



## **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

**“DESARROLLO DE UNA PRENDA ACTIVA, CON ORIFICIOS, EN TEJIDO DE  
POLIÉSTER PARA REGULAR LA TEMPERATURA CORPORAL”**



**AUTOR:** Fabián Alexis Padilla Males

**DIRECTOR:** MSc. Willam Ricardo 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:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040152678-5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Fabián Alexis Padilla Males		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Cayambe – Terán y Junín		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:fapadillam@utn.edu.ec">fapadillam@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	-	<b>TELF.MÓVIL</b>	0995760028

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Desarrollo de una prenda activa, con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal.
<b>AUTOR (ES):</b>	Fabián Alexis Padilla Males
<b>FECHA:</b>	16 de febrero del 2025
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	
<b>CARRERA/ PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Textil
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Willam Ricardo 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 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 26 días, del mes de Mayo del 2025

**EL AUTOR:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Fabián Alexis Padilla Males', written in a cursive style.

Firma

Nombre: Fabián Alexis Padilla Males

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 20 días del mes de Mayo del 2025

MSc. Willam Ricardo 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.



MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C: 100158901-7

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Desarrollo de una prenda activa, con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal” elaborado por Fabián Alexis Padilla Males, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.

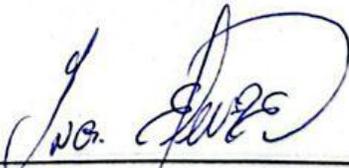


---

Director

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C: 100158901-7



---

Asesor

MSc. Elvis Raúl Encalada Ramírez

C.C:100145897-3

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado con profundo amor y gratitud a mis padres, Fabián Padilla y María Males, quienes han sido mi mayor apoyo y refugio en cada etapa de mi vida. Su inmenso amor, paciencia y sacrificio han sido el cimiento sobre el que he construido mis sueños. Gracias por enseñarme, con su ejemplo, que la perseverancia y el esfuerzo son la clave para alcanzar cualquier meta.*

*De igual manera, agradezco con mucho cariño a mis hermanos, quienes me han acompañado y apoyado a lo largo de este camino. Su amor y aprecio han generado una gran motivación a seguir y culminar esta meta siendo una fuente invaluable de inspiración, dándome fuerzas para alcanzar este logro, incluso cuando los desafíos parecían insuperables.*

*Fabián Alexis Padilla Males.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi Dios quien me ha dado la vida, permitiéndome alcanzar este logro, por darme la alegría, la fortaleza para seguir adelante y su inmenso amor. Sus bendiciones han sido mi guía y mi sustento a lo largo de este camino, permitiéndome avanzar y culminar este trabajo con gratitud y esperanza. Sin Él, este logro no habría sido posible.*

*Agradezco a mi Padre y a mi Madre, por su apoyo inquebrantable y sus consejos de vida que han forjado mi carácter en este camino. A mis cinco hermanos, por haberme apoyado y animándome en los momentos difíciles, compartiendo conmigo las alegrías de cada pequeño triunfo.*

*Expreso mi profundo agradecimiento a mi director de tesis, MSc. Willam Esparza, y a mi asesor, MSc. Elvis Ramírez, por su valiosa orientación, paciencia y conocimientos compartidos, los cuales han sido fundamentales para la culminación de este proyecto. Asimismo, agradezco al MSc. Omar Godoy por sus enseñanzas, que día a día fueron una guía esencial en la elaboración de este trabajo.*

*Finalmente, quiero agradecer a Miriam Salazar, quien, de una u otra manera, ha sido parte fundamental de este camino. Su apoyo, confianza y palabras de aliento han sido un motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta. Asimismo, extiendo mi gratitud a todos mis amigos por su compañía y respaldo incondicional. ¡Muchas gracias!*

*Fabián Alexis Padilla Males.*

## RESUMEN

El presente estudio desarrolla una prenda activa con orificios en tejido de poliéster diseñada para regular la temperatura corporal, fundamental en el ámbito del confort térmico y características termorreguladoras en la vestimenta deportiva. La investigación se basa en la implementación de diferentes tamaños de orificios (0.5 cm, 1 cm y 1.5 cm) en zonas estratégicas de una camiseta de poliéster con el propósito de mejorar la temperatura corporal del sujeto.

La metodología aplicada incluye un enfoque cuantitativo en tres sujetos de estudio con un índice de masa corporal (IMC) entre 18.5 y 24.0, en condiciones ambientales controladas (20 +/- 2 °C y 65 +/-4 % de humedad relativa). Se utilizó una cámara termográfica infrarroja NF-521 para registrar la temperatura en diferentes zonas del cuerpo (pecho, espalda y axilas). Los resultados muestran que, en promedio, las camisetas con orificios de 1 cm y 1.5 cm lograron una mayor disipación de calor. En la zona del pecho, la temperatura promedio disminuyó de 30.43 °C (sin orificios) a 28.87 °C (orificios de 1.5 cm). En la espalda, la reducción fue de 30.40 °C a 28.93 °C.

Dando como resultado la obtención de una prenda con características “activas”, permitiendo la termorregulación corporal utilizando un tejido de poliéster 100%, ofreciendo beneficios en términos de confort térmico en el individuo. Los orificios de 1.5 cm permitieron la mayor disipación de calor, también afectaron la resistencia estructural del tejido, por ello, se concluye que la opción más eficiente es la camiseta con orificios de 1 cm, ya que proporciona una reducción térmica del 1.75% y una resistencia en su estructura.

**Palabras clave:** Poliéster, prenda activa, infrarrojo, cámara termográfica.

## ABSTRACT

This study develops an active garment with holes in polyester fabric designed to regulate body temperature, which is fundamental in the realm of thermal comfort and thermoregulatory features in sportswear. The research is based on the implementation of different hole sizes (0.5 cm, 1 cm, and 1.5 cm) in strategic areas of a polyester t-shirt with the aim of improving the subject's body temperature.

The applied methodology includes a quantitative approach with three study subjects who have a body mass index (BMI) between 18.5 and 24.0, under controlled environmental conditions ( $20 \pm 2$  °C and  $65 \pm 4\%$  relative humidity). An NF-521 infrared thermographic camera was used to record temperature variations in different body areas (chest, back, and armpits). The results indicate that, on average, T-shirts with 1 cm and 1.5 cm perforations achieved greater heat dissipation. In the chest area, the average temperature decreased from 30.43 °C (without perforations) to 28.87 °C (1.5 cm perforations). In the back, the reduction was from 30.40 °C to 28.93 °C.

As a result, an "active" garment was obtained, allowing body thermoregulation using 100% polyester fabric, providing benefits in terms of thermal comfort for the wearer. The 1.5 cm perforations enabled the highest heat dissipation but also affected the structural resistance of the fabric. Therefore, it is concluded that the most efficient option is the T-shirt with 1 cm perforations, as it provides a 1.75% thermal reduction while maintaining structural integrity.

**Keywords:** Polyester, active garment, infrared, thermal imaging camera.

## **LISTA DE SIGLAS**

**PES.** Poliéster

**T.** Temperatura

**IR.** Radiación infrarroja

**TC.** Temperatura corporal

**CT.** Camara termográfica

**IMC.** Índice de masa corporal

**HR.** Humedad relativa

**E.** Emisividad

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	18
Problema de investigación .....	18
Justificación.....	18
Objetivo General .....	19
Objetivos específicos.....	19
Hipótesis.....	20
Características del sitio del proyecto.....	20
CAPÍTULO I .....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1.1. Estudios previos .....	21
1.1.1. Prenda activa.....	21
1.1.2. Tejido de poliéster.....	22
1.1.3. Tejidos con características transpirables en poliéster .....	23
1.1.4. Temperatura Corporal del cuerpo .....	23
1.1.6. Diseño de escamas en orificios .....	24
1.2. Marco legal .....	25
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador .....	25
1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte.....	26

1.3.	Marco Conceptual.....	27
1.3.1.	Poliéster.....	27
1.3.2.	Prenda activa.....	27
1.3.3.	Cámara termográfica.....	28
1.3.4.	Control de temperatura corporal.....	29
CAPÍTULO II.....		30
MÉTODOS Y MATERIALES.....		30
2.1	Enfoque de la investigación.....	30
2.2	Tipos de investigación a aplicar.....	30
2.2.1	Investigación analítica.....	31
2.2.2	Investigación Experimental.....	31
2.2.3	Investigación Comparativa.....	31
2.3	Técnica de Investigación.....	32
2.4	Flujogramas.....	32
2.4.1	Flujograma General.....	32
2.4.2	Flujograma Muestral.....	34
2.5	Equipos y materiales.....	35
2.5.1	Cámara Termográfica infrarroja NF-521.....	35
2.5.2	Caracterización del tejido.....	39
2.5.4	Cortadora de plotter.....	41

2.6	Norma .....	42
2.6.1	Norma IEC 80601-2-59 Detección de la temperatura febril humana. ....	43
2.7	Procedimiento .....	44
2.7.1	Obtención de las camisetas de tejido de poliéster.....	44
2.7.2	Diseño de orificios .....	45
2.7.3	Uso de la máquina plotter .....	45
2.7.4	Muestras.....	46
2.7.6	Resultados a obtener sobre el análisis del programa Past 4.13.....	51
CAPÍTULO III.....		52
3.1.	Resultados.....	52
3.1.1.	Análisis de datos de los ensayos termográficos.....	52
3.1.2.	Tabla de resultados de la medición temperatura corporal.....	53
3.2.	Discusión de resultados sobre el desarrollo de una prenda activa, con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal.....	57
3.2.1.	Normalidad de datos para determinar su confiabilidad .....	57
3.2.2.	Análisis de la varianza en diferentes dimensiones de orificios.....	59
3.2.3.	Análisis de resultados .....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		64
Conclusiones.....		64
Recomendaciones .....		65

Referencias bibliográficas.....	67
Anexos .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte .....	26
<b>Tabla 2</b>	Características de imagen térmica del NF-521 .....	37
<b>Tabla 3</b>	Medición de temperatura por infrarrojo del NF-521 .....	38
<b>Tabla 4</b>	Parámetros generales del NF-521 .....	39
<b>Tabla 5</b>	Especificaciones de la tela 100% poliéster .....	40
<b>Tabla 6</b>	Especificaciones del Termohigrómetro .....	41
<b>Tabla 7</b>	Muestra 1 .....	47
<b>Tabla 8</b>	Muestra 2 .....	48
<b>Tabla 9</b>	Muestra 3 .....	49
<b>Tabla 10</b>	Muestra 4 .....	50
<b>Tabla 11</b>	Parámetros para la medición de la temperatura corporal .....	51
<b>Tabla 12</b>	Resultados termográficos del primer sujeto .....	53
<b>Tabla 13</b>	Resultados termográficos del segundo sujeto .....	54
<b>Tabla 14</b>	Resultados termográficos del tercer sujeto .....	55
<b>Tabla 15</b>	Resultados promedio de las pruebas termográficas .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación geográfica de Max-Max.....	20
<b>Figura 2</b>	Flujograma general.....	33
<b>Figura 3</b>	Flujograma muestral.....	34
<b>Figura 4</b>	Cámara Termográfica infrarroja NF-521.....	36
<b>Figura 5</b>	Termohigrómetro.....	40
<b>Figura 6</b>	Cortadora plotter cameo 5.....	42
<b>Figura 7</b>	Normalidad de datos de termografía con camiseta sin orificio.....	58
<b>Figura 8</b>	Varianza de los resultados termográficos.....	59
<b>Figura 9</b>	Análisis gráfico de todos los promedios de las temperaturas corporales.....	61
<b>Figura 10</b>	Distribución Térmica en diferentes zonas del cuerpo.....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Ficha técnica de la tela 100% Pes .....	71
<b>Anexo 2</b> Medición del peso y altura de los de los diferentes sujetos .....	71
<b>Anexo 3</b> Resultados obtenidos del peso y altura de los diferentes sujetos .....	72
<b>Anexo 4</b> Imágenes termográficas de las pruebas de medición sin orificios .....	72
<b>Anexo 5</b> Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 0.5cm .....	73
<b>Anexo 6</b> Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 1cm .....	73
<b>Anexo 7</b> Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 1.5cm .....	74

# INTRODUCCIÓN

## **Problema de investigación**

El desarrollo de prendas activas en tejidos de poliéster ha generado nuevos desafíos debido a las propiedades inherentes del material. Estos desafíos han impulsado la creación e innovación de textiles inteligentes con características y propiedades que mejoran la calidad de estos tejidos y satisfacen las necesidades de los clientes.

La mayoría de las personas que hacen el uso diario de estas prendas fabricadas de poliéster, experimentan sensación de sofoco al practicar actividades deportivas principalmente debido a que la prenda que utilizan carece de características que faciliten la regulación de la temperatura corporal.

Por lo tanto, se propone la elaboración de una camiseta activa que ayude a controlar la temperatura en tejido de poliéster debido a que la mayoría de las prendas son fabricadas sin tener en cuenta la comodidad en las personas que hacen uso diario de estas prendas elaboradas del poliéster.

## **Justificación**

El propósito de esta investigación se enfatiza en desarrollar prendas activas que no solo brinden comodidad durante la actividad física, sino que también contribuyan activamente al bienestar térmico de las personas. La elaboración de una camiseta de poliéster con características termorreguladoras y la implementación de orificios estratégicos representan una innovación significativa en el diseño de prendas. Estos orificios están diseñados para mejorar la ventilación y

permitir una regulación más eficiente de la temperatura corporal, lo que podría traducirse en un mayor confort y rendimiento durante el uso diario.

La evaluación rigurosa de la retención del calor corporal mediante pruebas específicas con una cámara termográfica proporcionará datos cuantitativos sobre el desempeño térmico de la prenda activa. El análisis detallado de estos datos, utilizando herramientas visuales avanzadas como gráficas e histogramas, permitirá identificar el tamaño de orificio más óptimo en la camiseta, para lograr una regulación térmica eficaz. Este proyecto busca no solo mejorar la experiencia de las personas al utilizar la prenda, sino también proporcionar información valiosa para la mejora continua de los acabados textiles.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar una prenda activa, con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal.

### **Objetivos específicos**

- Elaborar una camiseta de poliéster, en tejido de punto con características termorreguladoras mediante la implementación de orificios para mejorar la característica de la prenda activa, que ayude a controlar la temperatura en las personas.
- Evaluar la retención del calor corporal utilizando la camiseta activa, mediante pruebas de temperatura utilizando la cámara termográfica, para la obtención de datos y posterior tabulación.

- Analizar los datos obtenidos de temperaturas corporales mediante los orificios en la camiseta, para determinar el más óptimo, utilizando herramientas visuales como gráficas, barras, histogramas del programa Past 4.13.

## Hipótesis

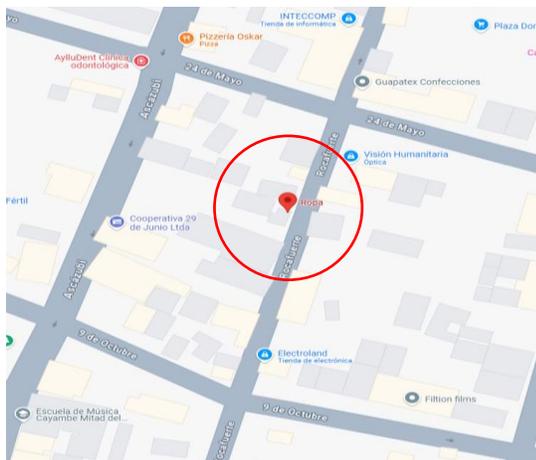
¿La prenda activa con los diferentes tamaños de orificios en tejido de poliéster permitirá regular la temperatura corporal?

## Características del sitio del proyecto

El presente proyecto se desarrolló en las siguientes coordenadas 0.044936-78.142292 tal como se indica en la **Figura 1**, el nombre del lugar es el almacén Max-Max en donde se puede encontrar un ambiente adecuado para las pruebas de medición, disponiendo de equipos de última generación, está ubicado en la ciudad de Cayambe en las calles Rocafuerte y 24 de Mayo.

## Figura 1

### *Ubicación geográfica de Max-Max*



Fuente: (Google Maps, 2025)

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Estudios previos

Los estudios previos brindan un respaldo importante para desarrollar y analizar nuevos trabajos. Revisarlos ayuda a reconocer tendencias y patrones, lo que permite crear propuestas más sólidas y adecuadas al tema. Además, este análisis asegura que el contenido esté actualizado y alineado con los últimos avances y descubrimientos.

#### 1.1.1. Prenda activa

Los textiles inteligentes están diseñados para mejorar las propiedades de las telas, permitiendo que las prendas respondan a estímulos externos, ya sean físicos o químicos, según las necesidades de los usuarios. Gracias a su capacidad de adaptarse e interactuar con el entorno, tienen aplicaciones en diversos campos como la moda, el diseño, el deporte, la medicina y la seguridad. Estos textiles se clasifican en tres categorías: activos, pasivos y ultrainteligentes (Lalaleo, 2020).

Las prendas fabricadas con características especiales que les permiten actuar y responder de manera activa se conocen como textiles inteligentes o tecnológicos. Estas propiedades les permiten detectar, adaptarse y reaccionar a diversas condiciones del entorno o estímulos externos, como fuentes eléctricas, mecánicas, térmicas, ópticas o magnéticas. Gracias a esto, es posible desarrollar prendas con funciones termorreguladoras, impermeables, antimicrobianas, electrónicas o incluso capaces de cambiar de color (Bullón, 2021).

Las prendas activas son especialmente útiles en el ámbito deportivo, ya que pueden adaptarse a factores como la temperatura, la humedad y el movimiento. Por ejemplo, una prenda

activa aumenta su transpirabilidad cuando el usuario empieza a sudar. Además, algunas de estas prendas pueden modificar su nivel de aislamiento térmico según la temperatura externa o corporal, lo que les permite brindar un confort constante en distintas condiciones climáticas (Gil García et al., 2010).

### **1.1.2. Tejido de poliéster**

“Los productos fabricados con poliéster suelen presentar baja absorción del sudor y acumulación de carga electrostática, lo que puede resultar incómodo. Esto se debe principalmente a la poca capacidad de su superficie para retener la humedad” (Sánchez Báez, 2020, p.22). El tejido del poliéster tiende a ser un material que posee poca transpirabilidad debido a su estructura compacta en la que se encuentra la fibra.

La comodidad termofisiológica de una prenda depende de su permeabilidad al aire (PA), capacidad de gestionar la humedad y transferencia de calor. En climas cálidos y húmedos, una mayor permeabilidad mejora el confort al equilibrar la temperatura del cuerpo con su entorno. La acumulación de sudor junto a la piel durante la actividad física puede aumentar la temperatura corporal, provocando deshidratación, fatiga y menor rendimiento (Martí et al., 2021)

El confort de una prenda está determinado por su capacidad para absorber y gestionar el sudor, lo cual depende de su estructura, composición y procesamiento. El tejido actúa como un amortiguador, absorbiendo la humedad y facilitando su evaporación, lo que genera un efecto de enfriamiento. La capacidad de absorción del sudor se mide mediante la humectabilidad, permitiendo que el líquido se desplace a través de los capilares del tejido y favoreciendo la regulación térmica del cuerpo (Farinango, 2017).

### **1.1.3. Tejidos con características transpirables en poliéster**

Los avances en la industria textil continúan en crecimiento, y la incorporación de tecnologías para monitorear la temperatura corporal ha permitido dotar a los textiles de propiedades inteligentes que mejoran la comodidad del usuario. Los tejidos de la línea de regulación activa están fabricados de un material denominado polímero que se activa cuando el cuerpo se encuentra en un estado caliente y se apaga cuando se enfría, permitiendo mantener el calor en temporada de invierno dando un favor a mantener una temperatura corporal regulable evitando irritaciones o daños en la piel (Páez, 2021).

Liberar el calor corporal del cuerpo con el uso de prendas activas es una alternativa a mejorar las características de los textiles, brindando confort en las personas con la incorporación de orificios para ayudar a la ventilación ( León, 2024).

Las prendas y los tejidos de malla pueden influir en la transferencia de calor y humedad. En este sentido, colocar tejido de malla en las axilas de la camiseta, tanto en el lado derecho como en el izquierdo, podría facilitar la liberación del calor corporal únicamente durante el movimiento, como al caminar, pero no cuando se permanece quieto. En cuanto al desempeño general, se determinó que el diseño con aberturas en ambos paneles verticales de la prenda es el más efectivo para mejorar la ventilación y brindar mayor confort térmico (Ho et al., 2018).

### **1.1.4. Temperatura Corporal del cuerpo**

La temperatura corporal de las personas se mide en grados y se libera al ambiente, variando según la edad y la actividad física realizada, ya que cada grupo libera diferentes rangos de temperatura. En condiciones normales, oscila entre 36.5°C y 37.2°C, mientras que en personas de la tercera edad se encuentra entre 36.0°C y 37.0°C, y en pacientes pediátricos varía de 36.5°C a

37.5°C. Esta variación es un factor clave a considerar para evaluar si el uso de una prenda activa contribuye a la reducción de la temperatura corporal (Sánchez y Almeida, 2021).

Las personas con relación a su temperatura corporal varían según el entorno en el que se encuentren y las condiciones ambientales. El cuerpo regula esta temperatura a través de un mecanismo fisiológico conocido como termorregulación, controlado por el hipotálamo, que procesa la información de sensores térmicos. Este sistema permite mantener una temperatura promedio de aproximadamente 37°C. Esta referencia es clave para determinar el uso de prendas adecuadas según la actividad física que realice cada persona (Picón 2020).

#### **1.1.5. Cámara termográfica**

También es fundamental considerar factores ambientales, como las condiciones del espacio donde se llevará a cabo el proceso. La temperatura en el área seleccionada debe mantenerse entre 18°C y 24°C, evitando valores superiores o inferiores a este rango. Además, el control de la humedad es esencial, debiendo mantenerse entre el 30% y el 75%. En cuanto a la iluminación, no se recomienda el uso de luces incandescentes, ya que generan calor y pueden afectar los resultados de la termografía (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2017).

#### **1.1.6. Diseño de escamas en orificios**

Las escamas de los peces juegan un papel clave en su eficiencia hidrodinámica, permitiéndoles moverse con mayor facilidad a través del agua. Su disposición superpuesta y su textura especial ayudan a reducir la resistencia al avance al crear patrones de flujo que optimizan la dinámica de los fluidos. Este diseño natural no solo disminuye la turbulencia y el arrastre, sino que también mejora la estabilidad y el control del movimiento del pez en diferentes corrientes. La interacción de las escamas con el agua ha inspirado diversas aplicaciones biomiméticas,

demostrando su potencial en el desarrollo de superficies aerodinámicas avanzadas en ingeniería y transporte, como su aplicación en el diseño aerodinámico de los aviones (Bruce, 2022).

## **1.2. Marco legal**

El marco legal está compuesto por un conjunto de normas, leyes, regulaciones y disposiciones jurídicas relacionadas con el tema de investigación. Su función es proporcionar el contexto legal que delimita y define el alcance del estudio. Además, cumple un papel clave en el desarrollo económico, ya que facilita el acceso a mercados internacionales y fortalece la competitividad al garantizar el cumplimiento de regulaciones tanto a nivel nacional como internacional.

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

Mediante la constitución de la República del Ecuador, (2008) este trabajo expresa 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. 53.- Las empresas, instituciones y organismos que presten servicios públicos deberán incorporar sistemas de medición de satisfacción de las personas usuarias y consumidoras, y poner en práctica sistemas de atención y reparación. El Estado responderá civilmente por los daños y perjuicios causados a las personas por negligencia y descuido en la atención de

los servicios públicos que estén a su cargo, y por la carencia de servicios que hayan sido pagados.

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 (p. 27).

### 1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte

**Tabla 1**

*Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte*

Nº	Líneas de investigación de la UTN
1	Producción industrial y tecnología sostenible.
2	Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.
3	Bioteología, 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.
9	Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética).

Fuente: (UTN, 2022)

### **1.3. Marco Conceptual**

El marco conceptual es un elemento clave en esta investigación, ya que establece las bases teóricas que orientan el análisis y sustentan las propuestas planteadas. Esta sección define y estructura los conceptos fundamentales, permitiendo un enfoque ordenado del problema y asegurando su integración coherente dentro del contexto del estudio.

#### **1.3.1. Poliéster**

El uso del poliéster en general tiene muchas aplicaciones, en los textiles es de mayor uso por sus grandes aplicaciones por las diferentes propiedades que estas presentan; por su mayor resistencia y durabilidad.

Las fibras de poliéster son un tipo de fibra sintética ampliamente utilizada en diversas aplicaciones debido a sus propiedades y ventajas únicas. Su origen proviene principalmente del petróleo, a través de un proceso de polimerización que convierte sus derivados en polímeros de poliéster. Posteriormente, estos polímeros se transforman en fibras mediante distintas técnicas, como la extrusión (Smelik, 2023)

El poliéster tiende a ser un material resistente y durable que ayuda a la fabricación de prendas de vestir como para su uso en aplicaciones industriales, como cuerdas y correas (Arletex, 2025).

#### **1.3.2. Prenda activa**

Los avances en textiles han permitido incorporar nuevas características que mejoran sus propiedades y satisfacen las necesidades de las personas. Gracias a estas innovaciones, los textiles pueden detectar estímulos externos y reaccionar para regular y controlar factores ambientales, como los cambios climáticos. La confección de ropa deportiva se emplean textiles inteligentes

activos, diseñados para percibir y responder a diferentes condiciones del entorno, lo que les permite adaptarse de manera eficiente (Loomia, 2022).

Los textiles inteligentes activos poseen memoria de forma, adaptándose a diferentes condiciones. Son camaleónicos, resistentes al agua y permiten la permeabilidad al vapor, ya sean hidrofílicos o no porosos. Además, tienen la capacidad de almacenar calor, regular la temperatura y absorber la humedad, proporcionando mayor confort y funcionalidad (Tituaña, 2017).

### **1.3.3. Cámara termográfica**

Para medir y controlar la temperatura corporal, se utiliza una cámara termográfica equipada con un sistema infrarrojo que permite analizar y determinar el calor emitido por un cuerpo. Los sistemas de termografía infrarroja detectan la radiación térmica emitida por cualquier objeto cuya temperatura sea superior al cero absoluto, representándola dentro del espectro electromagnético. Esta radiación se traduce en un termograma, que puede mostrarse en una escala de colores (policromática) o en tonos de gris (monocromática). La cámara térmica capta esta radiación siguiendo los principios de la ley de Stefan-Boltzmann (Da Silva et al. 2021).

Los avances en medicina han permitido el uso de cámaras termográficas para detectar variaciones de temperatura en tiempo real y su relación con diversas enfermedades. Un ejemplo de su aplicación fue durante la pandemia de COVID-19, donde esta tecnología se utilizó para identificar a personas contagiadas a través de diferencias en la temperatura corporal. La termografía infrarroja (IRT) es una técnica portátil, no invasiva y libre de radiación, que permite medir y visualizar en tiempo real la temperatura de la piel y sus condiciones orgánicas asociadas (Reis et al. 2022).

Durante la pandemia de COVID-19, la termografía infrarroja fue ampliamente utilizada para monitorear casos de hipertermia. El uso de esta tecnología se ha caracterizado por ser una herramienta prometedora en distintas áreas del conocimiento, especialmente en el ámbito médico, donde ha cobrado mucha importancia para detectar enfermedades como el cáncer de piel, problemas en los nervios por la diabetes, trastornos en los vasos sanguíneos y lesiones en los músculos.

#### **1.3.4. Control de temperatura corporal**

La energía térmica generada por el cuerpo humano debido a la actividad física se conoce como temperatura, y su medición se realiza mediante una cámara termográfica, que captura imágenes para registrar la temperatura corporal. Los cuerpos están formados por moléculas en constante movimiento, cuya velocidad varía según los cambios en su energía. Esta actividad molecular se expresa en términos de temperatura, mientras que la energía resultante de dicho movimiento se denomina calor. Como consecuencia, cuando la energía de un cuerpo aumenta, su temperatura se eleva, y cuando disminuye, la temperatura baja. De este modo, una temperatura alta está asociada con la presencia de calor, mientras que una temperatura baja se relaciona con el frío (Monroy 2024).

## **CAPÍTULO II**

### **MÉTODOS Y MATERIALES**

#### **2.1 Enfoque de la investigación**

La investigación permite generar conocimiento a partir de datos, facilitando la toma de decisiones precisas y ayudando a comprender lo que ocurre más allá de lo evidente, incluso anticipando posibles eventos futuros. Por eso, en esta investigación se usará un enfoque cuantitativo, el cual se basa en reunir y estudiar datos en forma de números para contestar preguntas específicas sobre un tema determinado (Cárdenas, 2018).

El enfoque cuantitativo es una forma de investigar que se apoya en reunir y estudiar datos en forma de números. Se aplica en disciplinas como las ciencias exactas, sociales y naturales, permitiendo describir, explicar y predecir comportamientos o tendencias observables. A través de herramientas como encuestas, experimentos y análisis estadísticos, este enfoque busca obtener resultados objetivos, medibles y aplicables a diferentes contextos. También ayuda a encontrar patrones y conexiones entre datos, lo que permite tomar decisiones basadas en información clara y confiable. (Alberto y Novoa, 2017).

Este enfoque se aplica en la investigación para recolectar datos a partir de la cámara termográfica. Durante el uso de las prendas activas por los usuarios, se registrarán datos cuantitativos que posteriormente serán procesados y analizados mediante programas estadísticos.

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

El estudio sobre la prenda activa con orificios en tejidos de poliéster para la regulación de la temperatura corporal requiere la aplicación de estos métodos de investigación, ya que permiten evaluar distintos parámetros como el tiempo y la temperatura. Estos factores serán clave para

determinar si la prenda activa cumple su función de regular la temperatura corporal, proporcionando resultados que permitan su análisis y comparación.

### **2.2.1 Investigación analítica**

Esta investigación se enmarca en un enfoque analítico, centrándose en el estudio de un textil activo diseñado para regular la temperatura corporal. A través de la implementación de orificios, se busca mejorar la transpirabilidad de un tejido 100% poliéster, optimizando su funcionalidad con la incorporación de un acabado textil. Según Imbaquingo y Guerra (2024), menciona que “el método analítico-sintético es una estrategia de investigación que trata de dividir un problema o situación en sus partes más importantes para luego integrarlos y obtener una comprensión completa y estructurada” (p.1).

### **2.2.2 Investigación Experimental**

Esta investigación se basa en mejorar la transpirabilidad de una camiseta activa, donde el diseño y distribución de los orificios dependerán de la zona en la que sean incorporados. Sus dimensiones y tamaños serán determinantes para evaluar, a través de pruebas termográficas, si la prenda optimiza sus propiedades de transpirabilidad. De acuerdo con Ruiz (2021) “La investigación experimental se compone de una serie de procedimientos metódicos y técnicos diseñados para recopilar información y datos relevantes sobre el tema de estudio y el problema a resolver” (p.1).

### **2.2.3 Investigación Comparativa**

Este método de investigación se relaciona con el estudio de la transpirabilidad individual, ya que cada persona presenta variaciones en este aspecto debido a factores como la edad, el peso o las condiciones ambientales. Estas diferencias permiten comparar distintos perfiles y analizar, a

través de datos estadísticos, las variaciones en la retención de calor entre diferentes grupos de personas.

El método comparativo facilita la comparación sistemática de distintos objetos de estudio, permitiendo alcanzar generalizaciones empíricas y comprobar hipótesis. Este método se ha usado mucho en las ciencias sociales, pero también es útil en otras áreas, especialmente en la ciencia política (Nohlen, 2020).

### **2.3 Técnica de Investigación**

En esta investigación se usan métodos y pasos que necesitan técnicas especiales para recoger, analizar y entender los datos relacionados con el tema estudiado. Estas técnicas varían según el enfoque de la investigación, ya sea cualitativo, cuantitativo o mixto, e incluyen herramientas como la observación, la experimentación y el análisis de datos, entre otras. La selección adecuada de estas técnicas garantiza la obtención de información relevante y confiable, alineada con los objetivos del estudio, y facilita una comprensión más profunda del tema analizado (Ramos, 2016).

### **2.4 Flujogramas**

Este apartado describe el proceso y las etapas que se llevan a cabo en esta investigación, proporcionando una mejor comprensión del procedimiento para el desarrollo de una prenda activa diseñada para regular la temperatura corporal.

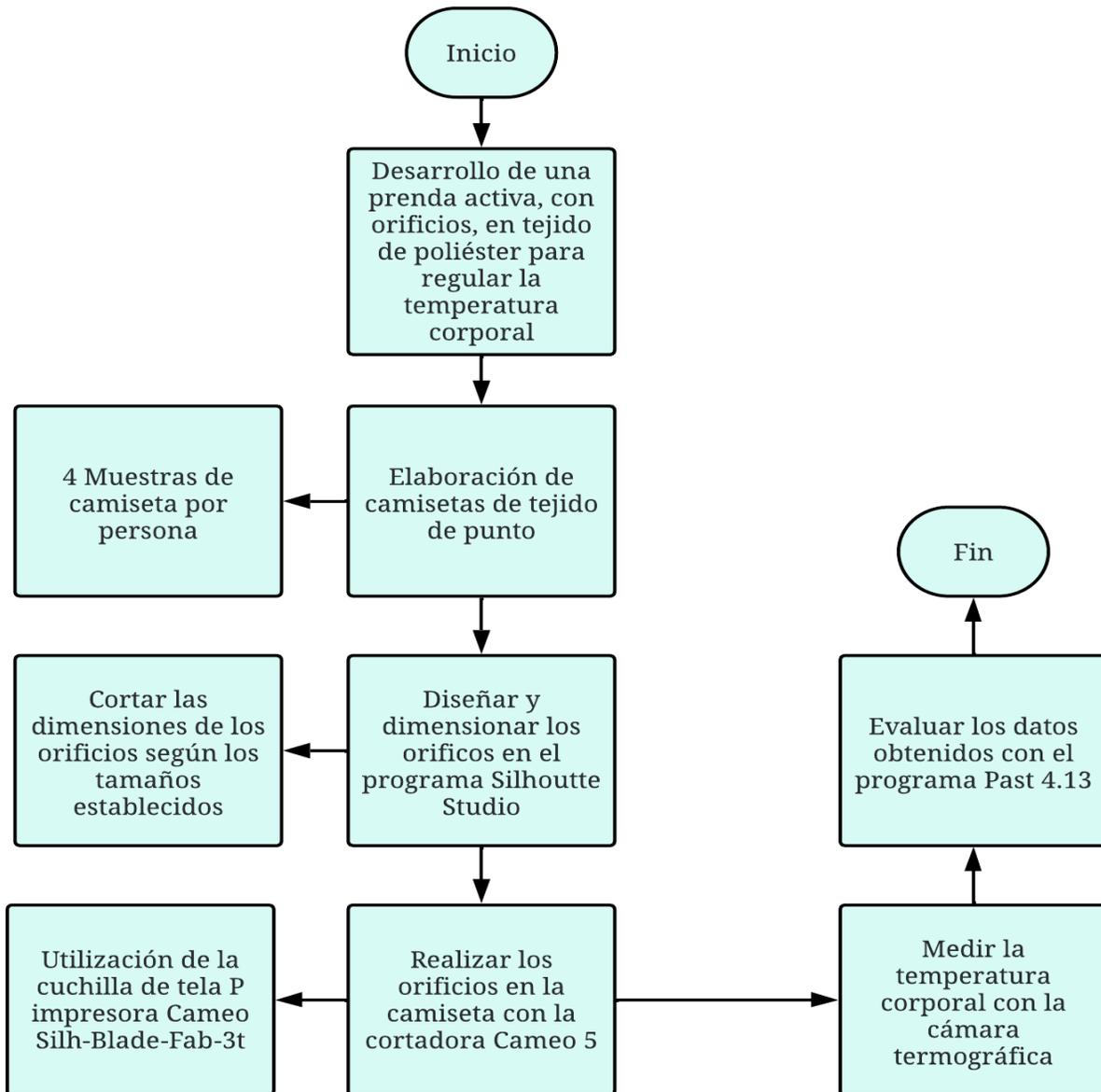
#### **2.4.1 Flujograma General**

En el flujograma general se muestran cada una de las etapas para la evaluación de la temperatura corporal con la implementación de orificios en la camiseta. En la **Figura 2** se muestra

el diagrama general del proceso para el desarrollo de una prenda activa con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal.

**Figura 2**

*Flujograma general*



Fuente: Elaboración propia

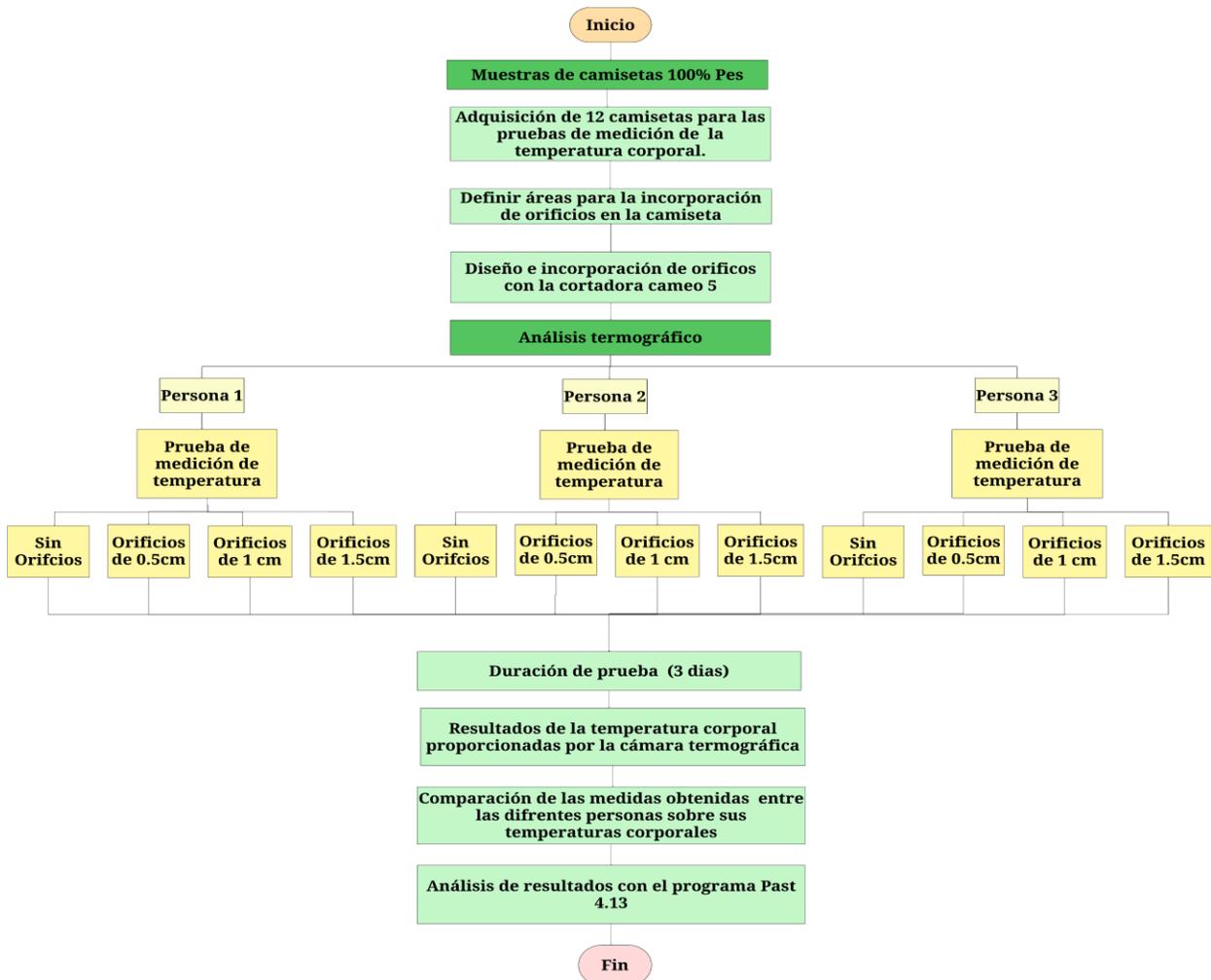
## 2.4.2 Flujograma Muestral

El flujograma muestral describe en detalle el procedimiento que se aplicará a los participantes para evaluar su temperatura corporal, cuyos resultados serán posteriormente comparados utilizando el programa Past 4.13.

En la **Figura 3** se muestra el diagrama muestral del proceso para el desarrollo de una prenda activa con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal.

**Figura 3**

*Flujograma muestral*



Fuente: Elaboración propia

## **2.5 Equipos y materiales**

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizaron diversos equipos y materiales que facilitaron su ejecución y conclusión. Estos recursos fueron esenciales para la creación de una prenda activa con orificios en un tejido 100% poliéster, diseñada para regular la temperatura corporal, contribuyendo al análisis y evaluación de este proyecto.

### **2.5.1 Cámara Termográfica infrarroja NF-521**

Este dispositivo permite capturar imágenes térmicas que resaltan las zonas frías y calientes en la pantalla, facilitando la identificación precisa de variaciones de temperatura en un objeto. Gracias a esto, es posible localizar rápidamente el área de interés. Además, cuenta con una tarjeta de memoria de 16GB para almacenar una gran cantidad de imágenes y datos, generando imágenes infrarrojas de alta calidad, lo que lo hace ideal para la detección de fallas y tareas de mantenimiento (Impormel, 2024).

Este dispositivo cuenta con dos modos visuales intercambiables, lo que facilita la comparación de gráficos de medición y la identificación de puntos de falla. Es una herramienta ideal para electricistas y técnicos de mantenimiento, ya que permite detectar de manera rápida y precisa las áreas problemáticas (NOYAFSA, 2024).

Este equipo presenta ventajas significativas para la medición de temperatura, destacando su diseño ergonómico y facilidad de uso. Además, captura imágenes de alta calidad con datos precisos y relevantes, que posteriormente son analizados por los usuarios para identificar las distintas temperaturas registradas. Gracias a las diversas paletas de colores de la cámara termográfica, se mejora la visualización y comprensión de las mediciones en equipos que emiten calor.

La cámara termográfica contiene accesorios que nos facilitan en la medición como se muestra en la **Figura 4** que ayudan a medir con gran exactitud las temperaturas de componentes eléctricos, mantenimientos, construcción y temperaturas corporales.

#### **Figura 4**

*Cámara Termográfica infrarroja NF-521*



Fuente: Elaboración propia

La cámara termográfica cuenta con especificaciones técnicas muy importantes, como se muestra en la **Tabla 2**, brinda al usuario información clave para el uso adecuado del equipo, resaltando sus especificaciones fundamentales para los objetivos de esta investigación. El modelo NF-521 cuenta con un amplio rango de medición, permitiendo detectar temperaturas tanto bajas como altas con alta precisión. Además, su pantalla LCD de fácil lectura y su conectividad mediante USB o Bluetooth ofrecen mayor comodidad y flexibilidad, facilitando la obtención de datos precisos y relevantes en la medición de temperatura.

**Tabla 2***Características de imagen térmica del NF-521*

Ítem	Especificación	Descripción
1	Idioma	Inglés, chino
2	Resolución de imágenes térmicas	32*32 (1024 píxeles)
3	Obturador electrónico	No
4	Cámara de luz visible	2 megapíxeles
5	Resolución de pantalla	Modo detención de bordes por infrarrojos/ modo de fusión de luz dual/Modo de luz visible/Modo de infrarrojos
6	Paletas de colores	Rojo hierro/ color frío/calor negro/arco iris/ calor rojo/ calor blanco/Lava
7	Ancho de banda spectral infrarrojo	8~14jµm
8	Campo de visión	33° horizontales
9	IFOV	18 mrad
10	Sensibilidad de imagen térmica	150 metros
11	Cuadros por segundo	≤ 9Hz
12	Formato de imagen	BMP

Fuente: (Impormel, 2024)

En la **Tabla 3** se describe las características técnicas que dispone la cámara termográfica NOYAFa NF-521, permitiendo conocer sus rangos y especificaciones de temperatura de control en cuanto a sus configuraciones en el equipo.

**Tabla 3***Medición de temperatura por infrarrojo del NF-521*

Ítem	Especificación	Descripción
1	Rango de medición de temperatura	-20~400°C 0°C a 400°C Precisión: $\pm 1,8\%$ o $\pm 1,8^\circ\text{C}$ , -20 a
2	Precisión básica	-0,9°C Precisión: $\pm 3^\circ\text{C}$ , Condiciones de prueba, emisividad: 0,95 Temperatura ambiente: $25 \pm 2^\circ\text{C}$
3	Emisividad	Ajustable 0,1~0,99
4	Resolución de medición	$0,1^\circ\text{C}/^\circ\text{F}$
5	Tiempo de respuesta	150ms
6	Banda espectral	8~14 $\mu\text{m}$

Fuente: (Impormel, 2024)

En la **Tabla 4** proporciona información sobre los parámetros generales de la cámara termográfica NF-521, permitiendo optimizar su rendimiento según los requerimientos específicos de esta investigación. Además, posee la capacidad de capturar imágenes infrarrojas, facilitando la observación y medición de variaciones de temperatura en tiempo real. Su alta resolución de imagen garantiza un nivel de detalle preciso, mientras que su sensibilidad térmica permite detectar incluso mínimas diferencias de temperatura. Asimismo, cuenta con un amplio rango de medición, adaptándose a diversas aplicaciones y ofreciendo datos confiables con un campo de visión adecuado para distintos análisis de resultados.

**Tabla 4***Parámetros generales del NF-521*

Ítem	Especificación	Descripción
1	Tamaño del dispositivo (LxWx H)	60*120*210mm
2	Monitor	2,4in LCD TFT
3	Resolución de pantalla	320*240 pixeles
4	Batería	3,7 v/2600 mAh
5	Función de apagado automático	Si
6	Certificación	CE
7	Tarjeta SD	Tarjeta micro TF de 16 GB
8	Temperatura de trabajo	-10°C~45°C, 14°F-113°F
9	Aprueba de caídas	1M (3,28 pulgadas)
10	Accesorios estándar	Carga, manual, cable USB, tarjeta micro TF de 16 GB

Fuente: (NOYafa, 2024)

### 2.5.2 Caracterización del tejido

La tela aplicada proviene de un material sintético 100% poliéster ampliamente utilizado en la industria textil gracias a sus características y propiedades como se muestra en la **Tabla 5**. Este material se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, su capacidad de secado rápido y su habilidad para conservar su forma incluso después de múltiples lavados sin sufrir desgaste en el tejido. No obstante, una de sus desventajas es que dificulta una transpiración eficiente, ya que restringe el flujo de aire, lo que puede generar incomodidad, especialmente en el uso diario o durante actividades deportivas.

**Tabla 5**

*Especificaciones de la tela 100% poliéster*

Ítem	Descripción	Especificación
1	Composición	100 % PES
2	Tejido	Punto
3	Color	Blanco
4	Rendimiento	1.7 m/Kg
5	Gramaje	165 g/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.3 Termohigrómetro

El termohigrómetro es un dispositivo utilizado para medir tanto la temperatura como la humedad relativa del ambiente, proporcionando información sobre las condiciones atmosféricas en un determinado espacio.

**Figura 5**

*Termohigrómetro*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6***Especificaciones del Termohigrómetro*

<b>Ítem</b>	<b>especificación</b>	<b>Descripción</b>
1	Rango de temperatura	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
2	Rango de variación	±1°C
3	Rango de humedad	20%HR a 98%HR (60% ±5%HR)
4	Temperatura	°C o °F
5	Lectura en pantalla	76 x 65 mm
6	Tipo de batería	Batería AAA (5 volt)
7	Tamaño de pantalla	80 x 68 mm
8	Distancia de medición	1.5 metros

Fuente: Elaboración propia

#### **2.5.4 Cortadora de plotter**

La utilización de la cortadora de plotter ayuda a crear diseños de corte sobre la tela mediante cuchillas que son adaptadas de acuerdo con el tipo de material que se está trabajando.

Entre las características que presentan esta máquina son:

- Tipo: Cuchilla Silh-Blade-Fab-3t
- Longitud de la hoja: 0.1mm – 1mm
- Base de corte: 12x12 pulg

En la **Figura 6** nos muestra que la máquina cortadora de plotter Cameo 5 se destaca por su alta precisión, siendo ideal para cortar materiales como vinilo, papel, cartulina y telas delgadas, lo que la hace perfecta para proyectos de manualidades y personalización. Este modelo incorpora

una cuchilla optimizada y rodillos ajustables, permitiendo trabajar con materiales de distintos grosores y tamaños. Cameo 5 es una herramienta versátil y eficiente, diseñada para realizar cortes automáticos con gran exactitud. Su funcionamiento está respaldado por el programa Silhouette, que permite diseñar y ajustar los cortes según las necesidades del usuario, optimizando su rendimiento en tareas de corte.

### **Figura 6**

*Cortadora plotter cameo 5*



Fuente: Elaboración propia

## **2.6 Norma**

Las normas establecen estándares y directrices que garantizan la calidad, seguridad y eficiencia de productos, procesos o servicios. Su propósito es unificar criterios y procedimientos para asegurar compatibilidad, confiabilidad y seguridad, permitiendo que empresas y organizaciones operen de manera uniforme y cumplan con los requisitos tanto a nivel nacional como internacional.

En esta investigación, la norma IEC 80601-2-59 se utilizan para evaluar la precisión y confiabilidad de las mediciones obtenidas con la cámara termográfica en los usuarios. La termografía comparativa es una herramienta especialmente efectiva, ya que permite obtener mediciones más exactas, incluso en condiciones variables que puedan surgir durante estudios que demandan alta precisión. Esto garantiza que los objetivos del estudio se cumplan de manera rigurosa y fiable.

### **2.6.1 Norma IEC 80601-2-59 Detección de la temperatura febril humana.**

La norma IEC 80601-2-59 establece las técnicas empleadas para medir los parámetros termográficos en diversas máquinas. Según esta normativa, la termografía comparativa resulta especialmente útil, ya que permite obtener mediciones más precisas, incluso en entornos con condiciones variables propias del funcionamiento diario de ciertos equipos. Además, destaca la importancia del uso de cámaras térmicas infrarrojas para asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos durante el monitoreo termográfico (IEC, 2017).

Esta norma se usa para asegurar la seguridad y el buen funcionamiento de los termógrafos que miden la fiebre sin contacto, en lugares donde el ambiente está controlado. Además, el documento define los parámetros y límites para las pruebas de caracterización de laboratorio de estos dispositivos.

Esta norma se enfoca en la interpretación de imágenes y el diagnóstico termográfico, sirviendo como un complemento a la primera parte, pero sin reemplazarla en ningún caso. El monitoreo de las condiciones térmicas se divide en tres categorías:

- La aplicación de imágenes térmicas en programas de monitoreo de condiciones térmicas permite identificar de manera confiable fallas y disminuciones en el rendimiento.
- La integración con otras tecnologías facilita la detección de fallas al comparar las características técnicas de los equipos evaluados con dispositivos similares.
- El seguimiento del rendimiento, en el que la medición termográfica desempeña un papel fundamental.

Asimismo, se examinó el análisis de los resultados obtenidos, considerando factores como la posición de la cámara infrarroja, los niveles de emisividad, los rangos de medición y la distancia del lente. También se tomaron en cuenta las condiciones de funcionamiento de las maquinarias evaluadas y el entorno en el que operan. Además, se incluyó la calibración de los dispositivos de medición termográfica, resaltando la importancia de consultar los datos esenciales en la guía del fabricante y del proveedor correspondiente.

## **2.7 Procedimiento**

En esta parte se explica cómo se realizará la investigación, con el fin de comprobar si la prenda activa puede controlar la temperatura del cuerpo. Para eso, se usarán los instrumentos y equipos adecuados para evaluarla.

### **2.7.1 Obtención de las camisetas de tejido de poliéster**

Para la obtención de las camisetas de tejido de poliéster, estas deberán ser de color blanco, constar con las tallas designadas para las tres personas que lo van a poner a prueba, aplicando un cuello respectivo de tipo redondo con relación al diseño establecido. Se desarrolló 12 camisetas de tejido de poliéster del mismo modelo y color para esta investigación que se aplicara para la medición de la temperatura corporal hacia las tres personas que serán destinados para el análisis y

evaluación del tiempo y la temperatura con relación al uso de los diferentes modelos de camisetas realizadas.

### **2.7.2 Diseño de orificios**

Para realizar el diseño de corte se hará uso programa Silhoutte, en esta herramienta se definirá el tamaño y las dimensiones de los orificios que serán implementados en la espalda, antepecho y en la parte inferior de las axilas.

Se deberá clasificar, organizar y establecer adecuadamente cada camiseta con sus respectivos cortes de orificios, tallas y la especificación de uso que se determinó en los días de prueba, que harán uso de cada camiseta para las diferentes personas.

Los orificios determinados para emplear en las diferentes áreas de las camisetas establecidas son de 0.5cm, 1cm y 1.5cm, para cada una de las diferentes tallas designadas, en donde se determinará si estas los orificios reducen la temperatura corporal de cuerpo en las personas.

### **2.7.3 Uso de la máquina plotter**

Una vez determinado el tamaño de los orificios, áreas de corte y tallas a emplear en la investigación, se procedió a realizar el corte de las camisetas en tallas M para los diferentes usuarios.

#### **Proceso a realizar el diseño de los orificios:**

- Primeramente, se procedió a calibrar la cuchilla en el programa Silhoutte, de acuerdo con las dimensiones definidas.
- Se colocó la tela en el tapete de corte, para evitar que se arrugue.

- Se procedió a cortar tres muestras para cada dimensión de orificio de 0,5cm, 1cm, 1.5cm, en las tallas M.
- Retirar las camisetas cortadas de la máquina y trasladarlo para la colocación por parte de las personas de prueba, que posteriormente serán evaluados con la cámara termográfica y determinar si se reduce la temperatura en las personas.
- La medición con la cámara termográfica se realizó el primer día con el uso de los tres diferentes tipos de orificios y una sin orificios destinadas para las respectivas personas, tomando en cuenta las variables como tiempo, temperatura y condiciones ambientales.
- Los datos obtenidos por la cámara termográfica fueron realizados con el uso de la norma IEC 80601-2-59 establecida para la medición de la temperatura corporal de las personas cumpliendo los parámetros necesarios para la obtención de los datos y posterior su tabulación.
- El segundo día se efectuó la misma medición con las tres personas tomando en cuenta las mismas variables que se aplicaron en el primer día de medición.
- El tercer día se efectuó la misma medición con la cámara termográfica con las tres personas tomando en cuenta las variables que establecen para su medición y así finalizando las pruebas de medición para posterior conocer los resultados obtenidos durante toda la medición, obteniendo finalmente el resultado final de la investigación.

#### **2.7.4 Muestras**

Las muestras obtenidas mediante el corte en el programa Silhouette Studio incluyen orificios de diferentes dimensiones (0.5 cm, 1 cm y 1.5 cm), además de una muestra sin orificios. Estas se establecieron para evaluar la temperatura corporal en los sujetos de prueba, permitiendo analizar los resultados termográficos de las diferentes prendas.

En la **Tabla 7** se detalla claramente las especificaciones de la camiseta para las pruebas de medición de la muestra 1 para los diferentes sujetos de prueba que serán sometidos a pruebas termográficas de las diferentes zonas del cuerpo, permitiendo conocer el área designado donde será medido con la cámara termográfica.

**Tabla 7**

*Muestra 1*

<b>CAMISETA SIN ORIFICIOS</b>					
<b>DETALLES DE LA CAMISETA</b>					
<b>Material</b>	<b>Tejido</b>	<b>Color</b>	<b>Talla</b>	<b>Cuello</b>	<b>Peso (g/m<sup>2</sup>)</b>
100% PES	Jersey	Blanco	M	Redondo	180 g/m <sup>2</sup> (+/-5 gr/ m <sup>2</sup> )
<b>FOTOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>	<b>Zona 4</b>		
Pecho	Espalda	Axila derecha	Axila Izquierda		
					

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 2 se observa que la camiseta cuenta con orificios de 0.5 cm en su dimensión, como se detalla en la **Tabla 8**, donde se especifican las características de la prenda. Esta característica fue preparada para su posterior evaluación de la temperatura corporal en los

diferentes sujetos de prueba, utilizando una cámara termográfica durante los días programados para la medición.

**Tabla 8**

*Muestra 2*

<b>CAMISETA CON ORIFICIOS DE 0.5CM</b>					
<b>DETALLES DE LA CAMISETA</b>					
<b>Material</b>	<b>Tejido</b>	<b>Color</b>	<b>Talla</b>	<b>Cuello</b>	<b>Peso (g/m<sup>2</sup>)</b>
100% PES	Jersey	Blanco	M	Redondo	180 g/m <sup>2</sup> (+/-5 gr/ m <sup>2</sup> )
<b>FOTOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>	<b>Zona 4</b>		
Pecho	Espalda	Axila derecha	Axila Izquierda		
					

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 3 se observa que la camiseta ha sido diseñada con orificios de 1 cm de diámetro, según se describe en la **Tabla 9**, que presenta las especificaciones técnicas de la prenda. Esta muestra fue preparada para realizar la evaluación de la temperatura corporal en los sujetos de prueba, utilizando la cámara termográfica durante los días establecidos para la medición, permitiendo analizar el impacto de esta configuración en los resultados obtenidos.

**Tabla 9**

*Muestra 3*

<b>CAMISETA CON ORIFICIOS DE 1CM</b>					
<b>DETALLES DE LA CAMISETA</b>					
<b>Material</b>	<b>Tejido</b>	<b>Color</b>	<b>Talla</b>	<b>Cuello</b>	<b>Peso (g/m<sup>2</sup>)</b>
100% PES	Jersey	Blanco	M	Redondo	180 g/m <sup>2</sup> (+/-5 gr/ m <sup>2</sup> )
<b>FOTOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>	<b>Zona 4</b>		
Pecho	Espalda	Axila derecha	Axila Izquierda		
					

Fuente: Elaboración propia

En la muestra 4 se identifica que la camiseta ha sido confeccionada con orificios de 1.5 cm de diámetro, tal como se detalla en la

**Tabla 10**, que especifica las características técnicas de la prenda. Esta muestra fue diseñada con el propósito de evaluar la temperatura corporal de los sujetos de prueba, empleando una cámara termográfica durante los días asignados para la medición, lo que permitirá analizar cómo esta configuración influye en los resultados obtenidos.

**Tabla 10**

*Muestra 4*

---

**CAMISETA CON ORIFICIOS DE 1.5CM**

---

**DETALLES DE LA CAMISETA**

<b>Material</b>	<b>Tejido</b>	<b>Color</b>	<b>Talla</b>	<b>Cuello</b>	<b>Peso (g/m<sup>2</sup>)</b>
100% PES	Jersey	Blanco	M	Redondo	180 g/m <sup>2</sup> (+/-5 gr/ m <sup>2</sup> )

**FOTOS DE LA MUESTRA**

<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>	<b>Zona 4</b>
<b>Pecho</b>	<b>Espalda</b>	<b>Axila derecha</b>	<b>Axila Izquierda</b>
			

---

Fuente: Elaboración propia

### **2.7.5 Condiciones para la medición con la cámara termográfica**

Para esta investigación, se han definido condiciones y parámetros específicos con el objetivo de garantizar una medición termográfica precisa en los distintos sujetos de prueba durante los tres días de evaluación. Esto permite obtener datos confiables sobre las temperaturas corporales, siguiendo normas como la ISO 139, la cual establece lineamientos para el acondicionamiento de las pruebas, tal como se detalla en la **Tabla 11**.

**Tabla 11***Parámetros para la medición de la temperatura corporal*

<b>Ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
1	Humedad relativa	65% $\pm$ 4
2	Temperatura ambiente	20 $\pm$ 2
3	Distancia de la muestra	1 metro
4	Edades de modelos	20-22 años
5	Sexo	Masculino
6	Ciudad	Cayambe
7	Fecha	06//12//2024
8	Emisividad del poliéster	0.80 a 0.95
9	Tiempo de exposición de la camiseta	10 minutos
10	Rango de IMC	18.5-24.0
11	Peso ideal	119 lb-155 lb
12	Altura	170 cm-180 cm

Fuente: Elaboración propia

### **2.7.6 Resultados a obtener sobre el análisis del programa Past 4.13**

A través de la incorporación de los diferentes tipos de orificios, se pretende darles a los textiles una característica termorreguladora que ayude a que la prenda pueda transpirar y no se sofocan las personas con el uso de una prenda 100% poliéster.

Para determinar la veracidad de esto, se requieren datos cuantificables que permitan la tabulación, y se lo consigue con la cámara termográfica que proporciona valores reales de la temperatura corporal bajo el uso de un textil activo, ayudando a validar que la incorporación de orificios reduce la temperatura corporal del cuerpo, obteniendo resultados que se evaluaron con el programa Past 4.13 de acuerdo con los datos obtenidos por la cámara termográfica.

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS Y RESULTADO

#### 3.1. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de cada una de las pruebas realizadas, que incluyen la medición de la temperatura corporal con la prenda activa en las diferentes personas, siguiendo estrictamente las normas establecidas para cada proceso. Además, se incluye un análisis detallado de los resultados mediante el uso de tablas y gráficos que facilitan la interpretación detallada de los resultados finales de esta investigación.

##### 3.1.1. Análisis de datos de los ensayos termográficos

El análisis se realizó en los tres sujetos, considerando las diferentes dimensiones de los orificios plasmados en las camisetas. Los ensayos termográficos se realizaron bajo diversas condiciones ambientales, incluyendo temperatura, humedad relativa, emisividad, distancia de medición, edad, sexo y tiempo de exposición, como se detalla en la **Tabla 11**. Estos parámetros fueron cuidadosamente establecidos y aplicados antes de proceder al análisis de las imágenes.

Para medir la temperatura corporal, se utilizó la cámara termográfica NOYafa NF-521 como se muestra en la **Figura 4**, con la cual se capturaron imágenes térmicas de diferentes zonas del cuerpo, incluyendo el pecho, la espalda y ambas axilas (derecha e izquierda) de los sujetos. En cada imagen se registraron datos clave, como la temperatura promedio de cada zona del cuerpo, obtenidos durante las pruebas realizadas a cada uno de los sujetos en los tres días determinados para su medición.

### 3.1.2. Tabla de resultados de la medición temperatura corporal

En esta sección se presentan claramente las tablas con los resultados obtenidos de la temperatura corporal de cada sujeto, medidas en las diferentes áreas del cuerpo y utilizando orificios de distintas dimensiones durante los tres días de prueba.

De la **Tabla 12** a la **Tabla 14** se muestran los datos recopilados de las mediciones de temperatura corporal realizadas a los tres sujetos de prueba con la cámara termográfica NOYafa NF-521, todas las pruebas termográficas se realizaron en condiciones ambientales como su temperatura a  $20 \pm 2$  y su humedad relativa de  $65\% \pm 4$ . En estas tablas se detallan valores relevantes, como la temperatura promedio obtenida a partir de las tomas que fueron medidas en las distintas zonas del cuerpo con ayuda del equipo en cada persona. Los valores promedios fueron obtenidos de la medición de tres tomas de muestras.

**Tabla 12**  
*Resultados termográficos del primer sujeto*

Valores promedio de la temperatura corporal con el primer sujeto												
Zonas del cuerpo	Sin orificios			Orificios 0.5cm			Orificios 1cm			Orificios 1.5cm		
	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3
Pecho	29.3	29.9	29.4	30.2	29.3	30.4	29.9	31.2	29.5	30.2	30.6	30.3
Espalda	27.7	28.6	28.1	28.7	27.9	28.2	28.8	28.8	29.0	30.4	31.0	30.9
Axila derecha	28.6	29.2	27.7	28.1	28.0	29.5	30.6	29.2	27.5	29.3	29.1	29.4
Axila izquierda	27.1	27.9	26.9	28.7	30.0	29.1	29.0	27.8	27.0	29.2	28.9	31.4

La **Tabla 12** presenta los datos de las mediciones de temperatura corporal realizadas con la cámara termográfica durante los tres días de prueba en las diferentes zonas del cuerpo del primero sujeto, utilizando camisetas con diferentes dimensiones en sus orificios como: sin orificios, con orificios de 0.5 cm, 1 cm y 1.5 cm.

**Tabla 13**

*Resultados termográficos del segundo sujeto*

Valores promedio de la temperatura corporal del segundo sujeto												
Zonas del cuerpo	Sin orificios			Orificios 0.5cm			Orificios 1cm			Orificios 1.5cm		
	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 1	Dia 2	Dia 3
Pecho	28.4	29.6	28.8	30.0	29.3	28.8	26.2	26.6	27.9	26.4	26.6	26.9
Espalda	30.5	30.0	30.4	28.9	29.2	29.3	29.0	28.6	28.4	27.4	28.1	28.0
Axila derecha	29.9	28.4	29.8	28.3	30.0	29.2	27.1	27.0	27.0	27.9	28.6	29.1
Axila izquierda	29.3	27.2	28.9	28.2	27.1	27.3	28.5	29.0	28.1	27.4	26.4	26.5

Fuente: Propia

En la **Tabla 13** se muestra detalladamente los valores promedios obtenidos de la temperatura corporal del segundo sujeto en los tres días de prueba, su toma de medición fue realizadas en las diferentes zonas del cuerpo en donde la persona tiende a tener mayor aislamiento térmico utilizando la camiseta de diferentes dimensiones como: orificios de 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm y una prueba de medición sin orificios.

**Tabla 14***Resultados termográficos del tercer sujeto*

Valores promedio de la temperatura corporal del tercer sujeto												
Zonas del cuerpo	Sin orificios			Orificios 0.5cm			Orificios 1cm			Orificios 1.5cm		
	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3	T(°C) Dia 1	T(°C) Dia 2	T(°C) Dia 3
Pecho	30.1	30.0	31.2	28.1	28.7	29.2	29.2	29.4	29.3	28.0	29.8	28.8
Espalda	30.3	30.7	30.2	29.8	30.5	29.6	28.9	29.7	29.5	28.9	29.2	28.7
Axila derecha	31.9	29.8	27.6	30.6	29.9	29.1	29.7	29.8	28.0	28.1	28.2	26.1
Axila izquierda	30.8	29.2	29.4	29.9	29.0	29.2	29.7	29.8	29.7	28.8	29.3	28.3

Fuente: Propia

La **Tabla 14** presenta de manera detallada los resultados de las mediciones de la temperatura corporal promedio del tercer sujeto durante los tres días de prueba. Estas mediciones se realizaron utilizando camisetas con diferentes tamaños de orificios: sin orificios, con orificios de 0.5 cm, 1 cm y 1.5 cm en distintas áreas del cuerpo. Esto permitió obtener datos relevantes a partir de las imágenes termográficas capturadas en cada zona corporal con la ayuda de una cámara termográfica. La cámara fue calibrada para garantizar mediciones precisas, considerando los parámetros establecidos para cada sujeto y la emisividad del objeto medido en las áreas corporales donde se registró un mayor incremento de temperatura.

**Tabla 15***Resultados promedio de las pruebas termográficas*

<b>Valor medio de los promedios de la temperatura corporal</b>					
	<b>Zona del cuerpo</b>	<b>T (°C) Sin orificio</b>	<b>T (°C) Orificio de 0.5cm</b>	<b>T (°C) Orificio de 1cm</b>	<b>T (°C) Orificio de 1.5cm</b>
<b>Sujeto 1</b>	Pecho	29.53	29.97	30.20	30.37
	Espalda	28.13	28.27	28.87	30.77
	Axila derecha	28.50	28.53	29.10	29.27
	Axila izquierda	27.30	29.27	27.93	29.83
<b>Sujeto 2</b>	Pecho	28.93	29.37	26.90	26.63
	Espalda	30.30	29.13	28.67	27.83
	Axila derecha	29.37	29.17	27.03	28.53
	Axila izquierda	28.47	27.53	28.53	26.77
<b>Sujeto 3</b>	Pecho	30.43	28.67	29.30	28.87
	Espalda	30.40	29.97	29.37	28.93
	Axila derecha	29.77	29.87	29.17	27.47
	Axila izquierda	29.80	29.37	29.73	28.80

Fuente: Propia

La **Tabla 15** presenta la media de los promedios obtenidos a partir de las pruebas termográficas realizadas durante los tres días de evaluación a los tres sujetos de prueba, utilizando la cámara termográfica NOYAFa NF-521. En esta tabla se detallan los resultados correspondientes

a cada zona del cuerpo, evaluadas según las distintas dimensiones de los orificios implementados en las camisetas.

### **3.2. Discusión de resultados sobre el desarrollo de una prenda activa, con orificios, en tejido de poliéster para regular la temperatura corporal**

Este apartado permite evaluar la efectividad de las soluciones propuestas al crear prendas activas con características especiales que cumplan objetivos dando beneficios al usuario al momento de usar la prenda, identificando tanto las fortalezas como las limitaciones del proceso, y estableciendo conclusiones relevantes que aporten al conocimiento del tema estudiado. En este contexto, el desarrollo de una prenda activa diseñada para regular la temperatura corporal, mediante orificios estratégicamente distribuidos en tejido de poliéster, evidenció resultados alentadores, destacándose en términos de funcionalidad y confort, lo que confirma su potencial para cumplir con los objetivos planteados.

#### **3.2.1. Normalidad de datos para determinar su confiabilidad**

La normalidad de los datos se refiere a la distribución de los valores numéricos que siguen un patrón específico, comúnmente asociado a variables como temperatura, peso o estatura. En cuanto al nivel de confiabilidad, los resultados de la prueba de Anderson-Darling muestran valores  $p(\text{normal})$  superiores a 0.05, lo que respalda una confiabilidad del 95% en los datos evaluados. Si el valor de  $p$  es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que los datos no son confiables ni verídicos. Por el contrario, si el valor de  $p$  es mayor a 0.05. Esta evaluación se considera que los datos tienen un nivel de confiabilidad superior al 95 %, garantizando la validez y utilidad de los datos en el análisis estadístico (Centeno, 2024).

**Figura 7**

*Normalidad de datos de termografía con camiseta sin orificio*

Tests for normal distribution				
	T prom(°C) Sin orific	T prom(°C) 0.5cm	T prom(°C) 1cm	T prom(°C) 1.5cm
<b>N</b>	12	12	12	12
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9391	0,9296	0,9271	0,963
<b>p(normal)</b>	0,4868	0,3754	0,3505	0,8257
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2823	0,3378	0,4107	0,1971
<b>p(normal)</b>	0,5704	0,4388	0,2873	0,8548
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,6131	0,4492	0,306	0,8758
<b>Lilliefors L</b>	0,1338	0,1865	0,17	0,1236
<b>p(normal)</b>	0,7961	0,2899	0,4316	0,8803
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,7945	0,2902	0,4282	0,8812
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,7569	0,904	0,9439	0,4449
<b>p(normal)</b>	0,6849	0,6363	0,6238	0,8006
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4885	0,3716	0,3449	0,7375

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Anderson-Darling es una herramienta estadística que sirve para verificar si los datos siguen una distribución específica, poniendo especial atención en los valores más pequeños y grandes. Esta prueba compara los datos observados con lo que se espera en una distribución teórica, dando mayor importancia a las diferencias en las colas de la distribución. Por eso, es más precisa que otras pruebas para detectar irregularidades en los extremos y funciona bien tanto con pocas como con muchas muestras.

Las pruebas termográficas realizadas en cada una de las muestras de esta investigación fueron analizadas utilizando el programa PAST 4.13, como se muestra en las Figura 7. Este análisis permitió verificar la confiabilidad de los datos obtenidos, respaldada por los resultados estadísticos. En particular, el valor de  $p$  superior a 0,05 indica que los resultados de esta investigación son estadísticamente confiables.

### 3.2.2. Análisis de la varianza en diferentes dimensiones de orificios

En este apartado se presentan los resultados obtenidos mediante el programa PAST 4.13, correspondientes al análisis de varianza aplicado a la medición de la temperatura corporal de tres sujetos participantes en esta investigación. Los datos obtenidos en esta sección son fundamentales para cumplir con los requerimientos del estudio.

Se conoció los datos termográficos de los sujetos de prueba en las diferentes zonas del cuerpo (pecho, espalda, axila derecha e izquierda como se muestra en la **Figura 8**. Se presentan datos estadísticos de las diferentes dimensiones como: sin orificio, orificio de 0.5cm, orificio de 1cm y orificio de 1.5cm. Todos los CV están por debajo del 5% ( $CV < 5\%$ ), lo que indica una baja variabilidad relativa en las mediciones realizadas.

**Figura 8**

*Varianza de los resultados termográficos*

Univariate statistics				
	T°(C) Sin orificios	T°(C) 0.5cm	T°(C) 1cm	T°(C) 1.5cm
<b>N</b>	12	12	12	12
<b>Min</b>	27,3	27,53	26,9	26,63
<b>Max</b>	30,43	29,97	30,2	30,77
<b>Sum</b>	350,93	349,12	344,8	344,07
<b>Mean</b>	29,24417	29,09333	28,73333	28,6725
<b>Std. error</b>	0,2862094	0,2123153	0,2908695	0,3800601
<b>Variance</b>	0,9829902	0,5409333	1,015261	1,733348
<b>Stand. dev</b>	0,9914586	0,7354817	1,007601	1,316567
<b>Median</b>	29,45	29,22	28,985	28,835
<b>25 prcntil</b>	28,4775	28,565	28,08	27,56
<b>75 prcntil</b>	30,175	29,745	29,3525	29,69
<b>Mode</b>	NA	NA	NA	NA
<b>Skewness</b>	-0,549328	-0,7593196	-0,7369864	-0,08778853
<b>Kurtosis</b>	-0,4966767	0,3413056	-0,04801279	-0,7455865
<b>Geom. mean</b>	29,22859	29,08471	28,71689	28,64469
<b>Coeff. var</b>	3,390278	2,528008	3,506733	4,59174

Fuente: Elaboración propia

La temperatura promedio sin orificio, con un coeficiente de variación de 3.39%, presenta una variabilidad baja, lo que indica que esta muestra es consistente y confiable. Por otro lado, en los orificios de 0.5 cm, con un CV de 2.52%, es la muestra con menor variabilidad, lo que sugiere que sus datos son los más estables y uniformes entre todas las muestras analizadas. En el caso de del orificio de 1cm, el CV es de 3.50% que muestra una ligera mayor dispersión en comparación con las muestras anteriores, pero sigue siendo aceptable para este tipo de análisis.

Finalmente, la temperatura promedio del orificio de 1.5 cm, con un CV de 4.59%, presenta la mayor variabilidad. Aunque este valor aún se encuentra dentro de límites razonables, es menos estable en relación con las otras muestras.

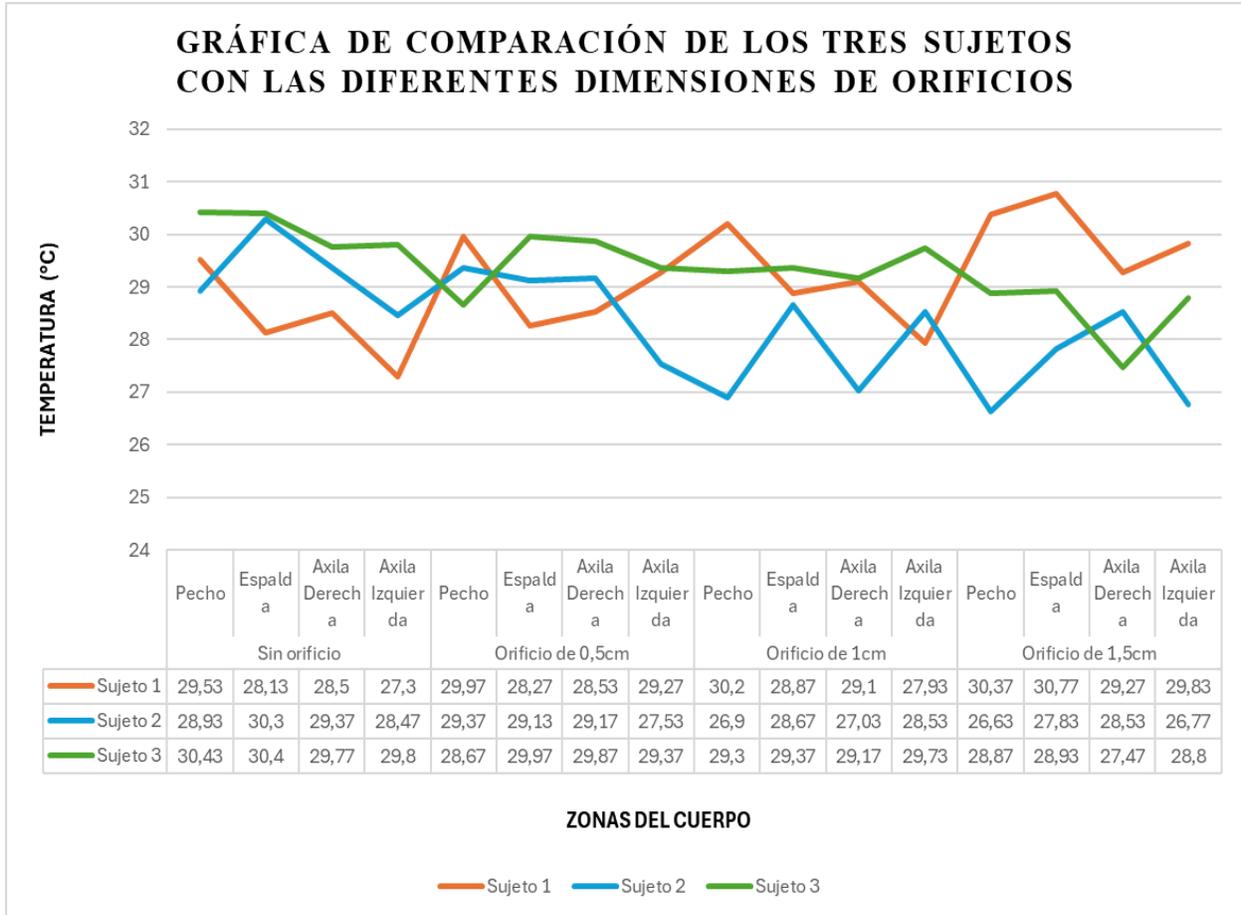
### **3.2.3. Análisis de resultados**

En este apartado se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos a partir de las mediciones de la temperatura corporal realizadas durante el proyecto. Para ello, se incluyen las gráficas correspondientes a los tres días de evaluación, en los que se midió la temperatura corporal considerando las distintas dimensiones de los orificios en las camisetas. Este análisis se realizó siguiendo los parámetros establecidos previamente, tal como se detalla en la **Tabla 11**.

Los resultados obtenidos de los tres sujetos de prueba permitieron llevar a cabo una comparación detallada de las temperaturas registradas en distintas áreas del cuerpo, considerando las diferentes dimensiones de los orificios incorporados en la camiseta. Este análisis evidenció el comportamiento térmico de cada participante y las variaciones en la temperatura según las condiciones evaluadas, incluyendo la temperatura promedio en condiciones normales durante los tres días de medición.

**Figura 9**

*Análisis gráfico de todos los promedios de las temperaturas corporales*

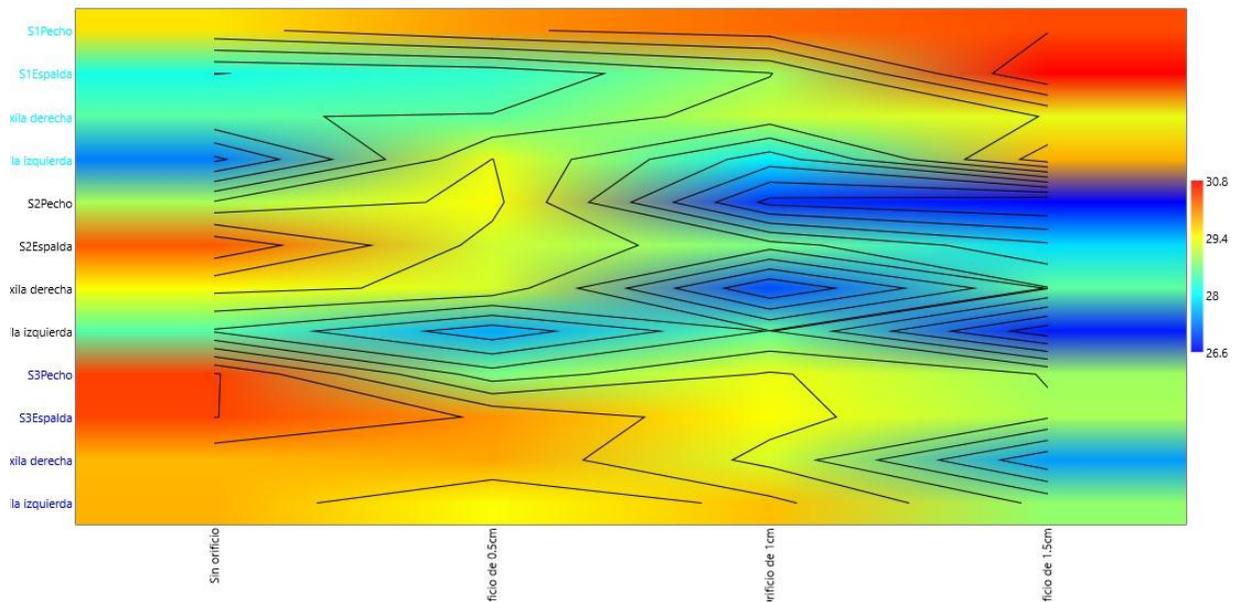


En **Figura 9** muestra que la temperatura corporal de las zonas evaluadas (pecho, espalda, axilas) varía dependiendo del tamaño de los orificios y de las características individuales de los sujetos. En general, se observa que a medida que aumenta el tamaño del orificio (de 0.5 cm a 1.5 cm), la temperatura tiende a disminuir, indicando una mayor disipación de calor, especialmente en el pecho y la espalda. Las axilas registran las temperaturas más bajas en comparación con otras zonas, mientras que los sujetos presentan diferencias significativas: el Sujeto 3 mantiene temperaturas más altas, mientras que el Sujeto 1 experimenta mayores descensos. Esto sugiere que tanto las dimensiones de los orificios como las características individuales influyen en la capacidad

de disipación térmica, lo que podría ser relevante para el diseño de ropa o equipos que regulen la temperatura corporal.

### Figura 10

*Distribución Térmica en diferentes zonas del cuerpo*



Fuente: Elaboración propia

El análisis de la gráfica térmica revela la distribución de temperatura en diferentes zonas del cuerpo, al utilizar una prenda activa con variaciones en el tamaño de los orificios. Se observa una gama cromática que va desde el azul (zonas de menor temperatura, aproximadamente 26.6 °C) hasta el rojo intenso (zonas de mayor temperatura, superando los 30.8 °C). Además, se muestra la variación de la temperatura corporal en diferentes zonas del cuerpo de tres sujetos de prueba (S1, S2 y S3) en función de la presencia y tamaño de orificios en la prenda. En el eje vertical se identifican las zonas de medición, incluyendo pecho, espalda y axilas, mientras que en el eje horizontal se presentan las diferentes condiciones de prueba, que van desde "sin orificio" hasta orificios de 1.5 cm de diámetro.

En términos generales, la temperatura es más elevada cuando no hay orificios en la prenda, lo que sugiere una menor capacidad de disipación térmica. A medida que se incorporan orificios de distintos tamaños, se observa una reducción progresiva de la temperatura en varias regiones del cuerpo. Este efecto es más notable en las zonas de la espalda y las axilas, donde la presencia de orificios parece mejorar el intercambio de calor con el ambiente, permitiendo una mejor ventilación y disipación térmica.

Al analizar la distribución térmica en cada sujeto de prueba, se identifican diferencias individuales en la respuesta al uso de prendas con orificios. Mientras que algunos sujetos presentan un enfriamiento más uniforme en el pecho y espalda, otros muestran zonas donde la temperatura se mantiene más estable, lo que puede estar influenciado por factores como metabolismo, nivel de sudoración y el ajuste de la prenda al cuerpo. En particular, las regiones de las axilas evidencian una mayor sensibilidad térmica, ya que los cambios de temperatura son más pronunciados en comparación con otras áreas del torso.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Durante el proceso de diseño y desarrollo de una prenda activa con perforaciones en una camiseta de tejido de punto 100% poliéster, se identificó que la distribución y la forma de los orificios desempeñan un papel fundamental en la capacidad de la prenda para favorecer la circulación del aire y mejorar la regulación térmica. En este contexto, se optó por un diseño tipo escamas debido a su capacidad para generar flujos de aire controlados, lo que optimiza la disipación del calor y previene la acumulación excesiva de temperatura en zonas específicas del cuerpo. Las pruebas termográficas realizadas respaldaron la eficacia de este diseño, demostrando que la disposición de los orificios mejora la ventilación en áreas clave como el pecho, la espalda y las axilas, dando como resultado el logro de mantener una temperatura más equilibrada y reducir la sensación de sofoco en el usuario.
- La evaluación realizada mediante la cámara termográfica y los datos tabulados en el Excel se logró determinar que el diseño de la camiseta activa influye significativamente en la retención de calor corporal dependiendo del tamaño de los orificios. A medida que el diámetro de los orificios aumenta (0.5 cm, 1 cm, y 1.5 cm), se observa una mayor disipación de calor, reflejada en una disminución de las temperaturas promedio en las distintas zonas del cuerpo, especialmente en las axilas y la espalda. Según los valores estadísticos, los orificios de 1 cm son los más óptimos, permitiendo mantener una regulación térmica adecuada reflejando una menor dispersión de las temperaturas en todas las zonas corporales evaluadas.

- Mediante el análisis de los datos obtenidos con la cámara termográfica NOYAFa NF-521, que fueron cargados al PAST 4.13, se pudo concluir que la temperatura corporal disminuye en relación con el tamaño del orificio incorporado en la camiseta. La prenda activa con orificios de 1 cm presenta una mejora significativa en la regulación térmica respecto a las demás configuraciones evaluadas. Los orificios de 0.5 cm reducen la temperatura promedio en un 0.52%, mientras que los de 1 cm logran una reducción del 1.75%, logrando un balance entre ventilación y confort térmico. Por otro lado, los orificios de 1.5 cm también reducen la temperatura promedio en un 1.75%, mostrando una mayor disipación de calor, pero con menor capacidad de aislamiento.
- Se determinó que los orificios de 1 cm mantienen una variación térmica más uniforme, con una diferencia promedio del 1.75% entre las zonas del cuerpo (pecho, espalda y axilas). Esto evidenció que esta muestra permite una ventilación suficiente, sin comprometer la retención de calor necesaria para el confort del usuario, ofreciendo un diseño ideal para la disipación controlada del calor corporal, y mediante las herramientas visuales, se identificó el tamaño de orificios más eficiente para mantener una temperatura corporal regulable, permitiendo validar los datos estadísticos, que muestran estabilidad térmica entre diferentes zonas del cuerpo, destacando la importancia del diseño en las prendas.

## **Recomendaciones**

- Es recomendable conocer la información apropiada para saber más de esta investigación, obteniendo una base sólida de fuentes confiables como artículos científicos, repositorio de otras instituciones o libros como: (e-libro, Science, Scopus y entre otros), que permitan brindar conocimiento verídicos y confiables.

- Se recomienda considerar cuidadosamente las instrucciones y procedimientos para el uso adecuado de la cámara termográfica, ya que las mediciones de la temperatura corporal pueden variar significativamente si no se realiza un manejo correcto durante el proceso, siendo fundamental que el operador encargado de tomar las mediciones siga las pautas establecidas para garantizar la precisión y confiabilidad de los valores registrados.
- Para analizar los datos obtenidos en la investigación, se recomienda utilizar software como PAST 4.13, que facilita la verificación de la confiabilidad de los resultados. El uso de estas herramientas permite optimizar el proceso de análisis, garantizando resultados más precisos y eficientes a lo largo del desarrollo del trabajo investigativo.
- Es fundamental identificar y establecer todos los parámetros involucrados en el trabajo de investigación, ya que esto permite una práctica eficiente al momento de analizar y comparar los resultados finales. Además, la visualización de los datos a través de gráficas facilita una interpretación clara y precisa, contribuyendo a la validez y solidez del análisis realizado en esta investigación.

## Referencias bibliográficas

Alberto, C., & Novoa, B. (2017). Investigación cuantitativa. <http://www.areandina.edu.co>

Alejandro Picón-Jaimes, Y., Esteban Orozco-Chinome, J., Molina-Franky, J., & Patricia Franky-Rojas, M. (2020). Práctica basada en la evidencia Enterocolitis necrotizante Miedo a la muerte. *Revisión de Tema*, 23(1), 118–130. <https://doi.org/10.29375/issn.0123-7047>

Andrés Páez. (2021). Tu ropa cambiará de forma gracias a los tejidos inteligentes | I'MNOVATION. <https://www.imnovation-hub.com/es/ciencia-y-tecnologia/tejidos-inteligentes-termicos/>

Arletex. (2025). Tela poliéster y tipos de tela poliéster. [https://arletex.mx/telas/tela-poliester?srsltid=AfmBOoryQmNNHmVBwHVmDqK0zdl0C1anR2gJQBj2\\_efXctvTjJ6fP19o](https://arletex.mx/telas/tela-poliester?srsltid=AfmBOoryQmNNHmVBwHVmDqK0zdl0C1anR2gJQBj2_efXctvTjJ6fP19o)

Bruce Ralphin Rose. (2022). Mejora del rendimiento de los aviones futuristas mediante matrices de escamas de peces biomiméticas inspiradas en la naturaleza: un enfoque de diseño. *Biomimetic Intelligence and Robotics*, 2(2). <https://doi.org/10.1016/j.birob.2022.100045>

Bullón Pérez, J. J. (2021). Sistema textil inteligente para la monitorización de la temperatura podal. 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=305220&info=resumen&idioma=SPA>

Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa. <https://doi.org/10.17169/refubium-216>

Da Silva, W. P. A., Lordsleem Júnior, A. C., Ballesteros Ruiz, R. D., & Aquino Rocha, J. H. (2021). Inspección de manifestaciones patológicas en edificios mediante cámara térmica integrada en Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV): una investigación documental. *Revista ALCONPAT*, 11(1), 123–139. <https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.447>

Dieter Nohlen. (2020). Investigación fomentada al análisis de la información. 1.

E. Espinoza, J. R. J. Z. (2017). Servicio de Acreditación Ecuatoriano. [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

Elvia Farinango. (2017). Estudio comparativo de propiedades, en prendas y artículos textiles elaborados con microfilamentos.

Enrique Centeno. (2024). REVISTA DE INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA (ISSN: 2708-1125).  
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REDIES>

Evelyn Aracely Chamba Tituaña. (2017). Universidad Técnica del Norte Biblioteca Universitaria.

Francisco León. (2024). Cómo funcionan las nuevas telas que enfrían el cuerpo en lugar de calentarlo - BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37261982>

Gil García, M., Guillamón, N. M., Corberán Salvador, J. M., Verde Trindade, M., José, J., Antón, S., Vega, J. U., Carlos González García, J., & Vaño Pérez, C. (2010). Estudio de materiales superadsorbentes con aplicaciones textiles para la mejora del confort térmico. Revista de Biomecánica, ISSN 1575-5622, No. 53, 2010, Págs. 31-33, 53, 31–33.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4574908&info=resumen&idioma=SPA>

Google Maps. (2025, October 23). Ingeniería Textil UTN.  
[https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3780043,-78.1259402,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?hl=es&entry=ttu&g\\_ep=EgoyMDI0MTAyMS4xIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3780043,-78.1259402,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAyMS4xIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D)

- Ho, C., Fan, J., Newton, E., & Au, R. (2008). Effects of Athletic T-shirt Designs on Thermal Comfort. In *Fibers and Polymers* (Vol. 9, Issue 4).
- IEC. (2017). Exigences particulières relatives à la sécurité fondamentale et aux performances essentielles des imageurs thermiques pour le dépistage des humains fébriles. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:69346:en>
- Imbaquingo Daniela, & Guerra Nayeli. (2024). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas Carrera de Contabilidad y Auditoría.
- Impormel. (2024). Cámara Termográfica Térmica Infrarroja, NF-521 Display. <https://www.impormel.com/producto/camara-termografica-termica-infrarroja-nf-521-display-detector-calor/>
- Lalaleo Nata Carmen del Roció. (2020). Universidad Técnica de Ambato.
- Legislativo, D. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- Loomia Technologies Inc. (2022, December 9). What Are Smart Textiles? — LOOMIA Soft Electronics | E-textiles. <https://www.loomia.com/blog/passive-vs-active-smart-textiles>
- Mario Monroy. (2024). Tecnológico Nacional de México Tesis de Maestría.
- Martí, M., Gisbert-Paya, J., Bonet-Aracil, M. Á., Jovančić, P., Lis, M. J., & Coderch, L. (2021). Increased comfort of polyester fabrics. *Polymers*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/polym13173010>

- Mena Sánchez, S. M., & Quenorán Almeida, V. S. (2021). Valores de la temperatura en pacientes pediátricos y adultos mayores. “un enfoque de revisión.” *RECIMUNDO*, 5(4), 332–343.  
[https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(4\).dic.2021.332-343](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(4).dic.2021.332-343)
- NOYafa. (2024). Precio de fábrica Noyafa NF-521 Cámara de imágenes térmicas baratas Nofaya.  
<https://www.noyafa.com/es/products/noyafa-nf-521-camara-de-imagenes-termicas-baratas-para-la-inspeccion-de-la-casa?srsItd=AfmBOornvDzVOB79gFKpNKVEUkJHauptOprFpN1qSLH8tTVroCFeCap2Y>
- Ramos Chagoya, E. (2016). Métodos y técnicas de investigación.  
<http://www.gestiopolis.com/metodosytecnicasdeinvestigacion/>
- Reis, H. H. T., Brito, C. J., Silva, A. G. da, Sillero-Quintana, M., Reis, V. E. T., Werneck, F. Z., Fernández-Cuevas, I., Cerqueira, M. S., & Marins, J. C. B. (2022). Can body mass index influence the skin temperature of adolescents? A preliminary study with the use of infrared thermography. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 24, e89769.  
<https://doi.org/10.1590/1980-0037.2022V24E89769>
- Ruiz Luis J. (2021). Investigación experimental. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- Sánchez Báez, E. A. (2020). Análisis del activo para la innovación en el clúster textil de Paraguay. *Reportes Científicos de La FACEN*, 11(2).
- Smelik, A. (2023). Polyester: A Cultural History. *Fashion Practice*, 15(2), 279–299.  
<https://doi.org/10.1080/17569370.2023.2196158>
- Tulsma. (2017). Legislación Secundaria de Medio Ambiente. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- UTN. (2022). Universidad Técnica del Norte.

## Anexos

### Anexo 1 Ficha técnica de la tela 100% Pes

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/m <sup>2</sup> ) +- 5%	ASTM D3776	117,29	123,46	129,63
RENDIMIENTO (m/kg) +- 5%	ASTM D3776	4,28	4,50	4,73
<b>USO DE CONFECCIÓN</b>				
Confección de inumentaria deportivas, complementos deportivos.				
<b>RECOMENDACIONES DEL SUBLIMACIÓN</b>				
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.		
<b>INSTRUCCIONES DE CUIDADO</b>				
				
Lavado a maquina o manual No dejar en remojo	Secar en temperatura normal	Planchar a temperatura media		

### Anexo 2 Medición del peso y altura de los de los diferentes sujetos



A

B

C

**Anexo 3** Resultados obtenidos del peso y altura de los diferentes sujetos

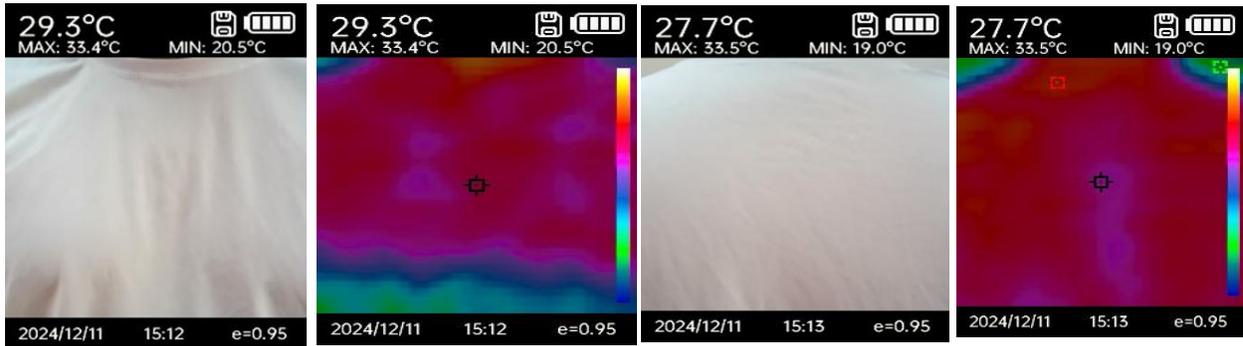


A

B

C

**Anexo 4** Imágenes termográficas de las pruebas de medición sin orificios

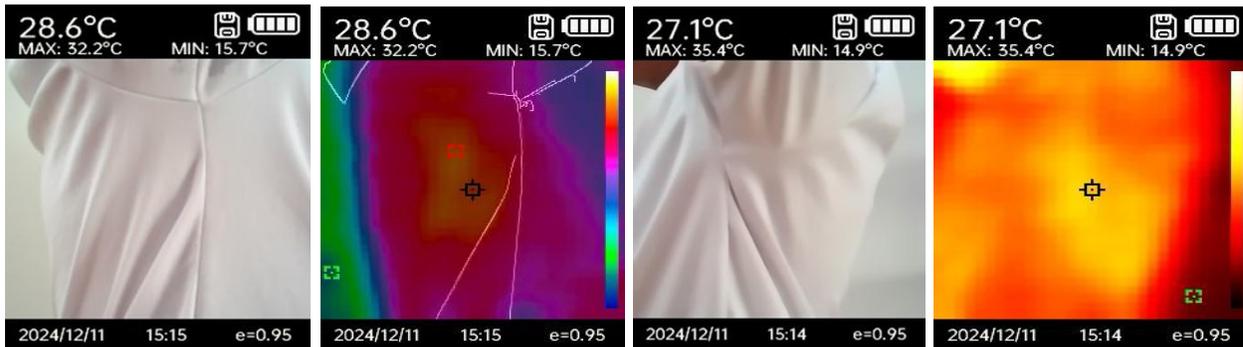


A

B

C

D



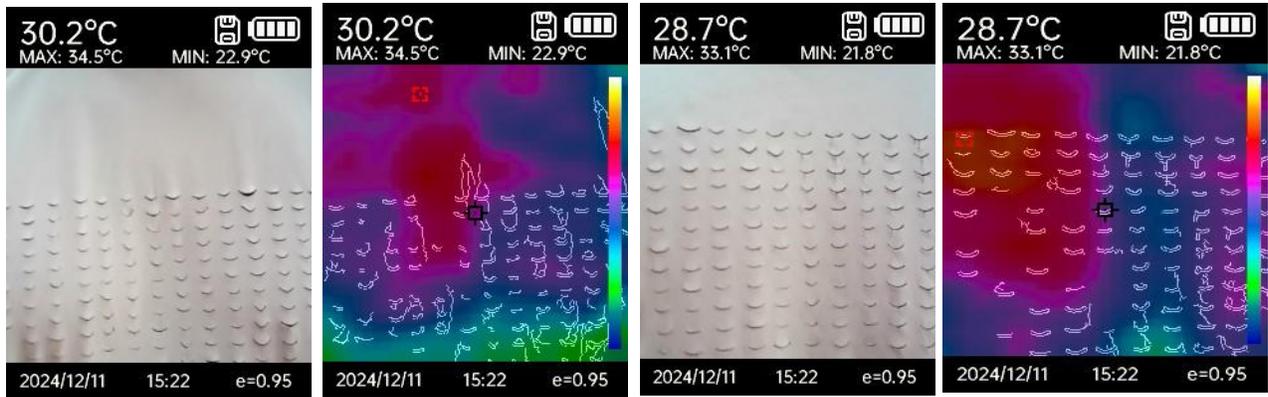
E

F

G

H

**Anexo 5** *Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 0.5cm*

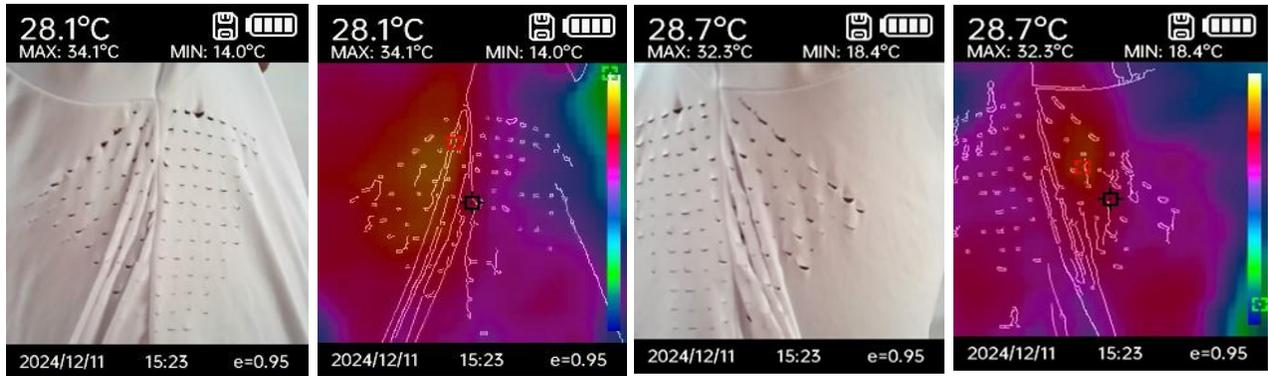


A

B

C

D



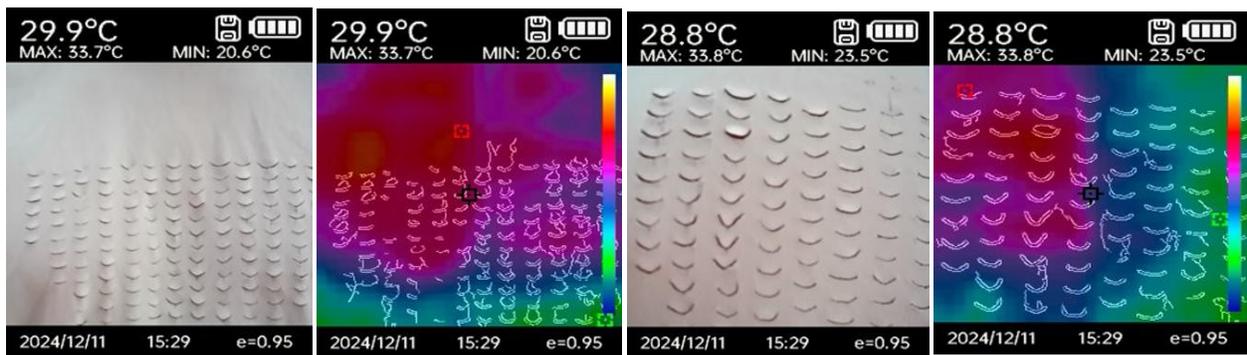
E

F

G

H

**Anexo 6** *Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 1cm*

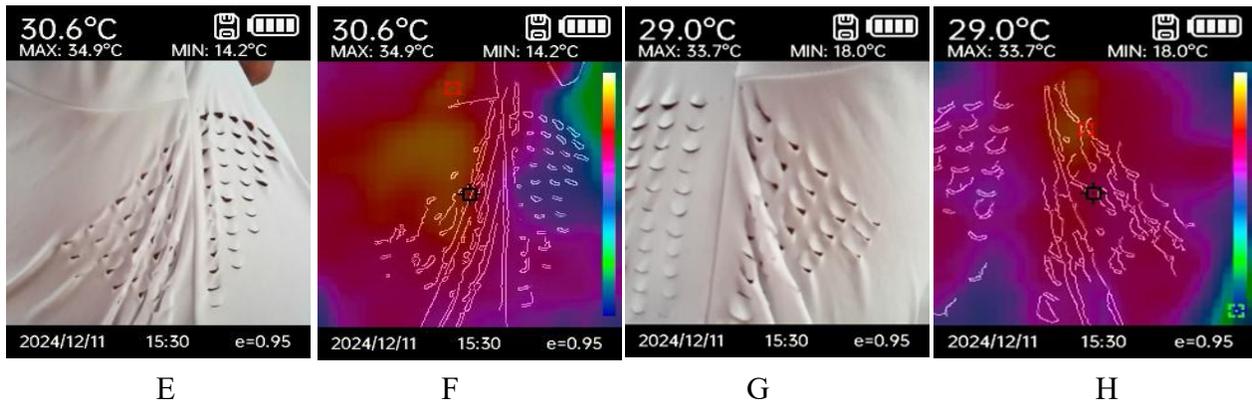


A

B

C

D



*Anexo 7 Imágenes termográficas de las pruebas de medición con orificios de 1.5cm*

