo), lo que evidencia una mayor estabilidad del color. En cambio, a 180 °C y 204 °C se observa variación en los colores azul y rojo, reflejando una mayor alteración del tono y menor resistencia. Por ello, trabajar a 200 °C garantiza una transferencia uniforme, minimizando cambios de color.

- El color es la variable que mayor influencia ejerce en la solidez del color a la luz durante el proceso de sublimación, alcanzando un coeficiente de variación del 7,018%, superior a los parámetros de tiempo y temperatura los cuales presentan un CV% similar del 2.688%.

Recomendaciones

- En una investigación, tanto la información teórica como práctica resulta fundamental. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo la exploración teórica utilizando fuentes bibliográficas actualizadas y confiables, ya que estas pueden ser verificadas en caso de ser necesario.
- Se debe evaluar cómo la sublimación afecta la resistencia del color en comparación con otros métodos de impresión (por ejemplo, serigrafía o impresión digital directa).
- Se sugiere aplicar más variables de estudio, como la dosificación de tinta y presión de la plancha de sublimación, con la finalidad de analizar nuevos parámetros que afecten la degradación del color en el tejido.
- Se recomienda realizar más ensayos adicionales a la resistencia del color a la luz, como la solidez al lavado, roce y a agentes químicos, que ayuden a tener un mayor conocimiento sobre la durabilidad del diseño sublimado.
- Se sugiere realizar una investigación con otro tipo de tinta de sublimación, pues podría influir en el proceso de sublimación de los tejidos de poliéster 100%, especialmente para prendas de uso deportivo.

Referencias Bibliográficas

- Acar, Gülhan, Büyükpehli. Van, Demet Öznaz, y Cimen Bayburtlu. 2022. *Transfer-print (sublimation) the determination of the chromatic aberration on different fabric surfaces*.
- Adel, Abeer M., Nivin M. Ahmed, Mohamed A. Diab, Fatma N. El-Shall, y Nabila El-Shinnawy. 2023. "Exploration on ability of printable modified papers for the application in heat sublimation transfer printing of polyester fabric". *Scientific Reports* 13(1). doi: 10.1038/s41598-023-33546-9.
- Anón. 2008. "Constitucion de la República del Ecuador".
- Anón. 2024a. "Google Maps". *Google maps*. Recuperado el 5 de junio de 2024 (<https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3786608,-78.1231756,18.04z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?hl=es&entry=ttn>).
- Anón. 2024b. "TruFade James Heal". Recuperado el 19 de junio de 2024 (<https://www.jamesheal.com/es/instrument/trufade>).
- Atalie, Desalegn, y Gashaw Ashagre Bahir. 2017. *Impact of Sunlight Exposure to different Dyed fabrics on Colorfastness to Washing*.
- Bobell, Melissa. 2024. "Investigacion analitica".
- Brildor. 2022. *Plancha Transfer*.
- Carolina Astrid Ortiz Herrera, Isabel María Beltrán Hoyos, Jaime Humberto, y Vergara Marín. 2023. *Informe final de práctica modalidad empendimiento*. Medellin.
- Daniela Castillo. 2022. "Universidad Cooperativa de Colombia".

- Daniela, Sandra, Sánchez Godínez, José Antonio Vázquez López, Paloma Teresita, Gutiérrez Rosas, Juan Luis, y Hernández Arellano. 2019. *Influence of lighting and noise in the visual color evaluation in textiles*. Vol. 41.
- Díaz Collaguazo Sandra Micaela. 2024. “Influencia del termofijado en la solidez de color al lavado de un tejido jersey 100% algodón estampado con plastisoles”.
- disershop. 2022. “Tiempo de sublimación”. Recuperado el 30 de abril de 2024 (<https://disershop.com.uy/tiempo-de-sublimaci%C3%B3n>).
- EPSON. 2024. “Epson Introduces Next-Generation SureColor F6370 44-Inch Dye-Sublimation Inkjet Printer for Enhanced Workflow and Productivity Epson US”. Recuperado el 17 de noviembre de 2024 (<https://news.epson.com/news/surecolor-f6370-dye-sublimation-printer>).
- Gabriela Arroyo Figueroa, María G. Casimiro Rodríguez, Patricia Rafael Martínez, Nallely J. Hernández Carrillo, y Yessica G. 2021. “Teñido con grana cochinilla: Solidez del color y expectativas de aplicación”. 10.
- Hammer, Oyvind. 2024. *PAST Paleontological Statistics Reference manual*.
- Haro Sarango, Alexander Fernando, Edwin Ricardo Chisag Pallmay, John Paul Ruiz Sarzosa, y Johanna Elizabeth Caicedo Pozo. 2024. “Tipos y clasificación de las investigaciones”. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5(2). doi: 10.56712/latam. v5i2.1927.
- Internacional Standard. 2014. *Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test*.

- Jiang, Chunxiao, Yan Yu, Lun Nie, Xueni Hou, Ruoxin Li, y Guangtao Chang. 2024. "Preparation of thermal sensitive direct printing inks on polyester fabric without chemical pre-treatment". *Progress in Organic Coatings* 189:108310. doi: 10.1016/J.PORGCOAT.2024.108310.
- Julián Alexis Vinasco María, y Juan Carlos García Suaza. 2015. *Diseño y fabricación de una máquina neumática de sublimación textil 70Cm x 90Cm*.
- Luis Enrique Acosta Martínez. 2019. *El color como factor de calidad en la iluminación y su influencia sobre el estado de ánimo humano*.
- Ministerio de Industrias y Productividad. 2014. *Órgano del Gobierno del Ecuador*.
- Montserrat López González, Guadalupe, Gabriela Arroyo Figueroa, María De Los, y Ángeles Barrón Hernández. 2015. *Uso de la Grana Cochinilla en la elaboración de productos artesanales*. Vol. 1.
- Norma Española. 2014. *UNE-EN ISO 105-B02*.
- Oktaviani Winni. 2022. "The Effect of Binder FS-462 and Sky Binder 235 on Color Fastness Resistance in 100% Polyester Printing with Pigment Dyes". 4(2):104–10. doi: 10.37577/SAINTEKS.V4I2.453.
- Ozomay, Meral, y Zafer Ozomay. 2021. "The Effect of Temperature and Time Variables on Printing Quality in Sublimation Transfer Printing on Nylon and Polyester Fabric". *European Journal of Science and Technology*. doi: 10.31590/ejosat.889147.
- Quispe, Alexander Sucasaca, y Eusebio Disederio Guevara Garnica. 2020. "Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (Buddleja Coriacea) en la solidez de color de teñido de fibras

- de alpaca”. *Revista de innovación y transferencia productiva* 1(2):e003–e003. doi: 10.54353/RITP.V1I2.E003.
- Ramugade, Supriya H., y Sekar Nagaiyan. 2023. “Silicone nanomicelle dyeing method on polyester fibre: Comparative evaluation of chemical properties, fastness properties, and DFT”. *Journal of the Indian Chemical Society* 100(4):100960. doi: 10.1016/J.JICS.2023.100960.
- Rubeziene, V., S. Varnaite, J. Baltusnikaite, y I. Padleckiene. 2012. “Effects of light exposure on textile durability”. *Understanding and Improving the Durability of Textiles* 104–25. doi: 10.1016/B978-0-85709-087-4.50006-8.
- Santiago Mejía. 2018. *Universidad del Azuay*.
- Sanzheeva, E. B., O. V. Kozlova, O. I. Odintsova, y T. N. Zelenkova. 2022. “Transfer Printing on Cotton Knits”. *Russian Journal of General Chemistry* 92(3):485–88. doi: 10.1134/S1070363222030173/METRICS.
- Sawgrass. 2018. *La guía completa para el éxito con la sublimación*. Uruguay.
- Speedway. 2022. *Catálogo Mayorista*. Quito.
- Universidad Técnica del Norte. 2022. *Reglamento de Investigación de la Universidad Técnica del Norte*. Ibarra.
- Zulema Amparo Vega Manosalvas. 2018. *Estudio Técnico del nivel de degradación del color a la luz*.

ANEXOS

Anexo 1

Caracterización del tejido de poliéster

PROPIEDADES DETERMINADAS	NORMA	LCI	LC	LCD
COMPOSICIÓN	AATCC 20A	POLIESTER TEXTURIZADO		
ANCHO TUBULAR (m) +- 0,01	ASTM D3774	0,89	0,90	0,91
PESO POR ÁREA (g/m2) +- 5%	ASTM D3776	117,29	123,46	129,63
RENDIMIENTO (m/kg) +- 5%	ASTM D3776	4,28	4,50	4,73
USO DE CONFECCIÓN				
Confección de inumentaria deportivas, complementos deportivos.				
RECOMENDACIONES DEL SUBLIMACIÓN				
ESPECIFICACIONES	TEMPERATURA		TIEMPO DE EXPOSICIÓN	
Telas con gramajes de entre 100 - 150 g/m	200° +/- 10°C		25 - 29 seg.	
Telas con gramajes de entre 150 - 200 g/m	200° +/- 10°C		28 - 32 seg.	
Telas con gramajes de entre 200 - 250 g/m	200° +/- 10°C		31 - 35 seg.	
INSTRUCCIONES DE CUIDADO				
				
Lavado a maquina o manual No dejar en remojo	Secar en temperatura normal		Planchar a temperatura media	

Anexo 2

Preparación de probetas



Anexo 3

Ingreso de muestras en el Trufade

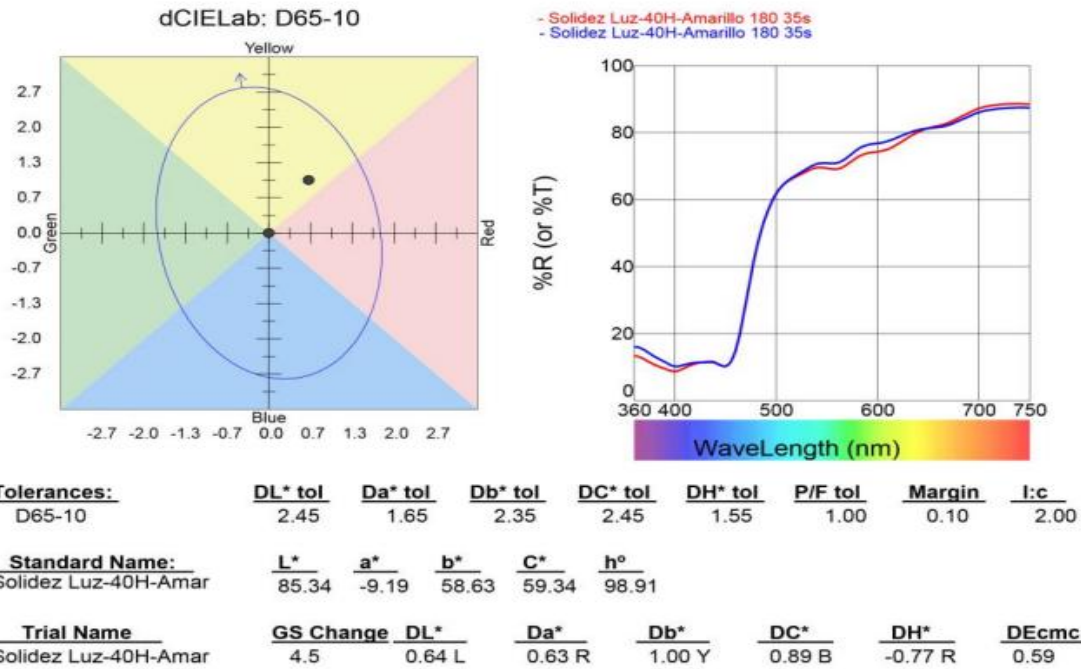


Anexo 4

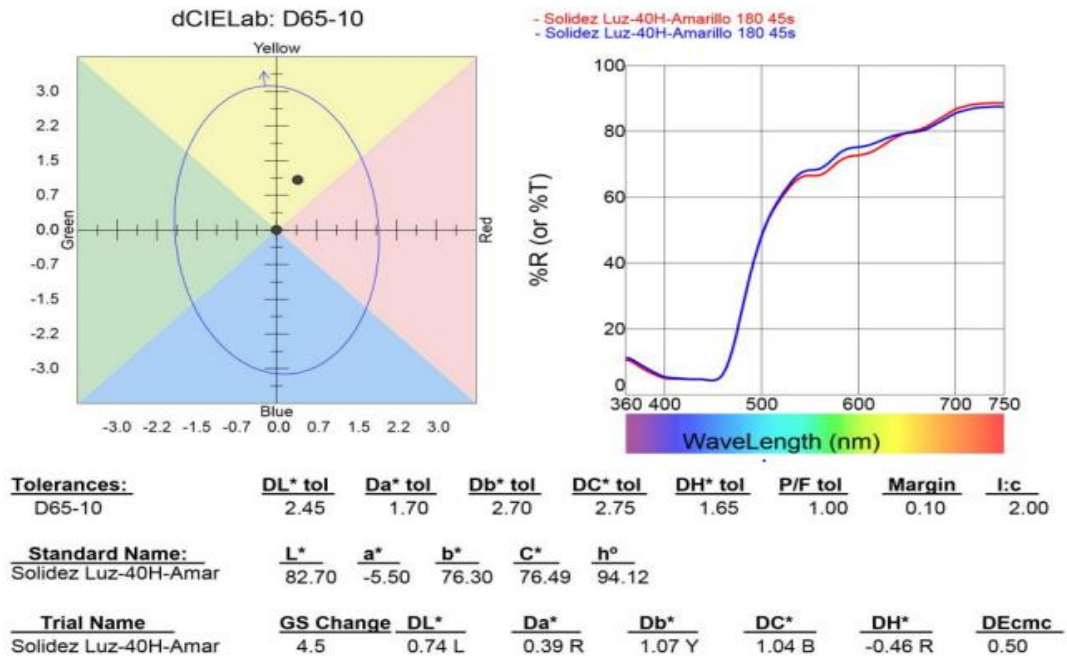
Medición de la solidez del color a la luz en el espectrofotómetro.



Customer Name
e-Job11.jbx [database=iTextile.mdb]

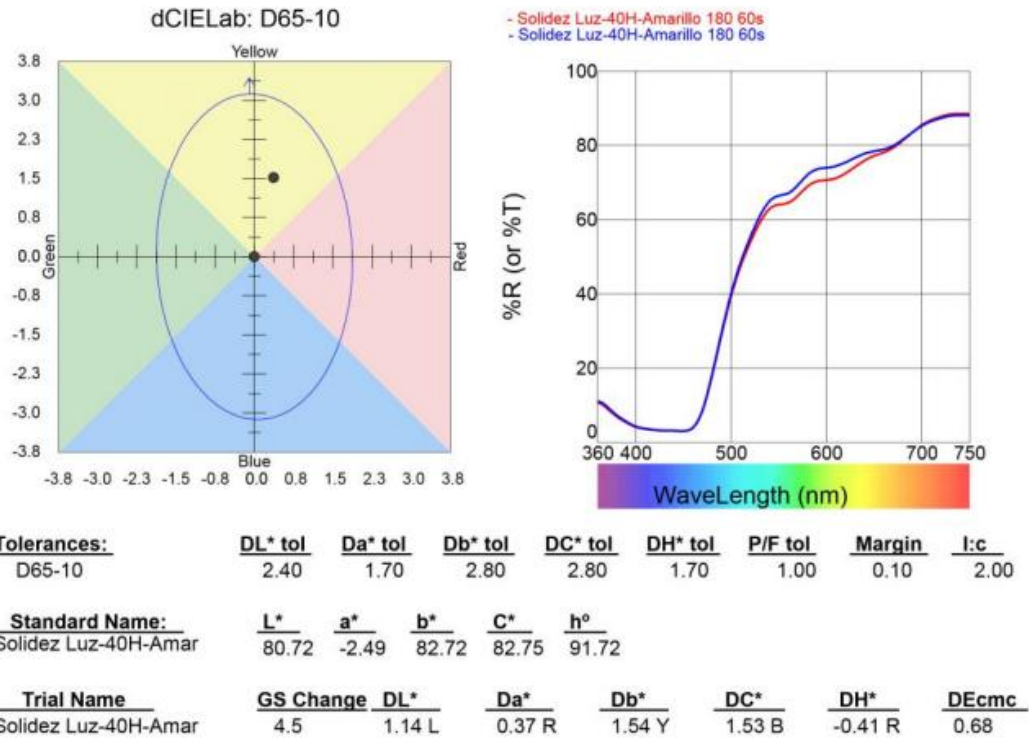


Customer Name
e-Job28.jbx [database=iTextile.mdb]



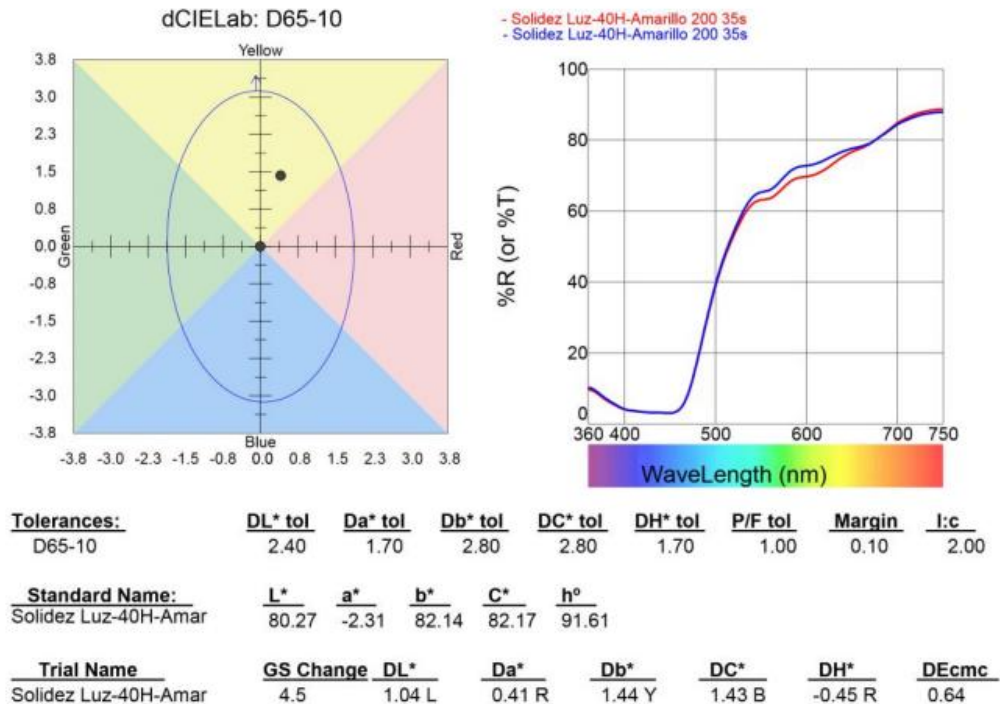
Customer Name

e-Job3.jbx [database=iTextile.mdb]



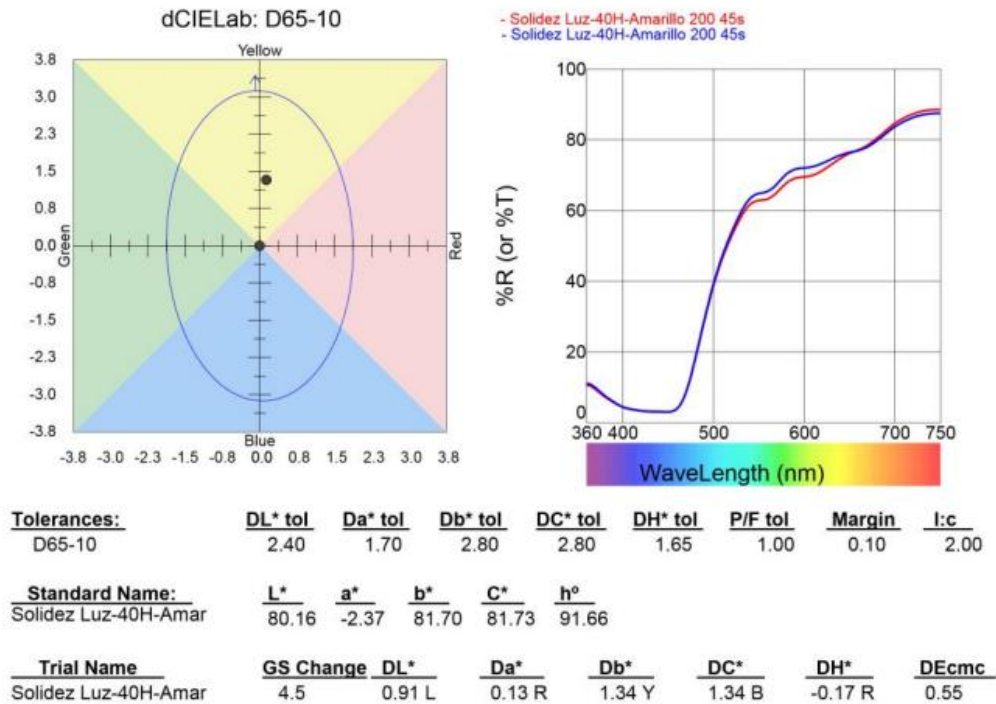
Customer Name

e-Job20.jbx [database=iTextile.mdb]



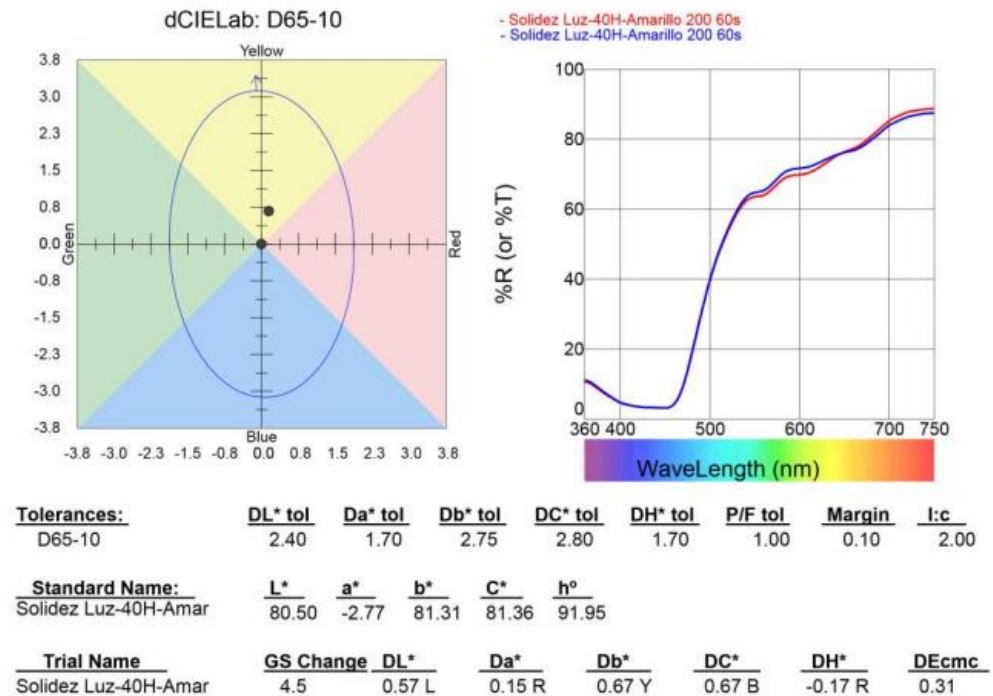
Customer Name

e-Job6.jbx [database=iTextile.mdb]



Customer Name

e-Job26.jbx [database=iTextile.mdb]



Customer Name

e-Job19.jbx [database=iTextile.mdb]

