



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE “INGENIERA
TEXTIL”**

TEMA: “ELABORACIÓN DE UN ACABADO TEXTIL A BASE DE GRAFITO COMO
AISLANTE TÉRMICO APLICADO A UN TEJIDO DE LANA”

ELABORADO POR:

HINOJOSA CACHIMUEL ESTHER MARÍA

DIRECTOR DE TESIS:

MSC. HERRERA VILLAREAL WILSON ADRIAN

IBARRA – 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. 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:	1004842173		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Hinojosa Cachimuel Esther María		
DIRECCIÓN:	IMBABURA - OTAVALO, AV. ATAHUALPA y Calle Carretero antiguo		
EMAIL:	maya1994_hn@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	919315	TELÉFONO MÓVIL:	0992111580

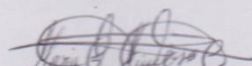
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE UN ACABADO TEXTIL A BASE DE GRAFITO COMO AISLANTE TÉRMICO APLICADO A UN TEJIDO DE LANA
AUTOR (ES):	Hinojosa Cachimuel Esther María
FECHA: DD/MM/AAAA	14 de octubre del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA TEXTIL
ASESOR /DIRECTOR:	HERRERA VILLAREAL WILSON ADRIAN

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 14 días del mes de octubre de 2020

EL AUTOR:


Hinojosa Cachimuel Esther María



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

INGENIERIA TEXTIL

AUTORIA

Yo, MARÍA HINOJOSA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado calificación profesional; y certifica la verdad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'María Hinojosa', is written over a horizontal dashed line.

MARIA HINOJOSA

C.I.: 100484217-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
INGENIERIA TEXTIL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En calidad de Director de Trabajo de Grado, presentado por la señorita: HINOJOSA MARÍA, para optar por el título de Ingeniera Textil, certifico que dicho trabajo fue realizado por mi supervisión.



DIRECTOR (A)

Msc: WILSON ADRIAN HERRERA VILLARREAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado el milagro de la vida, por permitirme cumplir mis objetivos, y mantenerme persistente en la Fe.

A mis padres Mariano Hinojosa, Manuela Cachimuel por estar conmigo apoyándome en mis estudios todos estos años y servir de inspiración para ser una mejor persona. A mis tíos Manuel, Dolores, Isabel, Andrés por ser persistentes es mi dedicación al estudio.

A mis primas Verónica, Mishel, Dany, Jenny, Sisa, Blanca, Sandy por ser mi apoyo emocional durante toda mi vida.

A mis amigos Vicky, Rubí, Pame, Deysi, Cury, Jessica, Jimena, Erika, Dimas, John a quienes tuve el agrado de conocerlos durante mi periodo académico universitario y me brindaron su amistad y ayuda en todo momento, a ellos les agradezco los momentos más memorables de mi vida académica.

A la Ing. Elsa Mora por su apoyo al desarrollo y finalización de la investigación. Al Ing. Fausto Gualoto docente y laboratorista quien siempre está dispuesto al apoyo, a quien agradezco inmensamente el brindarme su ayuda en el desarrollo de pruebas.

Al Ing. Wilson Herrera por brindarme su ayuda como director de tesis de manera oportuna y guiarme en la finalización de mi investigación de la manera más presentable y correcta.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, a la carrera de Ingeniería Textil que por medio de sus docentes me han formado académica y humanamente a través de cada semestre.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico enteramente a mis padres Marino Hinojosa y Manuela Cachimuel quienes lucharon por mi bienestar y a mis abuelos por ser el pilar fundamental de mi niñez y parte de mi adolescencia por brindarme su apoyo durante toda mi vida académica para lograr cumplir mis sueños y culminar mi carrera.

María Hinojosa.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del tema.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Importancia del estudio.....	3
1.4. Objetivos.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2. Parte teórica	5
2.1. Estudios previos.....	5
2.2. Marco conceptual.....	5
2.3. Normativa legal para materiales de aislación térmica.....	28
CAPÍTULO 3.....	30
3. Parte práctica.....	30
3.1. Tipo de investigación.....	30
3.2. Flujograma de procesos general.....	30
3.3. Materiales y equipos para realizar acabado de aislación térmica.....	34
3.4. Proceso de obtención del grafito.....	41
3.5. Desarrollo del acabado.....	41
3.6. Flujograma de proceso.....	46
3.7. Proceso de acabado.....	47

3.8.	Fórmulas para el cálculo de resistencia y aislación térmica de muestras.	57
3.9.	Adecuación de caja térmica de guarda para pruebas térmicas de muestras.	59
CAPÍTULO 4.....		61
4.	Resultados.....	61
4.1.	Datos y pruebas del acabado térmico.	61
4.2.	Viscosidad de pasta.	61
4.3.	Resumen de pruebas térmicas.....	72
4.4.	Tabla global de muestras con variación térmica	92
4.5.	Cálculo de conductividad térmica de muestras.	100
4.6.	Ensayos de permeabilidad.	103
CAPÍTULO 5.....		106
5.	Conclusiones y recomendaciones	106
5.1.	Conclusiones.....	106
5.2.	Recomendaciones.....	108
Bibliografía.....		110
ANEXOS		115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Vista del corte transversal de la fibra de lana.....	6
Figura N° 2. Tejido Jersey.....	10
Figura N° 3. No tejido de vidrio.....	10
Figura N° 4. Tejido plano escocesa.....	11
Figura N° 5. Ligamento tafetán.....	11
Figura N° 6. Ligamento sarga.	12
Figura N° 7. Ligamento Raso o Satén.....	12
Figura N° 8. Clasificación del grafito.	28
Figura N° 9. Flujograma de procesos de acabado textil térmico.	31
Figura N° 10. Medidas de caja térmica.	37
Figura N° 11. Partes de la caja térmica.	38
Figura N° 12. Caja térmica de madera de pino.	39
Figura N° 13. Caja térmica con aislante de poliestireno expandido.	39
Figura N° 14. Tejido de lana 100% sarga y tafetán respectivamente.	44
Figura N° 15. Grafito en polvo.	45
Figura N° 16. Flujograma de procesos de acabado con grafito.	46
Figura N° 17. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 1.....	74
Figura N° 18. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 2.	76
Figura N° 19. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 3.	78
Figura N° 20. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 4.	80
Figura N° 21. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 5.....	82
Figura N° 22. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 6.....	84
Figura N° 23. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 7.....	86
Figura N° 24. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 8.....	88

Figura N° 25. Tendencia de valores térmicos durante prueba muestra 9.....	90
Figura N° 26. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 10.....	92
Figura N° 27. Tendencia de temperatura de muestras con acabado y sin acabado, durante prueba térmica.....	94
Figura N° 28. Tendencia de temperatura de prueba térmica de muestras de tejido de tafetán de lana.....	97
Figura N° 29. Tendencia de temperatura de muestras más destacadas.....	100
Figura N° 30. Spray Test rating Chart.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conductividad térmica aislantes reciclados	22
Tabla 2. Propiedades físicas del grafito natural.	26
Tabla 3. Cálculo de cantidades de materiales a utilizar.	32
Tabla 4. Modelo de experimento de muestras de acuerdo a las variables a estudiar.....	33
Tabla 5. Características de plancha térmica.....	33
Tabla 6. Especificaciones técnicas de la caja térmica.....	36
Tabla 7. Especificaciones de materiales para la construcción de la caja térmica.	36
Tabla 8. Materiales utilizados para la aislación de la caja internamente.	37
Tabla 9. Característica de tejido de sarga.	42
Tabla 10. Características del tejido tafetán.	43
Tabla 11. Características de muestra 1.	47
Tabla 12. Características de muestra 2.	48
Tabla 13. Características de muestra 3.	49
Tabla 14. Características de muestra 4.	50
Tabla 15. Características de muestra 5.	51
Tabla 16. Características de muestra 6.	52
Tabla 17. Características de muestra 7.	53
Tabla 18. Características de muestra 8.	54
Tabla 19. Características de muestra 9.	55
Tabla 20. Características de muestra 10.	56
Tabla 21. Unidades de medida para cálculo de valores térmicos.	57
Tabla 22. Datos prueba de viscosidad de pasta en mmPa.....	62
Tabla 23. Temperatura inicial y final de muestra 1.	63
Tabla 24. Temperatura inicial y final de muestra 2.	64

Tabla 25. Temperatura inicial y final de muestra 3.	65
Tabla 26. Temperatura inicial y final de muestra 4.	66
Tabla 27. Temperatura inicial y final de muestra 5.	67
Tabla 28. Temperatura inicial y final de muestra 6.	68
Tabla 29. Temperatura inicial y final de muestra 7.	69
Tabla 30. Temperatura inicial y final de muestra 8.	70
Tabla 31. Temperatura inicial y final de muestra 9.	71
Tabla 32. Temperatura inicial y final de muestra 10.	72
Tabla 33. Ensayo térmico 1.	73
Tabla 34. Ensayo térmico 2.	75
Tabla 35. Ensayo térmico 3.	77
Tabla 36. Ensayo térmico 4.	79
Tabla 37. Ensayo térmico 5.	81
Tabla 38. Ensayo térmico 6.	83
Tabla 39. Ensayo térmico 7.	85
Tabla 40. Ensayo térmico 8.	87
Tabla 41. Ensayo térmico 9.	89
Tabla 42. Ensayo térmico 10.	91
Tabla 43. Tabla de variación térmica global tejido Cachemir de lana.....	93
Tabla 44. Tabla comparación global de muestras de tejido tafetán de lana.	96
Tabla 45. Tabla comparativa general de muestras.....	99
Tabla 46. Datos para el cálculo de conductividad térmica.	101
Tabla 47. Cálculo de resistencia térmica de muestras.	102
Tabla 48. Cálculo de la transmitancia térmica de muestras.....	103
Tabla 49. Pruebas de permeabilidad.	105

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Autorización de uso de laboratorio de pruebas Físicas.	115
ANEXO 2. Características de tejido de lana de ligamento sarga.	116
ANEXO 3. Características de muestra de ligamento tafetán.	117
ANEXO 4. Tejidos de lana para pruebas de aislación térmica.	117
ANEXO 5. Desarrollo de Caja térmica readecuación de secciones A y B con poliestireno.	118
ANEXO 6. Pesaje de pasta para mezcla con grafito al 25% y 75% de concentración.	119
ANEXO 7. Muestras con acabado al 25% y 75% de concentración de grafito respectivamente.	120
ANEXO 8. Polimerización de muestras con plancha térmica del laboratorio de la planta textil de la UTN.....	121
ANEXO 9. Medición de valores térmicos con higrómetro y termómetro infrarrojo de muestras sometidas a prueba térmica cada 10 min.	122
ANEXO 10. Prueba de viscosidad de pasta con el 25% y 75% de concentración de grafito.	123
ANEXO 11. Prueba de permeabilidad de muestras con acabado del 25% y 75% de concentración de grafito.....	126
ANEXO 12. Ficha técnica de grafito	130
ANEXO 13. Norma de construcción de caja térmica. (por ausencia de la norma ISO se usa la norma chilena en referencia a la misma norma)	131
ANEXO 14. Ficha técnica de pasta madre.....	136

RESUMEN

En la industria textil en su amplia gama de usos, más allá de la indumentaria o telas, tiene un sin número de aplicaciones en múltiples áreas una de las cuales es la industria de la construcción en la cual se utilizan materiales textiles con propiedades especiales como la aislación térmica y aislación acústica, que son requeridos para el cumplimiento de normas de construcción de edificaciones, entre los materiales utilizados para este objetivo se tiene el poliestireno, lana de vidrio, lana, bolitas de poliestireno con cubierta de grafito, etc. Por mencionar algunos.

La presente investigación se da lugar porque en el mercado se ofrecen materiales causantes de enfermedades y no son ecológicos, es por ello que se opta por desarrollar un textil de aislación térmica a base de dos materiales como lo son la lana de oveja y grafito con la capacidad de disminuir la transmisión térmica de un ambiente externo al interno y viceversa además de no ser tóxicos ni causar daño al ambiente en su proceso de elaboración.

Es así que se une dos materiales por el acabado de recubrimiento y se pone a prueba las muestras para obtener la resistencia térmica, su conductividad, y la variación térmica existente utilizando la caja térmica de guarda.

La investigación se desarrolla de acuerdo con objetivos planteados anteriormente por lo que se llegó a realizar varias muestras en diferente tipo de tejido de lana con el 25% y 75% de concentración de grafito con diferentes números de capas, y obtener los resultados de las pruebas de resistencia térmica y de permeabilidad, llegando a realizar una comparación entre ellas y obtener la muestra con el mejor resultado.

ABSTRACT

The textile industry in its wide range of uses has several applications in multiple areas. One of these areas is the construction industry, which uses textile materials with special properties such as thermal insulation and soundproofing, required to meet building construction standards, among the materials used for this purpose is the polystyrene, glass wool, wool, polystyrene balls with graphite coating, etc.

This research takes place because the market offers materials that cause diseases and are not ecological. That is why thermal insulation fabric based on two elements such as sheep's wool and graphite was developed to reduce the transmission of heat from an external environment to the interior and vice versa, in addition to not being toxic or causing harm to the environment in its development.

Two materials are put together for the coating finish; the samples are tested to obtain the thermal resistance, conductivity, and thermal variation using the thermal guard box.

The research is developed according to the stated objectives; several samples were made in different types of wool fabric with 25% and 75% of graphite concentration with different numbers of layers, to obtain the results of the thermal resistance and permeability tests, and compare them to obtain the sample with the best result.

CAPÍTULO I

1. Introducción.

1.1.Descripción del tema.

El presente trabajo de investigación se origina de la variación de temperatura existente en el ambiente externo de una vivienda lo que provoca cambios de temperatura en el interior del mismo afectando el confort térmico de los habitantes.

En la actualidad se tienen varios productos que son usados como material de aislación térmica para hogares, entre ellos se tiene textiles con propiedades de resistencia térmica, es por ello que se pretende unir dos componentes para obtener un textil con alta resistencia a la variación térmica, proceso que se realizará en la planta académica textil de la Universidad Técnica del Norte.

1.2.Antecedentes.

En la actualidad se usan nuevos materiales con alta resistencia a la variación térmica, uno de los materiales usados para este fin es el grafito material que tiene una gran capacidad de aislación y resistencia térmica.

Ortiz, (2018) menciona en su estudio “Diseño y propuesta de un sistema de aislamiento térmico en paredes residenciales a base de lana de oveja. De la presente se detalla a continuación.

En el presente proyecto se propone un aislante térmico utilizando un producto natural como es la lana de oveja, este material tendrá el propósito de mejorar la temperatura en el interior de una vivienda y de esta manera hacer más confortable la estancia de sus habitantes,

también se podrá combatir las temperaturas bajas en la región sierra principalmente en Machachi, cabecera cantonal del Cantón Mejía donde se enfoca este trabajo. El objetivo de este proyecto, en base a las consideraciones mencionadas, es aportar al bienestar de las personas que habitan en esta zona, contrarrestando el clima frío que a veces envuelve la zona, con el aislante térmico a base de un producto natural. En el Ecuador existen algunos productos que se usan como aislante térmico, entre los más conocidos están: poliestireno expandido y lana de roca. Estos dos materiales se caracterizan por sus propiedades térmicas, la primera a base de granos de plástico y la segunda a base de roca volcánica, las cuales son de uso más común pero poseen riesgos para la salud debido a sus pequeñas partículas que pueden ser inhaladas o pueden salpicar a los ojos o la piel al momento de realizar cortes o cuando se está instalando, además necesitan pasar por un horneado a altas temperaturas mientras que la lana natural de oveja no requiere de este procedimiento y tampoco posee riesgos para la salud ya que es cien por ciento natural y libre de partículas que puedan afectar la salud de las personas resaltando también que es un producto renovable. (p.16)

La investigación menciona el uso de lana de oveja como un buen material de aislación térmica de origen natural el cual es comparado con otros materiales más comúnmente usados en la industria de la construcción como son el poliestireno expandido y lana de roca los cuales pueden causar riesgos para la salud del que los manipula debido a su origen por ende la lana de oveja ofrece mejores resultados de aislación, es renovable y no toxico.

1.3.Importancia del estudio.

La investigación se desarrolla en base a un ámbito textil que se encuentra constantemente en innovación y por ende en competencia, por resolver problemas concretos que permitan mejorar la calidad de vida y satisfacer las necesidades de los clientes de la nueva era globalizada.

El acabado textil se realizará con finalidad de darle a un tejido de lana una resistencia térmica, considerando las características del grafito. Este material es usado en la industria de la construcción como aislante térmico en edificaciones, además, como moderador de neutrones en plantas nucleares, entre otras aplicaciones. Este es un material inofensivo no tóxico que contiene entre el 80 y 90% de carbono puro, es un material altamente resistente al fuego y temperaturas altas, además de su bajo costo y fácil adquisición.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Elaborar un acabado textil a base de grafito como aislante térmico aplicado a un tejido de lana.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Investigar los métodos adecuados para realizar el acabado textil de aislación térmica mediante bibliografía consultada.
- Aplicar un método idóneo para realizar el acabado textil térmico sobre el tejido de lana.
- Realizar varias pruebas para determinar la concentración óptima que se debe utilizar de grafito para el acabado aislante.

- Analizar la variación térmica que se tiene con cada muestra de lana con el acabado.

CAPÍTULO 2

2. Parte teórica

En el presente capítulo se desarrolla la investigación bibliografía como definiciones de términos y conceptos importantes para el sustento de la investigación además de las normas que se utilizarán para el mismo.

2.1. Estudios previos.

En la investigación realizada por el autor (Ortiz, 2018) con el tema de “Diseño y propuesta de un sistema de aislamiento térmico en paredes residenciales a base de lana de oveja”, se propone la utilización de lana como material de aislacion para una vivienda con buenos resultados.

El estudios realizado por (FLOREA I., 2019), sobre el “análisis de materiales de contrucción de aislamiento térmico de una base de fibras”, en la cual menciona el uso de la fibra de lana y cáñamo como materiales que no contaminan el medio ambiente y como ayuda al ahorro de energía.

La investigacion realizada por (Sánchez, Roux, Salvador, & Espuna, 2018) menciona el uso de la mezclilla (más conocido en Ecuador como un no tejido hecho de fribras recicladas) las cuales son compactadas y agregado determinados auxiliares, con el cual se obtuvo un material resistente a la varacion de temperaturas, este material tiene como finalidad ser utilizado en edificaciones como aislante térmico.

2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Lana.

La lana es una fibra natural obtenida del vellos de las ovejas, estas tienden a variar en características dependiendo de raza del animal.

“La lana es una fibra textil formada en los folículos de la piel del ovino que integra el vellón del animal (...). Está formada a base de la proteína llamada queratina, en torno al 20-25% de proporción total” (Tinoco, 2009, p.74).

Tinoco, (2009) también menciona que la lana tiende a. “Varia entre 12 y 120 micras de diámetro, según la raza del animal productor y la región de su cuerpo, y entre 20 y 350 mm de longitud”(p.74).

Características que son de real provecho en la industria textil para la realización de hilos, telas y ropa, puesto que con ello se ofrece una mayor calidad en el tejido independientemente de su uso.

2.2.1.1. Estructura de la lana.

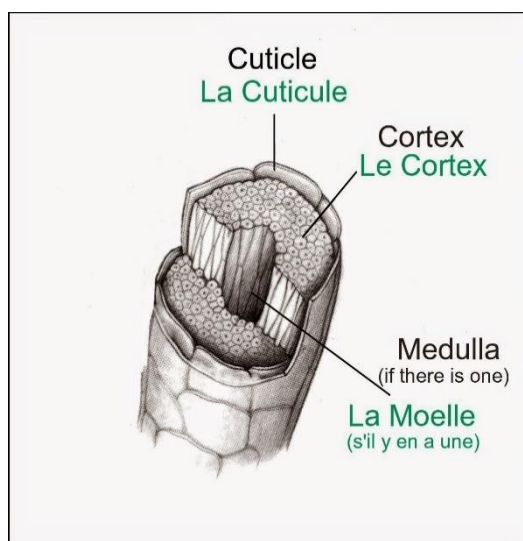


Figura N° 1. Vista del corte transversal de la fibra de lana.

Fuente: (Mejía, 2006)

En la figura 1 podemos ver la estructura de la lana de la cual se divide en. La cutícula de la lana es la formación de una capa de córnea fibrosa de escamas, encargada de mantener la resistencia a químicos, y el ingreso de moléculas extrañas dentro de la fibra (Obando, 2013).

La médula, tiene la estructura de un panal las cuales son cámaras de aire que permiten que la fibra sea aislante térmica, esta propiedad se encuentra en fibras con un diámetro mayor a 20 micras, puesto que estas tienen médula mientras que las de menor diámetro no se encuentran o es raro encontrarlo.

El córtex, es la parte que predomina en la fibra siendo el que ocupa un 90% del total. Obando, (2013) menciona que esta parte es la responsable de brindar las propiedades de resistencia, elasticidad, propiedades tintóreas a la fibra. Es decir es una de las partes mas importantes de la fibra.

2.2.2. Propiedades de la lana de oveja.

2.2.2.1. Propiedades físicas.

Las propiedades físicas que tiene mayor importancia dentro de las características de la lana son: la forma, longitud, finura y rizos.

(Esparza et al., 2017) menciona que:

Forma: La lana tiene una forma cilíndrica alargada y ondulada, cuya superficie presenta escamas.

Longitud: La longitud es la distancia que existe entre los extremos de una fibra y se expresa en milímetros, (...). La longitud de la lana tiene una relación con la finura y los rizos.

Finura: La finura es el diámetro promedio de las fibras y se expresa en micras; la finura se encuentra entre 15 μ a 40 μ o más, siendo las de 15 μ las fibras de mayor valor.

Rizos: Los rizos son ondulaciones naturales que posee la fibra de lana, que se miden en número de rizos por unidad de longitud. (p.13-14)

La longitud los rizos son considerados las propiedades más importantes para poder definir la calidad de la lana puesto que de esta dependerá la resistencia de los hilos y tejidos de la lana.

2.2.2.2.Propiedad química.

“Las propiedades químicas determinan la resistencia a los microorganismos, mohos y hongos, capacidad para el teñido con determinados colorantes y resistencia o no resistencia a los alcalis o ácidos” Esparza et al. (2017).

- Resistencia a los ácidos y alcalis.
- Afinidad tintórea.
- Resistencia a los microorganismos.

2.2.2.3.Propiedades de la lana y resistencia térmica.

“Las propiedades de las fibras queratínicas dependen de forma marcada de su contenido en agua absorbida, lo que se cumple tanto para la cutícula como para el resto de la fibra” (Canal, 2012,p.3).

La lana es un material con diversas propiedades que le permiten ser un excelente material para la industria textil entre sus propiedades se encuentra la resistencia térmica. Rosas Rivera (2016) afirma que. “La lana de ovino proporciona características de aislante térmico muy competentes a los materiales convencionales”(p.3). Lo que indica que la lana puede ser utilizado en la industria de la construcción y no solo en la industria textil, pues en la actualidad se pretende utilizar materiales ecológicos y renovables para la aislacion térmica de viviendas además de un ahorro de energía.

Además de sus propiedades ya mencionadas tiene la propiedad térmica que permite a la. “Lana sea mala conductora del calor por lo que tiene gran capacidad para conservarlo

en prendas de vestir, (...). Dicha cualidad viene incrementada por las ondulaciones, produciendo innumerables espacios huecos llenos de aire formando una cámara aislante” (Obando, 2013, p.8). Lo que permite que exista una variación térmica entre el calor corporal y el ambiente externo, lo cual cuando se tiene temperaturas cálidas o frías no será conducidas al cuerpo directamente si no que serán conducidas de manera más lenta por las ondulaciones que tiene la lana.

“Entre sus principales cualidades posee una densidad que oscila entre 20 a 80 kg/m^2 y un coeficiente de conductividad térmica entre 0,0362 a 0,045 $W/m * K$ ” (Ortiz, 2018, p.15).

2.2.2.4. Tipos de lana.

El tipo de lana dependerá de la procedencia de la raza de las ovejas puesto que cada raza tiene su propia característica, además de que cada tipo de lana tiene al menos una característica diferente. “La lana merina, proveniente de las ovejas de raza merino, lanas de cruce, cheviots, shelland, entre otros” (Tinoco, 2009).

2.2.3. Los tejidos.

Los tejidos son la continuación del entrelazamiento de los hilos de los cuales se dividen en dos grandes grupos que son: el tejido plano, el tejido de punto. Separado del concepto de la formación de una manta a base de hilos tenemos los no tejidos que como su nombre lo indica son textiles formados por el enredo de fibras. De los que se detalla a continuación.

2.2.3.1. Tejido de punto.

“Se obtiene por medio del tejido de varias agujas y un solo hilo” (Salas, 2013). De esta se clasifica en dos ramas el tejido de punto por trama y el tejido de punto por urdimbre ambas se forman de manera diferente, esto debido al tipo de alimentación de hilos.



Figura N° 2. Tejido Jersey.

Fuente: (Teje_dora, s.f.)

2.2.3.2. Telas no tejidas.

Este tipo de telas tiene una formación distinta a los tejidos de punto, plana y telas no tejidas. Se forman a partir de residuos de origen químico, en las cuales las fibras son entrelazadas a base de fusión de calor y algunos adhesivos (Salas Enríquez, 2013). De esta forma este producto tiene mayormente fines industriales entre otros.

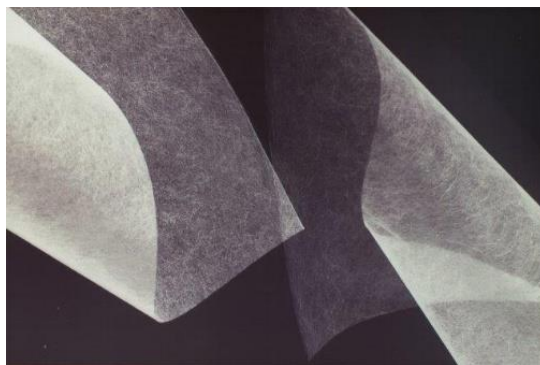


Figura N° 3. No tejido de vidrio.

Fuente: (Torres, 2015)

2.2.3.3. Tejido plano.

“Los tejidos están compuestos por una urdimbre (que van en sentido longitudinal) y una trama (los hilos que se entrecruzan con los de la urdimbre en el sentido de la anchura)” (Udale, 2014). Los tejidos planos se clasifican de acuerdo al orden en que los hilos de trama y urdimbre se colocan dentro del proceso de tejido en el telar y es por ellos que se clasifican en Tafetán, Sarga y Satén de las cuales tienen subclasificaciones. Se menciona a continuación los ligamentos fundamentales.



Figura N° 4. Tejido plano escocesa.

Fuente: (APTT, 2017)

2.2.3.3.1. Tafetán.

Es el ligamento más simple, estas se obtienen del entre cruzamiento de dos hilos de manera longitudinal y otro trasversal (Ideas & News, 2014). En la misma cantidad de tomados que dejados lo que indica que este tejido no tendrá dos caras.

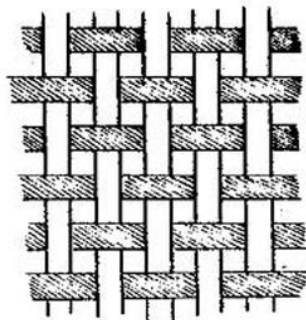


Figura N° 5. Ligamento tafetán.

Fuente: (Ideas & News, 2014)

2.2.3.3.2. *Sarga.*

Este ligamento que forma una línea escalonada diferente al tafetán pues esta tiene un salto de 1, siendo su escalonado general de $n e 1$, lo que indica que la n puede adquirir cualquier valor (Galceran, 1960). Como se muestra en la Figura N.º 6, lo que permite a que este tejido tenga dos caras por el número de tomados y dejados que tiene.

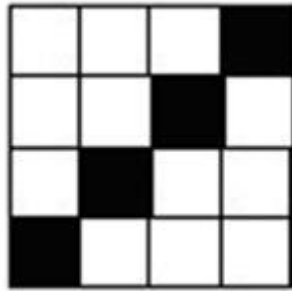


Figura N° 6. Ligamento sarga.

Fuente: (Ideas & News, 2014)

2.2.3.3.3. *Satén o raso.*

“Es el ligamento cuyos puntos de escalonado hacen saltos distintos de la unidad” (Galceran, 1960). Este tipo de ligamento permite que el tejido tenga dos caras un revés y derecho que se diferencian por el brillo que esta genera, puesto que los puntos están mejor distribuidos los puntos de ligadura.

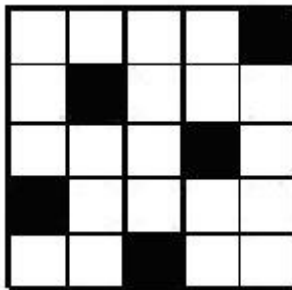


Figura N° 7. Ligamento Raso o Satén.

Fuente: (Ideas & News, 2014)

2.2.3.4. Usos y aplicaciones.

Salas (2013) afirma que. Los ligamentos principales y sus usos son:

Tafetán: Popelinas, gasas, pañuelos y mantas.

Sarga: Gabardina, mezclilla y una pata de gallo.

Raso o satén: Vestidos, lencería fina, cortinas y tapicería. (p. 56-57)

2.2.4. Textiles técnicos.

“Textil: se entiende por material textil el que está compuesto exclusivamente por fibras textiles, cualquiera que sea el proceso para su obtención” (COTEC, 2014). Un textil se compone por fibras convertidas en hilo debido a un proceso previo el cual al entrelazarse conforma un tejido denominado textil.

Dentro de la industria textil surgen textiles con propiedades completamente diferentes a los utilizados en indumentaria y hogares, estos son realizados con un fin de uso industrial, como los geotextiles, constructextiles, protextiles entre otros. COTEC (2014) define que:

Textiles técnicos: Se definen como materiales y productos textiles que disponen de las propiedades específicas requeridas para el desarrollo de una determinada función y adaptada a su entorno de aplicación (ligereza, rendimiento mecánico, térmico, conductividad, resistencia al fuego...). (p.18)

Tecnitex ingenieros, S.L. (como se citó en COTEC, 2014) actualmente los textiles tienen diversas aplicaciones dentro de los ámbitos de: ingeniería eléctrica, agricultura, minería, ingeniería civil, agua, química, indumentaria, deportes, pesca, defensa, automoción, medicina, papel, alimentación, arquitectura, construcción, aeroespacial entre otros.

2.2.4.1. Geotextiles e ingeniería civil.

Los textiles técnicos en este campo se aplican en las vías férreas, carreteras, consolidación de taludes, en las que se llegan a utilizar combinaciones de tejidos y no tejidos denominados geotextiles compuestos o composites (COTEC, 2014).

Aplicaciones:

- Vías de comunicación.
- Consolidación de terrenos.
- Refuerzo de orillas y obras hidráulicas. (p. 43 – 49)

2.2.4.2. Construcciones y arquitectura textil.

Los textiles técnicos son empleados en la construcción o arquitectura aportan ligereza, facilidad de instalación, aspectos estéticos notables, durabilidad (COTEC, 2014). Estos textiles deben proporcionar las propiedades de:

- Protección térmica
- Protección acústica,
- Protección contra el fuego,
- Protección contra radiaciones electromagnéticas.

Aplicaciones:

- Para refuerzo en la edificación.
- Para cubiertas planas.
- Para protección solar.
- Para interiorismo. (Cuartos de aislación acústica)
- Para arquitectura textil. (p. 55 – 60)

2.2.5. Acabado textil.

Las telas son sometidas a varios procesos como son la hilatura, la tejeduría, la tintorería y culmina en el acabado textil, en el cual adquiere el valor agregado con características específicas y necesaria para el fin que tengan el material textil.

“Ennoblecimiento textil define una serie de operaciones llevadas a cabo en las telas ya blanqueadas, teñidas o estampadas para mejorar aún más sus propiedades y posiblemente añadir algunas nuevas” (Lockuán Lavado, 2012, p.3). Es así que se obtienen tejidos con características para usar en diferentes industrias o como indumentaria.

2.2.5.1. Tipos de acabados.

La clasificación de los acabados se puede obtener por varios puntos como menciona (Hernández & Hernández, 2016) las diferentes formas de clasificar los acabados textiles son por la naturaleza de la fibra, por su durabilidad, por aplicación. Dentro de la cual la clasificación por aplicación consiste en acabados que se adicionan de manera superficial.

2.2.5.1.1. Acabados físicos.

Los acabados físicos son aquellos procesos que se realizan sobre los tejidos secos con o sin aplicar calor lo que confieren al textil una estabilidad dimensional y modifica su estructura superficial (Lockuán, 2012). Estos a su vez se clasifican en acabados físicos en seco y acabados en húmedo.

2.2.5.1.2. Acabados químicos.

Un acabado químico es el tratamiento en el cual se utilizan productos químicos, los cuales confieren propiedades a los textiles mediante una reacción con la estructura de la fibra o formando una película recubridora sobre el tejido.

Este tipo de acabado brinda una estabilidad y algunas propiedades como retracción al fuego o repelencia al agua de los textiles dependiendo del fin que están tengan.

2.2.5.2.Acabados generales.

Estos entran dentro de la clasificación de acabados físicos y químicos ya sean permanentes, semi permanentes o no permanentes.

(Innovación y Cualificación, 2018) menciona los distintos acabados generales de las telas:

Limpieza: Consiste en la eliminación de la goma utilizada en el proceso de tejido, que se lleva a cabo para realizar cualquier tipo de acabado.

Gaseado: Consiste en quemar las fibras que sobresalen en la superficie del tejido.

Rasurado: Es el proceso para eliminar las fibras sueltas, o en textiles perchados permite uniformizar la longitud del pelo.

Batanado: Consiste en refregar la lana una con la otra, mediante el uso del calor, humedad y fricción se mejora la apariencia y el tacto de las telas que consiguen en fieltarse.

Fijado: Acabado especializado para lana, consiste en ingresar el tejido en agua caliente y fría, pasar por rodillo para fijar el textil.

Calandrado: Consiste en pasar el tejido por un conjunto de rodillos que le dan brillo necesario por medio de calor, presión y tiempo.

Rameado: Consiste en enderezar y secar el tejido que tiene torcida la trama por medio de tensiones.

Secado se bolsas: Es un acabado especializado en secar tejidos como toallas y telas elásticas sin el uso de tensiones.

Perchado: Consiste en cepillar la superficie del tejido para obtener fibras que sobresalgan del tejido. (p.157-192)

Estos acabados son algunos de los que se utiliza en la industria textil de ellos se tiene el recubrimiento que se utilizara para la presente investigación.

2.2.5.3. Recubrimiento.

El recubrimiento consiste en aplicar una delgada película sobre el textil es así que. COTEC (2014) afirma que el acabado por recubrimiento consiste en aplicar capas de recubrimiento, laminas o mediante la obtención de combinaciones de diferentes capas de tejido. Por ello el tipo de recubrimiento usado en el tejido confiere diversas propiedades debido a la reacción de este al producto químico.

2.2.5.3.1. Técnicas de recubrimiento.

Lockuán Lavado, (2012) menciona que se tiene 3 técnicas de recubrimiento las cuales son:

Unión mediante película: Consiste en la unión de una delgada película de una resina directamente en la tela, lo que permite brindar una propiedad adicional al textil.

Recubrimiento indirecto por transferencia: Consiste en la aplicación de resina directamente sobre un papel de transferencia de este dependerá el brillo del textil, que luego será transferido al tejido, ejemplo de ello la elaboración de imitación de cuero.

Recubrimiento directo: Este proceso consiste en extender directamente la resina sobre el sustrato textil, por medio del uso de cuchillas de ajuste o un cilindro. (p. 26)

2.2.5.4. Características del acabado por recubrimiento.

“Se emplea el film de cobertura para cubrir el material, buscando darle más cuerpo o proporcionarle alguna propiedad adicional” (Zurita A, 2012). Por ello se pretende aplicar grafito a un textil de lana con el fin de aumentar la resistencia térmica del material, además esto confiere mejoras en los textiles dependiendo de los auxiliares utilizados.

Las propiedades o cualidades que se desean obtener de la aplicación del proceso de recubrimiento sobre el sustrato textil. (Zurita A, 2012, p.11-12) son:

- Aspecto
- Color
- Adhesión.
- Características de mojado (impermeable)
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia al desgaste.
- Resistencia a las ralladuras.
- Resistencia a las llamas, entre muchas otras. (p. 11-12)

2.2.5.5. Pasta madre.

La pasta madre es una solución viscosa que. “Esta lista para su uso sin necesidad de diluir, sin embargo, puede bajarse su viscosidad con agua, sal o urea (...) se le agregara el 1% de fijador cuando se trabaje con poliéster o mezcla de algodón” (Gallegos, 2008, p.79).

La viscosidad puede ser alterada siempre y cuando lo requiera la persona que la va utilizar es por ello que dependerá el uso del material para disminuir la viscosidad de la pasta.

2.2.5.5.1. Componentes de la pasta madre.

Todos los componentes tanto principales como básicos cumplen funciones específicas dentro de la pasta madre de los cuales se detalla cada uno de ellos:

Sanahuano (2013) afirma que: los componentes de la pasta madre son:

- Agua blanda (si se tiene agua dura se debe corregir con secuestrantes): Se coloca dependiendo de la cantidad de pasta a preparar.
- Urea: mantiene la viscosidad y buena formación de la pasta madre, permite que no se polimerice el ligante.
- Antiespumante: Es un producto que evita que al batir y preparar la pasta haga espuma.
- Amoniaco: Mantiene a la pasta madre con un PH de 8 – 9, sirve de catalizador y reduce el uso de espesantes y acelera el proceso de secado.
- Emulsionante: Permite unir el agua a los demás componentes pues estas tienden a separarse por su naturaleza, dando estabilidad y homogeneidad.
- Espesante: Permite dar una viscosidad adecuada a la pasta madre.
- Fijador: Permite una buena obtención de la película formada por el ligante y este producto, permitiendo excelente solidez al lavado.
- Delineador: Permite la impresión de contornos más definidos es usado en cuestión de etiquetas.
- Suavizante: Es un agente que da al estampado con un tacto más suave, mejora la solidez al frote y de paso suaviza al estampado.

La pasta madre se encuentra lista para su uso sin necesidad de diluir, sin embargo, puede bajarse su viscosidad con agua, ligante, sal o urea, dependiendo de material a estampar y la malla con la que se trabajara (Gallegos, 2008).

2.2.6. Generalidades térmicas.

Para la comprensión de las propiedades del material aislante se define algunos conceptos que serán utilizados dentro del capítulo 3 y 4, para las cuales se deberá lograr su comprensión.

2.2.6.1. Confort térmico.

El confort térmico según Lozano, (2009) se denomina. “Al estudio de los efectos del impacto climático en el cuerpo humano, (...). Un ambiente térmicamente ideal es aquel en el que los ocupantes no expresan ninguna sensación de calor” (p.6). El confort térmico dependerá a su vez del clima de la zona, como también de los materiales que se usa en la construcción pues estos materiales deberán tener baja conductividad térmica, lo que ayude a proteger a la vivienda tanto en climas cálidos como fríos.

El confort térmico es la sensación que experimenta las personas en un ambiente, es decir no sienten el calor ni frío sino más bien un ambiente favorable. En la industria de la construcción la manera en que se consigue el confort térmico en viviendas tiene una fuerte relación con el diseño de los edificios y viviendas, con una buena aislación se producen condiciones deseables para sus habitantes (Villalobos, 2014).

2.2.6.2. Aislante térmico.

Un material de aislación térmica es un producto que se utiliza en la industria de la construcción, puesto que estas deben tener una resistencia térmica, mejorando el ambiente con respecto a la temperatura ambiente (Ortiz, 2018).

Es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción a través de ellos. Se expresa según el sistema internacional de unidades (SI) en $W/m^2 * K$ (Villalobos, 2014, p.23).

2.2.6.3. Materiales usados para aislación térmica

Se tiene la comparación de materiales aislantes tradicionales y no tradicionales denotando sus ventajas. Los materiales seleccionados de cada grupo se analizan mediante una matriz comparativa (figura 1), evaluando las características el material según las posibilidades productivas de la región, por lo cual, los materiales mejor posicionados son la celulosa insuflada y la panelería de madera (Canetti, 2016)

Matriz comparativa de materiales para aislación Referencias Aspecto Positivo Aspecto Negativo

	Mercado Local/ Tradicionales			Mercado internacional/ no tradicionales		
	Lana de vidrio	Lana de Poliéster	Poliestireno expandido	Celulosa	Aglomerados de madera	Fieltro de lana de oveja
Relación Espesor/ Peso	Buena -liviano-	Muy Buena -muy liviano-	Buena -liviano-	Intermedia	Mala -muy pesado-	Intermedia
Eficiencia energética	Muy Alta	Alta	Intermedia requiere + espesor	Alta	Intermedia astillas + grandes	Alta
Carácter frente al fuego	Excelente Incombustible		Muy mala + contribución	Mala contribución limitada	Mala contribución limitada	Mala contribución limitada
Impacto Energético	Medio/Alto	Medio/Alto	Medio/Alto	Reducido	Reducido	Medio
Impacto Tóxico	Medio		Medio	Reducido -producción	Reducido -ligantes	Reducido
Disposición final	Muy Malo -estructura local	Muy Malo -estructura local	Muy Malo No RRR + Compost	Muy Buena Reuso + Reciclaje	Muy Buena R+R +Compost	Muy Buena Reciclable
Inversión inicial	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Media/ baja	Media/ baja	Media
¿Disponibilidad de MP local?	No -internacional	No -internacional	No -internacional	Si -zonal	Si -zonal	Si -nacional
¿MdO: factible de incluir recurso local?	Factible	Difícil	Difícil	Factible	Factible	Factible
¿Puede adaptarse el proceso productivo a la localidad?	Difícil	Difícil	Difícil	Factible maquinaria reproducible	Factible maquinaria reproducible	Factible según escala productiva
¿Herramiental de colocación común en hogares locales?	Si	Si	Si	NO maquinaria singular	Si	Si
¿Puede incorporarse el aspecto estético?	No es visible	No es visible	Factible (suele no ser visible)	Factible en placas color/ textura	Factible color/textura	Factible (pero no es visible)

Figura N° 1 Matriz comparativa de materiales aislantes (Resumen).

Fuente: (Canetti, 2016)

2.2.6.4. Aislantes térmicos naturales.

Actualmente la mentalidad de las personas es reducir el consumo de energía y conseguir materiales ecológicos y sustentables y producir una menor contaminación por ende se tienen cada vez, más materiales reciclados utilizados para la aislación térmica de hogares, desde el ámbito ecológico podemos encontrar materiales textiles con baja conductividad térmica entre esos encontramos materiales reciclados como son el Padding y el algodón.

Tabla 1.
Conductividad térmica aislantes reciclados

Tipos de aislantes Naturales	Conductividad térmica ($\frac{w}{m \cdot K}$)
Lana mineral	0,035
Celulosa	0,039
Gorcho	0,045
Vidrio celular	0,05
Agro fibras	0,05
Fibras de la madera	0,06
Algodón	0,04

Nota: los aislantes naturales de fibras vegetales pueden ser muy beneficiosos y respetuosos con el ambiente para asilar térmica y acústicamente una vivienda. Fuente: (Villalobos, 2014)

2.2.6.5. Temperatura.

(Yirda, 2019) menciona que:

La temperatura es una magnitud escalar que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee, (...). La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica; y la temperatura es la medida de esa energía promedio.

Es decir que la temperatura es una magnitud medible de calor que un ser vivo posee, lo que provoca una variación térmica cuando esta se expone a varios ambientes.

2.2.6.6. Equilibrio térmico.

Equilibrio térmico se denomina al estado en que dos cuerpos al tener contacto mecánico o separados por una superficie conductora tienden a igualar su temperatura que

al inicio no eran iguales pues uno de ellos tiende a generar radiación de calor al otro hasta lograr un balance entre estos dos cuerpos (Raffino, 2019).

2.2.6.7. Transmisión de calor.

Es la transmisión de calor de un cuerpo a otro mediante tres formas básicas que son radiación, conducción y convección. En los materiales de construcción, la transferencia de calor es considerado como conducción pura, pero es casi imposible encontrar un material totalmente homogéneo (Villalobos, 2014). Es por ello que se tienen las siguientes formas de transmisión de calor detalladas a continuación.

2.2.6.7.1. Radiación.

“Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, en este caso no existe contacto entre los cuerpos, ni fluidos intermedios que transporten el calor” (Carlos, 2013). Es decir que un cuerpo puede emitir calor al otro sin contacto solo con que uno de los cuerpos presente mayor temperatura que el otro.

Villalobos (2014) menciona que la transferencia de calor por radiación la energía se transmite en forma de radiación electromagnética, emitida por todos los cuerpos y se propaga a la velocidad de la luz la que puede ser absorbida por los cuerpos, aumentando su temperatura además la radiación es el único medio de transferencia de calor a través del vacío.

2.2.6.7.2. Conducción.

Consiste en la transferencia de calor entre dos cuerpos con diferentes temperaturas sin necesidad de transferir materiales entre estos (Carlos, 2013). Esta transferencia de calor se da durante el contacto directo entre cuerpos de distintas temperaturas.

Se produce por medio de choques entre las moléculas del sistema, donde la transferencia térmica tiende a igualar las temperaturas que los objetos en contacto poseen, este proceso es de gran importancia en sólidos pero menor en líquidos y gases (Villalobos, 2014).

2.2.6.7.3. Convección.

“En este sistema de transferencia de calor interviene un fluido (gas o líquido) en movimiento que transporta la energía térmica entre zonas” (Carlos, 2013). Dentro de esta se encuentra dos tipos de transmisión de calor las cuales son: la convección forzada y la convección natural. Villalobos (2014) afirma. “Este proceso tiene gran importancia en fluidos, también se denomina conducción superficial, ya que el flujo de calor entre la superficie de un material y un fluido está relacionado con la conducción a través de una fina capa de fluido” (p.25).

2.2.6.8. Conductividad térmica.

En la norma (ISO 7345:2018, 2018) se tienen la definición de la conductividad térmica (λ) como “cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita” se expresa en unidades de $(W/m \cdot K)$. Villalobos (2014) afirma. La conductividad térmica de un material se calcula experimentalmente mediante el método de la cámara térmica indicado en la norma ISO 8990 para la construcción de la cámara térmica.

2.2.6.9. Resistencia térmica.

En la norma **ISO 7345:2018** la resistencia térmica R se define como oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción y se expresa en las unidades de $(m^2 \cdot K/W)$. Connor (2020) afirma. “La resistencia térmica es una propiedad del calor y una medida de la diferencia de temperatura por la cual un objeto o material resiste un

flujo de calor”. Además, esta se puede utilizar en una variedad de ramas como la resistencia térmica absoluta (R_t) en unidades de (K/W)

2.2.6.10. *Trasmitancia térmica.*

La norma **ISO 7345:2018** menciona la definición de la transmitancia térmica (U) como el “flujo de calor que pasa por unidad superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre los dos ambientes separados por dicho elemento” y se expresa en ($W / m^2 * K$).

2.2.7. *Grafito.*

“El grafito es una forma cristalina del carbono con una estructura en capas con planos u hojas basales de átomos de carbono de empaque compacto, es la forma más estable del carbono” (Fernández, 2016, p. 8). Es decir que el grafito es un mineral que se encuentra formado por capas de átomos de carbono.

2.2.7.1. *Generalidades del grafito.*

“El grafito posee un alto grado de anisotropía, de modo que sus propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas varían notablemente dependiendo de la dirección en la cual se haga la medida” (Fernández, 2016, p.8).

Di Yorio (como se citó en Fernández, 2016) menciona que el grafito en su forma natural aparece en dos formas diferentes que son: cristalino y amorfo. En el cristalino, el cristal que forma los átomos de carbono da lugar a una estructura de tipo copos donde cada átomo posee tres vecinos inmediatos en un plano dado, produciendo enlaces fuertes covalentes. (p.9).

2.2.7.2. Características del grafito.

2.2.7.2.1. Características físicas.

Presenta una estructura laminar conocida como grafeno. Los electrones de carbono son libres de moverse a lo largo del plano basal pero no en la dirección perpendicular por la separación que estas tienen, por esta cuestión el grafito se considera como conductor a lo largo del plano basal (resistividad $2,5 - 5,0 * 10^{-6} \Omega m$) y una conductividad relativa de $0,7 * 10^3$, mientras que en la dirección normal la resistencia que presenta es típica de un material aislante ($3000 * 10^{-6} \Omega. m.$) (Fernández, 2016, p.10-11).

Tabla 2.
Propiedades físicas del grafito natural.

Propiedades	PARALELA PLANOS BASALES	PERPENDICULAR PLANOS BASALES
Densidad (gcm³)	2,26	2,26
Conductividad térmica (W cm⁻¹k⁻¹)	30	0,06
Expansión térmica (k⁻¹)	$-10 * 10^{-6}$	$2,9 * 10^{-5}$
Resistividad (cm)	$5 * 10^{-5}$	1
Módulo elástico (GPa)	1,060	36,5

Fuente: (Menéndez & Blanco, 2014)

2.2.7.2.2. Características químicas.

(Solís, 2011) menciona que: el grafito posee las características químicas que se detallan a continuación:

- Estable y químicamente inerte a temperatura normal.
- No inodoro.
- No tóxico.
- Resistente al calor.
- Excelente conductor de electricidad.
- Untuoso al tacto.
- Extremadamente refractario.
- Resistencia a altas temperaturas de 3000°C.
- Tiene alta resistencia a la meteorización y los ácidos.
- Se mezcla fácilmente con otros materiales tanto líquidos como sólidos.
- Comprensible y maleable.
- Resistente al ataque químico.
- Resistente al choque térmico.
- Resistente a la contracción y la oxidación.
- Bajo coeficiente de fricción.
- Baja expansión térmica y permeabilidad.
- Flexible y séctil en un amplio rango de temperaturas.
- Excelente lubricante.

2.2.7.3. Clasificación del grafito.

De acuerdo a la obtención y a la estructura del grafito se clasifica en dos tipos natural y sintético los cuales a su vez se dividen, se detalla en la figura 8.

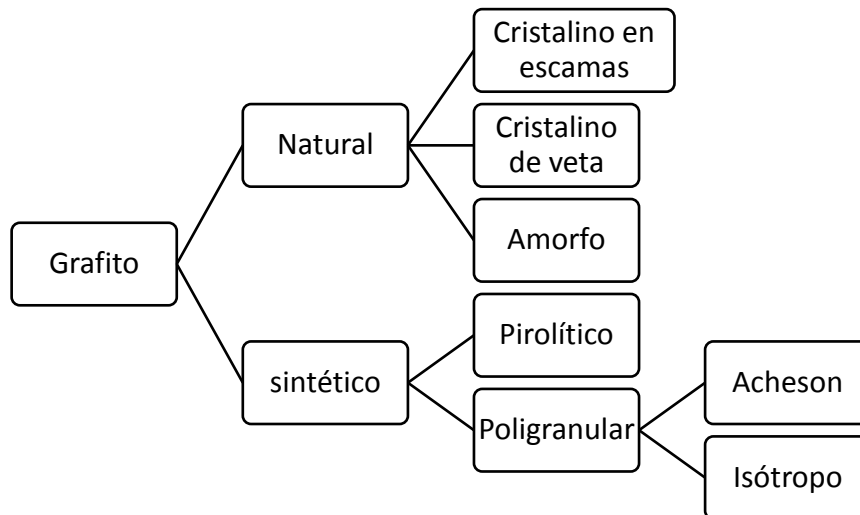


Figura N° 8. Clasificación del grafito.

Fuente: (Menéndez & Blanco, 2014)

2.2.7.4. Usos y aplicaciones del grafito.

La principal aplicación del grafito es en la elaboración de las minas de lápices, pero a su vez también son utilizados en los sectores de energía móvil, en la industria del automovilismo, en la tribología (técnica que estudia el rozamiento entre los cuerpos sólidos con el fin de conseguir mejor deslizamiento y menor desgaste)-lubricantes, en los polímeros conductores, en la metalurgia, y la industria química (Menéndez & Blanco, 2014).

2.3. Normativa legal para materiales de aislación térmica.

Los materiales que son considerados como aislantes térmicos para la industria de la construcción deben cumplir con determinadas normas, la cual establece rangos que estos productos deberán cumplir.

- **ISO 7345:2018 Magnitudes físicas y definiciones.** Dentro de esta norma se define la terminología de cada una de las magnitudes y unidades aplicadas a los resultados de los valores que sean obtenidos dentro de la investigación sea esta por medición o por cálculo.

- **ISO 8990:1994 Thermal insulation** – Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada. Dentro de esta norma se manifiesta las especificaciones para el diseño de la cámara de calor donde se medirán las propiedades del material aislante, lo que permitirá buenos resultados.
- **ISO 13791:2012 Thermal performance of buildings** – Comportamiento térmico de los edificios. Cálculo de las temperaturas interiores de un local sin refrigeración mecánica en verano. Esta norma menciona los cálculos de materiales de construcción, dentro de esta se menciona los cálculos de las variables energía térmica y aislación térmica de dichos materiales.

CAPÍTULO 3

3. Parte práctica.

En el presente capítulo se presenta los procedimientos, instrumentos, materiales y variables que se utiliza para obtener las muestras con características que se detalla en este.

3.1. Tipo de investigación.

En la presente investigación, se realiza un acabado textil a base de grafito como aislante térmico aplicado a un tejido de lana, se basa en el método de investigación experimental.

El modelo clásico de experimento consiste en un ensayo deliberado, definido y compartido en el cual:

- a) Un conjunto de elementos (llamado grupo experimental) es sometido a la acción de un factor (tratamiento experimental) cuyo efecto interesa investigar;
- b) Otro conjunto equivalente, llamado grupo de control o grupo testigo, es observado durante el proceso experimental; y
- c) Al finalizar el experimento, se observan y comparan los cambios producidos en los dos conjuntos. (Rodríguez, 2011)

3.2. Flujograma de procesos general.

En la figura N° 9 se resume el procedimiento a realizar para la obtención de las muestras con las características que se desea obtener y se detalla cada uno de los cuadros a continuación en los siguientes ítems.

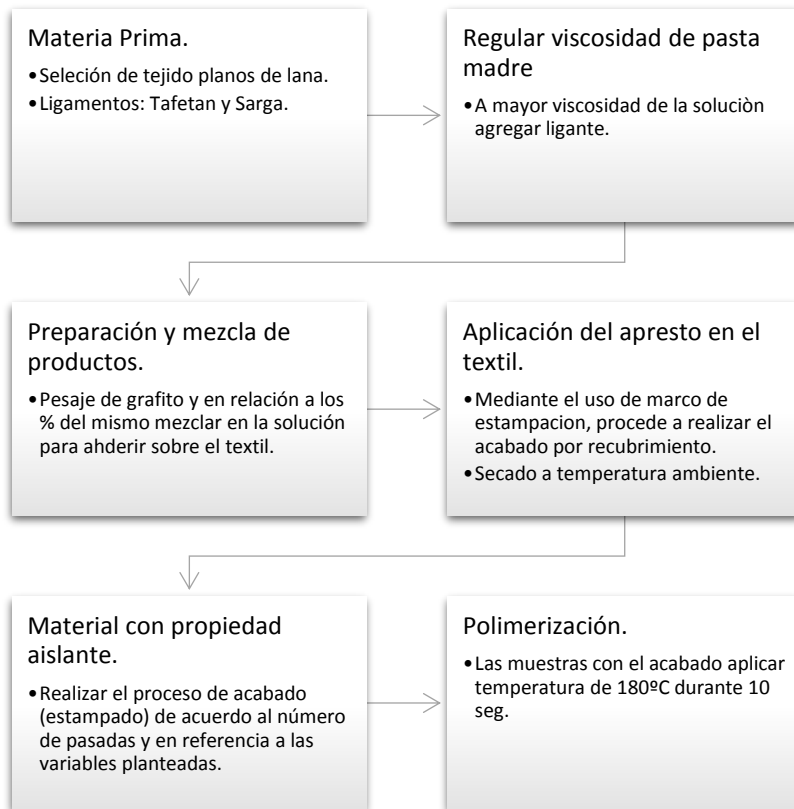


Figura N° 9. Flujograma de procesos de acabado textil térmico.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

3.2.1. Regular viscosidad de pasta.

En este proceso se debe regular la viscosidad de la pasta madre utilizando el ligante, que es el material que permite esta operación, siempre y cuando presente inconvenientes de adherencia o problemas de uniformidad.

3.2.2. Preparación y mezcla de productos.

De acuerdo al modelo del grupo experimental diseñado para esta investigación se utiliza el 25% y 75% de grafito y se mezcla la pasta madre de la marca SCREEN TM con la cantidad exacta de pasta y grafito que se utiliza para el textil, y se mezcla lo más homogéneo posible para evitar variaciones de la pasta, como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3.
Cálculo de cantidades de materiales a utilizar.

Concentración grafito	Grafito 100gr	Pasta gr. (1kg)	Cantidad de grafito real
25%	25	500	12,5 gr
75%	75	500	37,5 gr

Nota: Para calcular la cantidad real de grafito utilizado se calculó con referencia del 100gr de grafito equivale al 100% de concentración en 1 kg de pasta es así que se calcula en 25% de grafito por 500gr de pasta dividido para 1000gr de pasta total. **Fuente:** (María Hinojosa, 2020)

3.2.3. Aplicación del apresto en el sustrato textil.

Para el proceso de recubrimiento se realiza en el marco de estampación para determinar el número de pasadas como determinante que define el grosor de las muestras, esto debido a que es otro método de realizar el acabado por recubrimiento para obtener mayor uniformidad de las capas de grafito en las muestras como se observa en el Anexo 6.

3.2.4. Material con propiedad de aislación térmica.

De acuerdo con el diseño de experimento las muestras que se obtienen del proceso de acabado son 10 de las cuales 8 tienen el acabado y 2 no, por ser muestras que servirán para comparación y de acuerdo a las variables el porcentaje de grafito, el número de pasadas y al grosor del tejido que se tiene para determinar la variable más conveniente, se detalla en la Tabla 4 cada una de las muestras con sus debidas características como son el grosor y el tipo de ligamento que estas tienen.

Es importante mencionar que cuando se recubre cada muestra con la solución de grafito y pasta se debe secar a temperatura ambiente y luego continuar aplicando la siguiente capa dependiendo del número de capas que tenga determinada muestra.

Tabla 4.

Modelo de experimento de muestras de acuerdo a las variables a estudiar.

N.º de Muestra	Densidad Tejido	% Grafito	N.º pasadas	Grosor mm	Ligamento
1	Delgado	75	6	0,175	Sarga
2	Delgado	75	3	0,16	Sarga
3	Delgado	25	6	0,15	Sarga
4	Delgado	25	3	0,1	Sarga
5	Delgado sin acabado	-	-	0,04	Sarga
6	Grueso	75	6	0,6	Tafetán
7	Grueso	75	3	0,5	Tafetán
8	Grueso	25	6	0,6	Tafetán
9	Grueso	25	3	0,5	Tafetán
10	Grueso sin acabado	-	-	0,4	Tafetán

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

3.2.5. Fijado de pasta.

El fijado de la pasta se realiza en la plancha térmica a 180°C durante 10 segundos.

Tabla 5.

Características de plancha térmica.

Estampador Silver Star 38x38cm ST-500.	
Voltaje:	110v
Potencia:	2250W
Tamaño de trabajo:	38x38cm
Presión ajustable, alta presión	Control de tiempo
Sistema de calefacción uniforme	Control analógico de temperatura

Fuente: (www.inducon.com, 2020)

3.3. Materiales y equipos para realizar acabado de aislación térmica.

La materia prima que se utiliza para la investigación sobre la: elaboración del acabado textil a base de grafito como aislante térmico aplicado a un tejido de lana 100%, son los siguientes.

3.3.1. *Materiales.*

3.3.1.1. *Tejido plano de lana.*

El tejido es 100% lana de oveja material en el cual se plantea aplicar el acabado con grafito.

3.3.1.2. *Grafito en polvo.*

El grafito se encuentra en diferentes presentaciones: en polvo o en mezcla con otros materiales para su uso en múltiples industrias. Para realizar el acabado se utiliza el grafito en polvo.

3.3.1.3. *Ligante.*

El ligante es un homopolímero o copolímero derivado de una serie de monómeros como butadieno, acrilatos de etilo, vinilo o butilo, estireno, acrilonitrilo y ácido acrílico entre otros, este producto forma una película transparente, la misma que permite a los pigmentos que dan color a la pasta madre, ser cubiertos y sostenidos en el sustrato, permitiendo una excelente solidez al lavado. (Arellano, 2017, p. 30)

3.3.1.4. *Pasta madre.*

Material de alto peso molecular utilizado en el estampado, se lo utiliza para dar cuerpo al grafito y permita que se adhiera al tejido.

3.3.2. *Materiales de laboratorio.*

- Vasos precipitados.
- Agitador.
- Contenedor de mezcla de grafito y pasta.
- Balanza digital.
- Tijeras.

3.3.3. *Equipos y materiales de laboratorio.*

- Marco de estampado con malla gruesa.
- Pie de rey.
- Cámara de calor (fabricado por el autor, en base a la norma ISO 8990:1994)
- Viscosímetro.
- Termómetro infrarrojo.
- Higrómetro.
- Temporizador.
- Cartón prensado (utilizado para dividir las secciones y darle estabilidad a la muestra).
- Poliestireno expandido para cubrir la caja térmica.
- Permeabilidad.

Los equipos que se utiliza para el estudio y obtener los datos se desarrolló de manera autónoma la caja térmica con especificaciones técnicas dadas por la norma ISO **8990:1994.**

3.3.4. *Diseño y fabricación de cámara de calor.*

Para realizar las pruebas al material aislante se realiza con ayuda de la caja térmica y por ende se procede a su fabricación.

3.3.4.1. Diseño de la caja.

De acuerdo con la norma ISO 8990:1994 **Thermal insulation** para la fabricación de la cámara térmica se tiene determinadas especificaciones a continuación se detallan.

Tabla 6.
Especificaciones técnicas de la caja térmica.

Especificaciones técnicas - Cámara térmica	
Dimensiones.	
Base	40 cm
Altura	40 cm
Largo	80 m

Fuente: (ISO 8990:1994)

Tabla 7.
Especificaciones de materiales para la construcción de la caja térmica.

Materiales	
Muros	Madera de pino 2x2 con 20 mm de espesor.
Tapa	Madera de pino de 2x2 con 20 mm de espesor con lana en sus uniones para tener la caja hermética. (en este caso se optó por el poliestireno material altamente aislante)
Piso	Madera de pino 2x2 con espesor 20 mm.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

Tabla 8.
Materiales utilizados para la aislación de la caja internamente.

Materiales de aislación interna	
MUROS	Poliestireno expandido de 1cm de espesor y dimensiones de 40x40
TAPA	Poliestireno expandido de 1cm de espesor y dimensiones de 40x40
PISO	Poliestireno expandido de 1cm de espesor y dimensiones de 40x40

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

3.3.4.2. Construcción del equipo de medición térmica.

La construcción del equipo térmico se realiza con el fin de lograr determinar las propiedades térmicas del material aislante, que está elaborada de madera de pino 2x2 con un grosor 20 mm en todos sus lados, como se muestra en la figura 10.

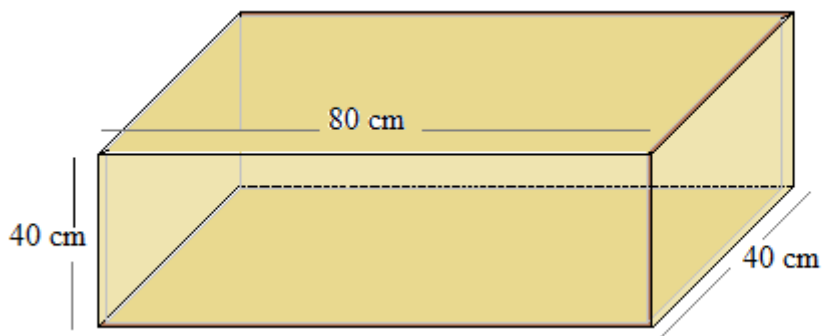


Figura N° 10. Medidas de caja térmica.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

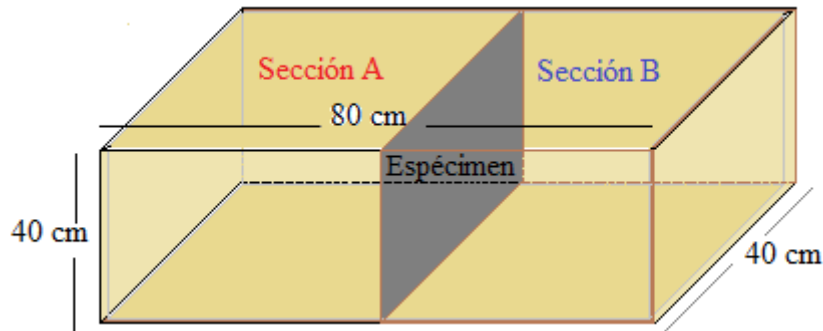


Figura N° 11. Partes de la caja térmica.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

En la figura 11 se detalla las dimensiones de la caja térmica que se realizará y a continuación se detalla la función de cada área.

- a) **Sección A:** Es la parte de la cámara, se encuentra expuesta a la luz, se utiliza 300w de luz con focos incandescentes la cual genera calor, esta cámara consta con 40x40x40 cm de medida.
- b) **Sección B:** Es la parte que no está expuesta a la energía, denominada cámara fría y se obtiene los valores de temperatura que logran transferirse a través del espécimen, la cámara B cuenta con las mismas dimensiones que la sección A.
- c) **Espécimen:** Es el material que será sometido a pruebas térmicas, que está adherida a otro material como es el cartón con 1cm de espesor que le permitirá colocarse correctamente dentro de la caja dividiendo las dos áreas en medidas iguales, el espécimen consta de dos tipos de grosores, esto debido a las 3 y 6 pasadas de solución de grafito que se le coloca a los tejidos de lana.



Figura N° 12. Caja térmica de madera de pino.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

La caja de la figura 12 se divide en secciones y se procede a aislar la caja con el material poliestireno expandido para evitar fugas de temperatura, como se indica en la figura 13 en donde la caja está aislada y dividida con el cartón prensado que ayudará a la estabilidad de las muestras.



Figura N° 13. Caja térmica con aislante de poliestireno expandido.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

3.3.5. Constantes de la solución para realizar el acabado.

- **Viscosidad:** la viscosidad de la pasta madre se mantendrá sin alterar sus componentes originales por el uso de otros auxiliares para disminuir o aumentar

la misma, solo se analizará la viscosidad de la pasta con el porcentaje de grafito agregado.

3.3.6. Variables del acabado aislante.

- **Grafito:** Los porcentajes de grafito utilizados son: 25% y 75%.
- **Lana:** La segunda variable es: los tejidos de lana difieren en densidad y ligamento: tejido tafetán de menor densidad con título de Nm, Tejido de sarga con mayor densidad e hilo de título de Nm.
- **Grosor de la muestra:** La tercera variable consiste en los dos tipos de espesores que se obtienen de acuerdo al número de pasadas 3 y 6 respectivamente, para cada muestra.

3.3.7. Constante del acabado.

- **Temperatura:** la primera constante es la temperatura en este caso se aplica la misma cantidad de energía de 300w que se convertirá en calor a cada una de las muestras por un tiempo constante, la temperatura externa de la caja debe ser de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ o mantener la temperatura estable.
- **Tiempo:** la segunda constante es muy importante, ya que se determina la resistencia del material, la muestra será sometida a pruebas durante 3 horas dentro de la caja térmica determinado por la norma ISO 8990 en la cual se tomará la temperatura cada 10 min.

Es importante medir la temperatura al inicio y al final, la temperatura varía con el transcurso del tiempo, por ello se mide la temperatura en un período de 10 min dentro de la cámara térmica, en la sección A y sección B además de la temperatura ambiente la cual puede llegar a afectar dentro de la caja a pesar de la aislación que esta tenga, pero en

cantidades mínimas, debido a la variación de la temperatura ambiente y se considera un rango de variación aceptable de la temperatura ambiente de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

3.4. Proceso de obtención del grafito.

Para la obtención del grafito se tenía dos medios de los cuales uno consistía en obtener el producto ya triturado en finuras de 3 y 5 micras o triturar las minas de los lápices para obtener el polvo de grafito, de las cuales por el número de muestras se opta por utilizar los dos medios.

- a) Se utilizan lápices de una marca x de las cuales se retira la madera.
- b) Se saca el grafito de cada lápiz y se procede a triturar poco a poco.
- c) Se tritura muy bien cada mina de lápiz usando cualquier material que sea conveniente, en este caso se utilizó un recipiente de roca y se aplicó presión con una roca lisa.
- d) Se recolecta el polvo de grafito en un recipiente.

Debido a la demora de este procedimiento se procede a la compra de grafito en polvo y se mezclan los dos materiales para realizar el acabado.

3.5. Desarrollo del acabado.

Para comenzar con el proceso de acabado con grafito se utiliza dos tejidos de diferentes características detalladas en las tablas 9 y 10.

Tabla 9.
Característica de tejido de sarga.

Número de muestras: 5		Característica: color azul	
NOMBRE: Cachemir		COMPOSICION: Wo 100%	
Ancho: 1.5 m		Dimensiones: 40 cm x 40 cm	
LIGAMENTO:	Sarga	DENSIDAD	U: 75 T: 67
TORSION:	S	TITULO (Nm):	U: 29 T: 29
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE TRAMA:			5
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE URDIMBRE:			7
ARMAZON			
ORILLO		FONDO	

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

Tabla 10.
Características del tejido tafetán.

Número de muestras: 5		Característica: Color Beish lana gruesa	
NOMBRE COMERCIAL: Poncho		COMPOSICION: Wo 100%	
Ancho: 2m		Dimensiones: 40 cm x 40 cm	
LIGAMENTO:	Tafetán	DENSIDAD	U: 22 T: 5
TORSIÓN:	S	TITULO (Nm)	U: 2 T: 1
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE TRAMA:			4
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE URDIMBRE:			12
ARMAZON			
ORILLO		FONDO	

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

- a) Se cortan 5 muestras de un tejido de lana 100% de ligamento Sarga y 5 de ligamento tafetán con dimensiones de 40cmx40cm como se muestra en la figura 14.
- b) Se procede a clasificar las muestras por ligamento
- c) Se pesan cada una de las muestras y se coloca 2 muestras de cada tejido como muestras sin acabado para análisis y comparación.
- d) Se identifica Trama y Urdimbre para el determinar la densidad, título de hilo, etc. De todas las muestras.

- e) Se desarrolla un marco de estampación de 40cmx30cm con malla no muy densa con la finalidad de obtener un estampado uniforme sobre el tejido (tela de malla tul duro de nylon Poliamida, tejido de punto)
- f) Se realiza un cálculo de los gramos de grafito a utilizar al 25% y 75% con respecto a la cantidad de 1000gr de pasta madre que se utilizará.
- g) Determinando que el 25% de grafito corresponde a 12.5 gr en 500gr de pasta, el 75% de grafito corresponde a 37,5gr en 500gr de pasta como se puede observar en la figura 15.
- h) Se pesa el grafito y la pasta madre, se mezcla hasta lograr una uniformidad entre los dos materiales.
- i) Se procede a realizar el estampado colocando el tejido y el marco de estampación sobre una superficie plana.
- j) Colocar 3 y 6 capas al 25 % y 75% de concentración de grafito en los dos tipos de tejido respectivamente y secar a temperatura ambiente.

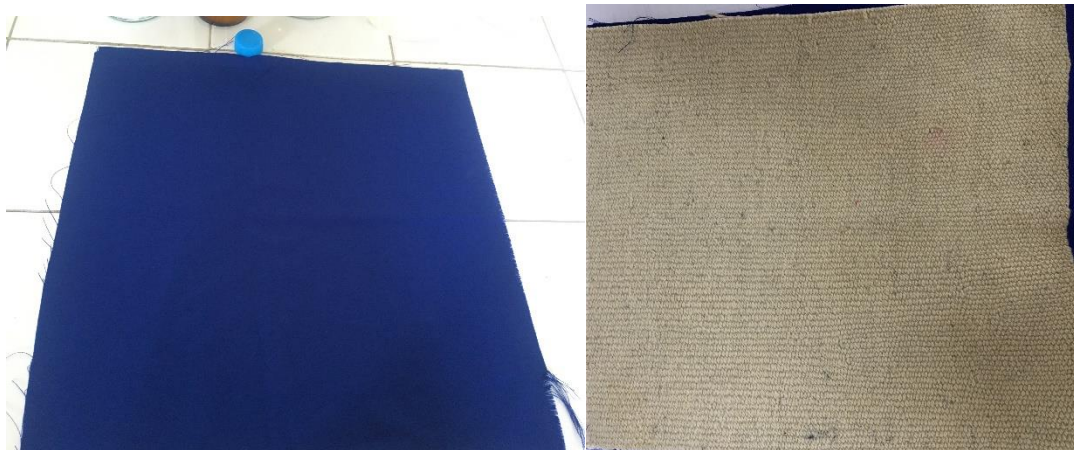


Figura N° 14. Tejido de lana 100% sarga y tafetán respectivamente.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)



*Figura N° 15. Grafito en polvo.
Fuente: (María Hinojosa, 2020)*

3.6. Flujograma de proceso



Figura N° 16. Flujograma de procesos de acabado con grafito.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

3.7. Proceso de acabado.

A continuación, se detalla las características de cada una de las muestras de manera más específica, pero en la Tabla 4 se tiene un resumen de todas las muestras que se obtiene de manera general.

3.7.1. Muestras de lana 100% de ligamento sarga.

MUESTRA N° 1

Se puede observar en la Tabla 11 el 75% de concentración de grafito y pasta con 6 capas sobre el tejido de lana de ligamento de sarga.

Tabla 11.
Características de muestra 1.

Datos informativos: Cachemir Azul			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	25,86	Peso con acabado:	189,04 gr
% de grafito:	75%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	A temperatura ambiente	N.º de pasadas:	6

Muestra:



MUESTRA N° 2

Se puede observar en la Tabla 12 el 75% de concentración de grafito y pasta, se da la primera capa y se seca a temperatura ambiente y se coloca la siguiente capa hasta tener 3 capas sobre el tejido de lana de ligamento sarga.

Tabla 12.
Características de muestra 2.

Datos informativos: Cachemir Azul			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	26,38	Peso con acabado:	130,16 gr
% de grafito:	75%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	3

Muestra:



MUESTRA N° 3

Se puede observar en la Tabla 13 el 25% de concentración de grafito y pasta con 6 capas sobre el tejido de lana de ligamento tafetán.

Tabla 13.
Características de muestra 3.

Datos informativos: Cachemir Azul			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	25,90	Peso con acabado:	176,81 gr
% de grafito:	25%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	6

Muestra:



MUESTRA N° 4

Se puede observar en la Tabla 14 con el 25% de concentración de grafito y pasta y una cantidad de 3 capas; después de cada capa se realiza el secado a temperatura ambiente.

Tabla 14.
Características de muestra 4.

Datos informativos: Cachemir Azul			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	26,94 gr	Peso con acabado:	115,71 gr
% de grafito:	25%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	3

Muestra:



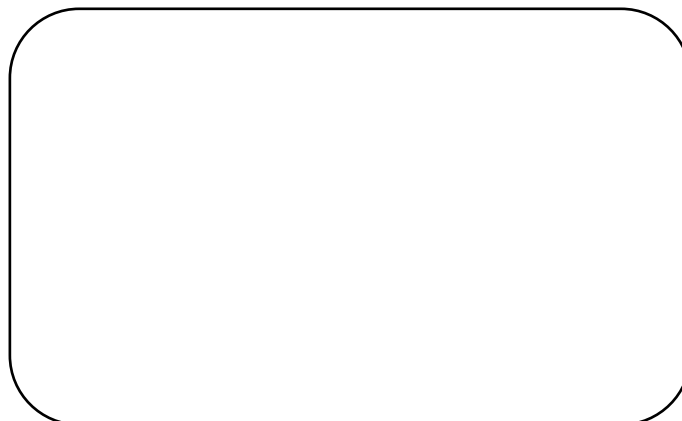
MUESTRA N° 5

Se puede observar en la Tabla 15 no tiene acabado es una muestra que se utilizará como referencia para la comparación con las que tienen acabado.

Tabla 15.
Características de muestra 5.

Datos informativos: Cachemir Azul			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	24,55	Peso con acabado:	—
% de grafito:	—	T° y t(min) de polimerizado:	—
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	—

MUESTRA:



3.7.2. Muestras de lana 100% con ligamento tafetán.

MUESTRA N° 6

Se puede observar la Tabla 16 se desarrolla con el 75% de concentración de grafito en pasta, con 6 capas sobre el tejido de lana de ligamento tafetán.

Tabla 16.
Características de muestra 6.

Datos informativos: Tejido de lana cruda.			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	201,91	Peso con acabado:	363,3 gr
% de grafito:	75%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	6

Muestra:



MUESTRA N° 7

Se puede observar la Tabla 17 con el 75% de concentración de grafito con 3 capas sobre el tejido de lana de ligamento tafetán.

Tabla 17.
Características de muestra 7.

Datos informativos: Tejido de lana cruda.			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	206,17	Peso con acabado:	334,5 gr
% de grafito:	75%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	3

Muestra:



MUESTRA N° 8

Se puede observar en la Tabla 18 con el 25% de concentración de grafito y pasta con 6 capas sobre el tejido de lana de ligamento tafetán.

Tabla 18.
Características de muestra 8.

Datos informativos: Tejido de lana cruda.			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	224,99 gr	Peso con acabado:	415,85 gr
% de grafito:	25%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	6

Muestra:



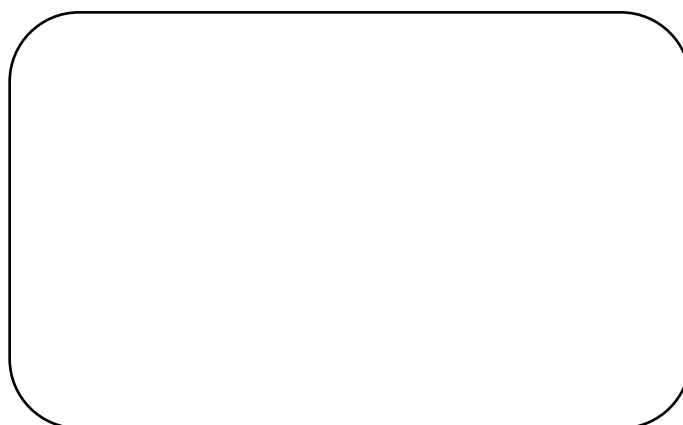
MUESTRA N° 9

Se puede observar en la Tabla 19 con el 25% de concentración de grafito y pasta con 3 capas sobre el tejido de ligamento tafetán.

Tabla 19.
Características de muestra 9.

Datos informativos: Tejido de lana cruda.			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	188,58 gr	Peso con acabado:	301,6 gr
% de grafito:	25%	T° y t(min) de polimerizado:	180 °C x 10 seg
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	3

Muestra:



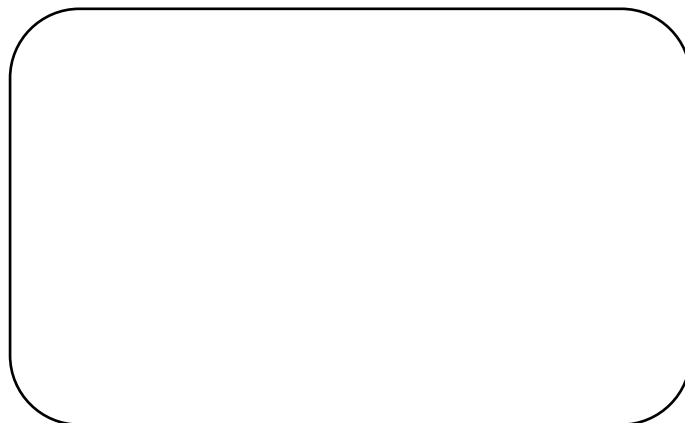
MUESTRA N° 10

Se puede observar en la Tabla 20 es una muestra sin acabado, muestra de lana de ligamento tafetán.

Tabla 20.
Características de muestra 10.

Datos informativos: Tejido de lana cruda.			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Material:	Lana 100%
Peso de muestra:	177,33 gr	Peso con acabado:	—
% de grafito:	—	T° y t(min) de polimerizado:	—
Secado:	Secado a temperatura ambiente	N.º de pasadas:	—

Muestra:



3.8.Fórmulas para el cálculo de resistencia y aislación térmica de muestras.

3.8.1. Símbolos y unidades para el cálculo térmico.

Los siguientes signos y unidades son establecidos por la norma **ISO 7345:2018 Magnitudes físicas y definiciones**, se cita las necesarias para el desarrollo del cálculo de la resistencia térmica.

Tabla 21.
Unidades de medida para cálculo de valores térmicos.

Magnitud representada	Símbolo de la magnitud	Unidad
Resistencia Térmica	R	$m^2 * K/W$
Espesor	e	M
Conductividad térmica	λ	$W/(m^2 * K)$
Resistencia térmica de una superficie al interior de un edificio.	R_{si}	$m^2 * K/W$
Resistencia térmica de una superficie al exterior de un edificio.	R_{se}	$m^2 * K/W$
Resistencia térmica total	R_T	$m^2 * K/W$

Fuente: (ISO 7345:2018)

3.8.2. Cálculo de la resistencia térmica total

Según la norma ISO 7345:2018 en el literal 5 de cálculo de resistencia térmica total y de la transmitancia térmica de elementos constructivos, dentro de la cual se tiene el literal 5.3.1. Elementos compuestos por varias capas homogéneas, es el literal más conveniente para realizar el cálculo de la resistencia térmica total de las muestras con acabado de grafito, en la que se tiene la siguiente formula.

Ecuación 1. *Fórmula para elementos simples y homogéneos.*

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{SI} + \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

$\frac{e}{\lambda}$ = *resistencia térmica del material.*

Ecuación 2. *resistencia total de un material homogéneo.*

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{SI} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

Fuente: (ISO 7345:1987)

$\sum \frac{e}{\lambda}$ = *Sumatoria de las resistencias térmicas de las capas que conforman el elemento.*

3.8.3. Conductividad térmica

Ecuación 3. *Formula de variación térmica.*

$$\Delta T = T_e - T_i$$

ΔT = *gradiente térmico o variación térmica*

T_e = *Temperatura de sección A o cara expuesta*

T_i = *Temperatura sección B o cara interna no expuesta*

Cuando obtengamos la gradiente de temperatura o variación térmica podemos calcular la resistencia térmica del material con la fórmula de la ecuación 4 para la cual debemos tener los valores de la variación térmica de todas las muestras.

Ecuación 4. Cálculo de resistencia térmica

$$\Delta T \text{ muestra} \left(\frac{\lambda \text{ lana}}{\Delta T \text{ lana}} \right) = \lambda \text{ muestra}$$

$\Delta T \text{ muestra}$ = variación térmica de las muestras

$\lambda \text{ lana}$ = conductividad térmica de la lana.

$\Delta T \text{ lana}$ = variación térmica de lana $\lambda \text{ muestra}$ = conductividad de muestra.

3.9. Adecuación de caja térmica de guarda para pruebas térmicas de muestras.

Para el desarrollo de las pruebas en la caja térmica es necesario realizar adecuaciones que permitirán una mejor forma de obtener los valores de temperatura.

- a) Se usa láminas de 2cm de grosor de poliestireno expandido para cubrir todos los lados de la caja internamente.
- b) Se coloca silicona en cada una de las uniones para mantener la caja sellada y evitar fugas de calor por los lados y la superficie de esta, la parte superior no se sella para poder ingresar la tela y obtener los valores térmicos, solo se deberán poner presión mínima
- c) Se utiliza una lámina de cartón prensado de 1 cm de espesor con dimensiones de 40cmx40cm y se lo coloca en el centro de la caja dividiendo en sección A y sección B.
- d) Se pega los extremos del tejido con los extremos de la lámina de cartón con el lado del acabado expuesto a la sección A que tiene los focos.
- e) Se coloca el higrómetro en la sección B el cual mide la temperatura del ambiente mientras que con el termómetro se apunta a un punto de la sección A y B para medir la temperatura inicial.

- f) Se tapa cada sección con una lámina de poliestireno expandido para evitar fugas de calor por la parte superior y coloca otro material aislante sobre este para mayor seguridad y se cierra la caja con la tapa de madera de pino.
- g) Una vez cerrada la caja se enciende los focos y trascurrido 10 min se apunta con el termómetro infrarrojo la sección A internamente y se obtiene una temperatura, en la sección B se visualiza el valor que registra el higrómetro, se realiza este proceso con todas las muestras cada 10 min tiempo que será cronometrado durante las 3 horas. Se debe evitar destapar completamente cada sección para medir la temperatura puesto que provocara un cambio abrupto de temperatura y los valores térmicos se alterarán, solo levantar una parte de la esquina de cada sección y ser muy rápido en la obtención de las temperaturas.

CAPÍTULO 4

4. Resultados.

En el presente capítulo se presenta las tablas y gráficas del proceso de acabado térmico con grafito y se detalla las pruebas térmicas y de permeabilidad a las que fueron sometidas las muestras con y sin acabado a base de grafito.

4.1. Datos y pruebas del acabado térmico.

En el literal 4.2.1 se tienen las tablas de los ensayos realizados a las 10 muestras clasificadas por el ligamento el % de grafito y número de capas colocadas sobre cada muestra, dentro de estas se obtiene las gráficas de la tendencia térmica que cada muestra tiene al ser sometido a la temperatura durante 3 horas, además dentro de las tablas obtenemos la variación térmica (ΔT) se toma en cuenta en este punto para determinar cuál de las muestras obtuvo mejores resultados en comparación con las muestras sin acabado.

4.2. Viscosidad de pasta.

Para determinar la variación de la viscosidad de la pasta con la concentración de grafito se realiza las pruebas con el viscosímetro BROOKFIELD que se encuentra en el laboratorio de la planta académica textil de la Universidad del Norte.

4.2.1. Procedimiento para el ensayo.

Puma Ipiales, (2019) menciona los siguientes pasos para realizar el ensayo de viscosímetro (como se cito en Brookfield, s.f.).

- Ensamble y nivele el viscosímetro (sección I.5).
- Auto cero al viscosímetro (Sección II.1).
- Ingrese el número de huso con la teca SELECCIONAR HUSILLO.

- Introduzca el husillo en la muestra y conecte el husillo a la tuerca de acoplamiento.
NOTA; Rosca a la izquierda.
- Ingrese la velocidad de rotación usando las teclas de FLECHA y la tecla SET SPEED.
- Registre el porcentaje de torque y viscosidad.

Se realiza el procedimiento mencionado y determinar la viscosidad, del 25% y 75% concentraciones de grafito, para determinar si esta se vio afectada, se detalla los datos obtenidos de la prueba en la tabla 15.

Tabla 22.
Datos prueba de viscosidad de pasta en mmPa.

Número	Aguja N.º	Grafito			RPM	Torque		
		0%	25%	75%		0%	25%	75%
1	6	72580	26298	47978	12	87,1	31,92	57,38
2	6	28548	13250	20804	30	85,06	39,76	62,42
3	6	14072	8154	13716	60	84,44	48,64	82,44

Nota: La aguja que sirvió para medir la viscosidad de pasta se mantiene en las tres concentraciones de grafito por ser el más recomendable para la obtención de datos sobre estos.

Se tienen los valores de la viscosidad promediada y el valor promedio del torque de cada una de las pruebas, el valor de la viscosidad viene dada en mili Pascales dentro de estos valores se determinó que el grafito aumento la viscosidad de las pastas en especial de la pasta con 75% de concentración de grafito, por lo tanto se determina que en cuanto más grafito se agrega a la pasta mayor será la viscosidad lo que presenta dificultad de uniformidad al aplicar la solución sobre el tejido, con el 25% de concentración de grafito se observa que la pasta tiende a volverse más líquida. Los valores de viscosidad de torque están dentro del rango de 20 a 80% valores aceptables de cada concentración. En la tabla se detalla a los rpm que se realizó las pruebas y el número de aguja que se utilizó para obtener los valores correctos.

4.2.2. Prueba térmica con tejido de ligamento sarga.

En el literal 3.3.4.2 se menciona las características de la caja térmica y las secciones que se medirán la temperatura, a continuación, se detalla los datos obtenidos de cada prueba.

PRUEBA TÉRMICA N° 1

Tabla 23.
Temperatura inicial y final de muestra 1.

Datos informativos: TEJIDO CACHEMIR			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Densidad:	92,35kg/m ³
Peso de muestra gr:	25,86	Peso con acabado gr:	189,04
Espesor sin acabado:	0,4 mm	Espesor con acabado:	1,75 mm
% de grafito:	75	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10 seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	6
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	22,7	Temperatura ambiente (°C):	23,5
Temperatura sección A (°C):	23,3	Temperatura sección A (°C):	76,3
Temperatura sección B (°C):	22,9	Temperatura sección B (°C):	28,5

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 2

Tabla 24.
Temperatura inicial y final de muestra 2.

Datos informativos: TEJIDO CACHEMIR			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Densidad:	103,05kg/m ³
Peso de muestra gr:	26,38	Peso con acabado gr:	130,16
Espesor sin acabado:	0,4 mm	Espesor con acabado:	1,6 mm
% de grafito:	75	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10 seg
Tiempo:	3 H	N.° de pasadas:	3
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	22,4	Temperatura ambiente (°C):	23,2
Temperatura sección A (°C):	23,0	Temperatura sección A (°C):	73,3
Temperatura sección B (°C):	23,0	Temperatura sección B (°C):	30,8

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 3

Tabla 25.
Temperatura inicial y final de muestra 3.

Datos informativos: TEJIDO CACHEMIR			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Densidad:	107,92kg/m ³
Peso de muestra gr:	25,90	Peso con acabado gr:	176,81
Espesor sin acabado:	0,4 mm	Espesor con acabado:	1,5 mm
% de grafito:	25	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10 seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	6
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	22,9	Temperatura ambiente (°C):	23,3
Temperatura sección A (°C):	23,4	Temperatura sección A (°C):	76,3
Temperatura sección B (°C):	22,7	Temperatura sección B (°C):	30,8

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 4

Tabla 26.
Temperatura inicial y final de muestra 4.

Datos informativos: TEJIDO CACHEMIR			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Densidad:	168,38kg/m ³
Peso de muestra gr:	26,94	Peso con acabado gr:	115,71
Espesor sin acabado:	0,4 mm	Espesor con acabado:	1 mm
% de grafito:	25	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10 seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	3
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	23,5	Temperatura ambiente (°C):	23,3
Temperatura sección A (°C):	23,0	Temperatura sección A (°C):	76,6
Temperatura sección B (°C):	23,0	Temperatura sección B (°C):	32,4

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 5

Tabla 27.
Temperatura inicial y final de muestra 5.

Datos informativos: TEJIDO CACHEMIR			
Ligamento:	Sarga	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	75/67	Densidad:	383,59Kg/m ³
Peso de muestra:	24,55	Peso con acabado:	—
Espesor sin acabado:	0,4 mm	Espesor con acabado:	—
% de grafito:	—	T° y t(min) de polimerizado:	—
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	—
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	23,6	Temperatura ambiente (°C):	23,1
Temperatura sección A (°C):	23,1	Temperatura sección A (°C):	69,0
Temperatura sección B (°C):	23,0	Temperatura sección B (°C):	33,9
Conductividad del grafito:	6W/m*K	Conductividad de la lana:	0,043W/m*K

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.2.3. Prueba térmica con tejido de ligamento tafetán.

PRUEBA TÉRMICA N° 6

Tabla 28.
Temperatura inicial y final de muestra 6.

Datos informativos: TEJIDO DE PONCHO TAFETÁN			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Densidad:	252,39kg/m ³
Peso de muestra:	201,91	Peso con acabado:	363,3
Espesor sin acabado:	4 mm	Espesor con acabado:	6 mm
% de grafito:	75	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	6
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	23,2	Temperatura ambiente (°C):	23,0
Temperatura sección A (°C):	23,6	Temperatura sección A (°C):	76,1
Temperatura sección B (°C):	22,7	Temperatura sección B (°C):	29,7

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 7

Tabla 29.
Temperatura inicial y final de muestra 7.

Datos informativos: TEJIDO DE PONCHO TAFETÁN			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Densidad:	257,71kg/m ³
Peso de muestra:	206,17	Peso con acabado:	334,5
Espesor sin acabado:	4 mm	Espesor con acabado:	5 mm
% de grafito:	75	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	3
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	23,0	Temperatura ambiente (°C):	23,7
Temperatura sección A (°C):	23,0	Temperatura sección A (°C):	72,5
Temperatura sección B (°C):	22,5	Temperatura sección B (°C):	25

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 8

Tabla 30.
Temperatura inicial y final de muestra 8.

Datos informativos: TEJIDO DE PONCHO TAFETÁN			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Densidad:	234,36kg/m ³
Peso de muestra:	224,99	Peso con acabado:	415,85
Espesor sin acabado:	4 mm	Espesor con acabado:	6 mm
% de grafito:	25	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	6
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	23,1	Temperatura ambiente (°C):	23,2
Temperatura sección A (°C):	23,5	Temperatura sección A (°C):	74,1
Temperatura sección B (°C):	23,0	Temperatura sección B (°C):	29,3

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 9

Tabla 31.
Temperatura inicial y final de muestra 9.

Datos informativos: TEJIDO DE PONCHO TAFETÁN			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Densidad:	196,44kg/m ³
Peso de muestra:	188,58	Peso con acabado:	301,6
Espesor sin acabado:	4 mm	Espesor con acabado:	5 mm
% de grafito:	25	T° y t(min) de polimerizado:	180 °Cx10seg
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	3
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	21,5	Temperatura ambiente (°C):	23,0
Temperatura sección A (°C):	21,5	Temperatura sección A (°C):	79,0
Temperatura sección B (°C):	21,5	Temperatura sección B (°C):	28,7

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

PRUEBA TÉRMICA N° 10

Tabla 32.
Temperatura inicial y final de muestra 10.

Datos informativos: TEJIDO CASHIMIRE			
Ligamento:	Tafetán	Dimensiones:	40 cm x 40 cm
Densidad U/T:	22/5	Densidad:	277,08kg/m ³
Peso de muestra:	177,33	Peso con acabado:	–
Espesor sin acabado:	4 mm	Espesor con acabado:	–
% de grafito:	–	T° y t(min) de polimerizado:	–
Tiempo:	3 H	N.º de pasadas:	–
Temperatura inicial		Temperatura final	
Temperatura ambiente (°C):	22,7	Temperatura ambiente (°C):	23,1
Temperatura sección A (°C):	22,9	Temperatura sección A (°C):	75,6
Temperatura sección B (°C):	22,5	Temperatura sección B (°C):	31,9

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.3. Resumen de pruebas térmicas.

Se realizan los ensayos térmicos a las muestras de lana sin acabado para comparar la variación térmica que se tiene con las muestras que tiene el acabado y determinar las ventajas.

En las siguientes tablas se detallan los resultados de las lecturas de temperatura de las muestras, durante las 3 horas en la que se encontraban dentro de la caja térmica expuestas

a la luz, donde la (T1) es la temperatura ambiente, (T2) es la temperatura de la sección A que es el área donde se expone a las muestras a la temperatura, (T3) sección B lado no expuesto a calor y (ΔT) variación térmica de la muestra con respecto a la sección A Y B.

4.3.1. Valor térmico muestra 1.

La Tabla 33 contiene los datos de la muestra 1 de lana 100% de ligamento cachemir con acabado a la concentración del 75% de grafito con 6 capas.

Tabla 33.
Ensayo térmico 1.

Temperaturas muestra 75% grafito 6 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	22,7	23,3	22,9	0,4
12:10:00	23,1	40,8	23	17,8
12:20:00	23	52,3	23	29,3
12:30:00	22,6	60,1	23	37,1
12:40:00	22,9	57,9	24,3	33,6
12:50:00	23,6	59	25,1	33,9
13:00:00	23,1	63,1	25,8	37,3
13:10:00	23,9	64	26,1	37,9
13:20:00	23,3	64,9	26,4	38,5
13:30:00	23,8	64,8	26,7	38,1
13:40:00	23	66,3	26,8	39,5
13:50:00	23,7	66,8	27	39,8
14:00:00	23,7	66,7	27,2	39,5
14:10:00	23,3	67,8	27,3	40,5
14:20:00	23,8	67,6	27,6	40
14:30:00	23,4	69,6	27,8	41,8
14:40:00	22,6	71,7	28	43,7
14:50:00	23	74,3	28,3	46
15:00:00	23,5	76,3	28,5	47,8
TOTAL				38,5

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 17 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

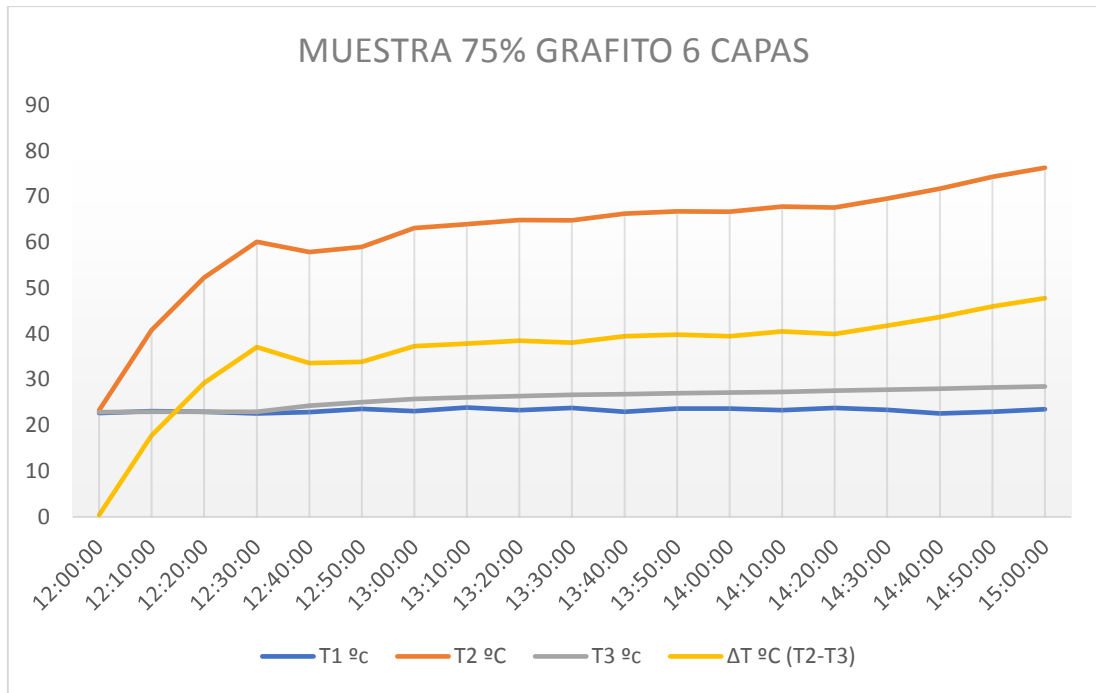


Figura N° 17. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 1.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.3.2. Valor térmico de muestra 2.

La Tabla 34 contiene los datos de la muestra 2 de lana 100% de ligamento cachemir con acabado a la concentración del 75% de grafito con 3 capas.

Tabla 34.
Ensayo térmico 2.

Temperaturas muestra 75% grafito 3 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	22,4	23	23	0
12:10:00	23,6	46	22,3	23,7
12:20:00	23,3	56,3	23,1	33,2
12:30:00	23,1	58,5	24,1	34,4
12:40:00	23,4	59,7	25,1	34,6
12:50:00	23,5	65,6	26	39,6
13:00:00	23	63,6	26,9	36,7
13:10:00	23,7	70,8	27,5	43,3
13:20:00	23,6	68,2	28,1	40,1
13:30:00	23,7	68,8	28,6	40,2
13:40:00	23	70,2	29	41,2
13:50:00	22,9	69,3	29,4	39,9
14:00:00	23,9	70,3	29,7	40,6
14:10:00	23,2	71,3	30,1	41,2
14:20:00	23,4	72,6	30,5	42,1
14:30:00	23,1	74,1	30,7	43,4
14:40:00	23,6	74,7	30,7	44
14:50:00	23,3	74,2	30,7	43,5
15:00:00	23,2	73,3	30,8	42,5
TOTAL				40,2

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 18 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

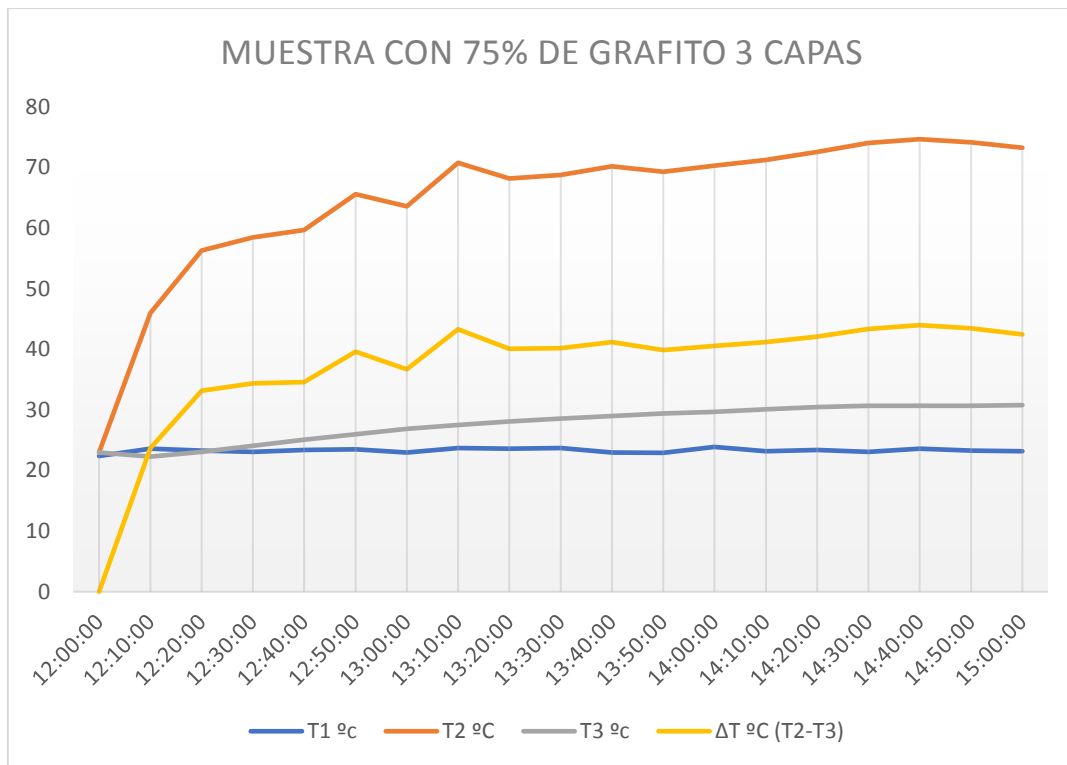


Figura N° 18. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 2.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.3.3. Valor térmico muestra 3.

La Tabla 35 contiene los datos de la muestra 3 de lana 100% de ligamento sarga con acabado a la concentración del 25% de grafito con 6 capas.

Tabla 35.
Ensayo térmico 3.

Temperaturas muestra 25% grafito 6 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	22,9	23,4	22,7	0,7
12:10:00	23,6	55,8	23,9	31,9
12:20:00	23,4	62,4	25,6	36,8
12:30:00	23,6	66,3	27	39,3
12:40:00	23,7	67,8	27,9	39,9
12:50:00	23,4	68,8	28,3	40,5
13:00:00	23,4	69	28,8	40,2
13:10:00	23,7	69,6	29,1	40,5
13:20:00	23,4	71,5	29,3	42,2
13:30:00	23	70,8	29,6	41,2
13:40:00	23,8	73,9	29,9	44
13:50:00	23,6	72,4	30	42,4
14:00:00	23,4	74,4	30,2	44,2
14:10:00	23	74,6	30,3	44,3
14:20:00	23,3	73,2	30,5	42,7
14:30:00	23,6	74,4	30,5	43,9
14:40:00	23,4	74,4	30,7	43,7
14:50:00	23,4	76,2	30,7	45,5
15:00:00	23,3	76,3	30,8	45,5
TOTAL				42,2

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 19 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

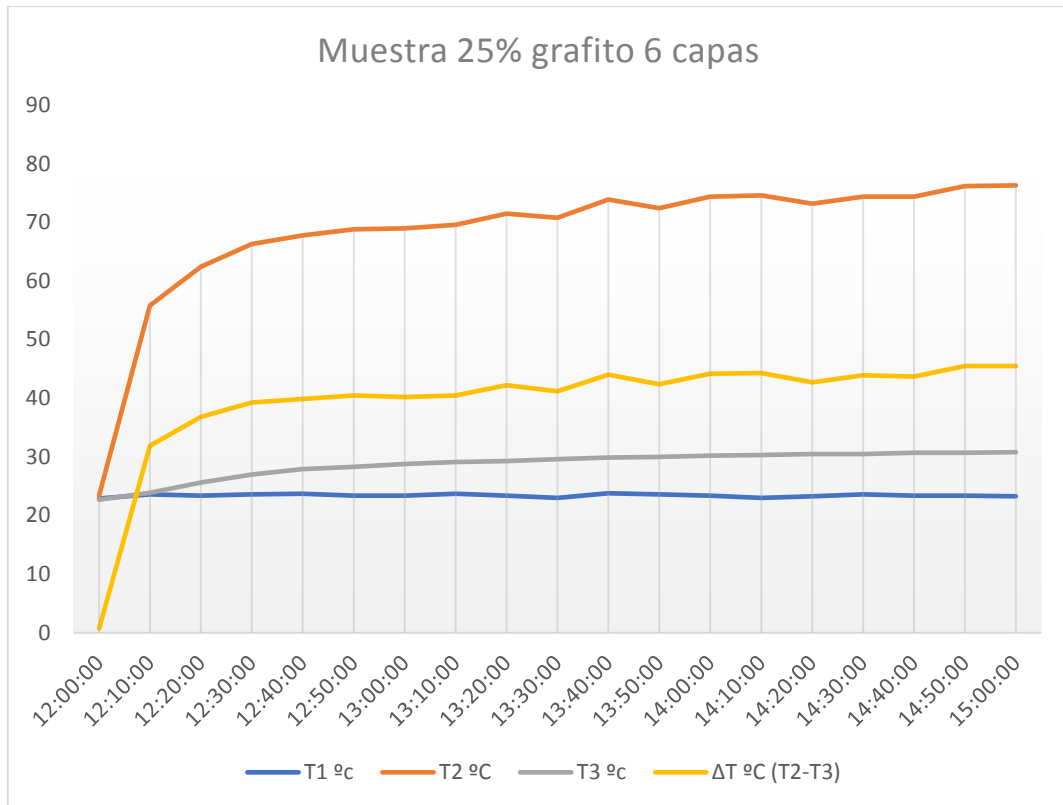


Figura N° 19. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 3.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.3.4. Valor térmico muestra 4.

En la Tabla 36 se obtiene los datos de la muestra 4 de lana 100%, de ligamento sarga con acabado con la concentración del 25% de grafito y con 3 capas.

Tabla 36.
Ensayo térmico 4.

Temperaturas muestra 25% grafito 3 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	23,5	23	23	0
12:10:00	23	30	22,3	7,7
12:20:00	22,6	50,1	23,1	27
12:30:00	23,3	55,4	22,9	32,5
12:40:00	23,3	56,5	24,5	32
12:50:00	23,9	60,4	26	34,4
13:00:00	23,7	66,3	27	39,3
13:10:00	23,2	68	27,7	40,3
13:20:00	22,8	69,8	28,4	41,4
13:30:00	23,8	71,6	29,1	42,5
13:40:00	23,6	71,8	29,7	42,1
13:50:00	23,3	73,4	30,2	43,2
14:00:00	23,4	73,6	30,8	42,8
14:10:00	23,3	74,4	31,2	43,2
14:20:00	22,8	74,8	31,6	43,2
14:30:00	23,7	76	32	44
14:40:00	23,7	74,9	32,4	42,5
14:50:00	23,8	76,5	32,5	44
15:00:00	23,3	76,6	32,4	44,2
TOTAL				42,1

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 20 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea

gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

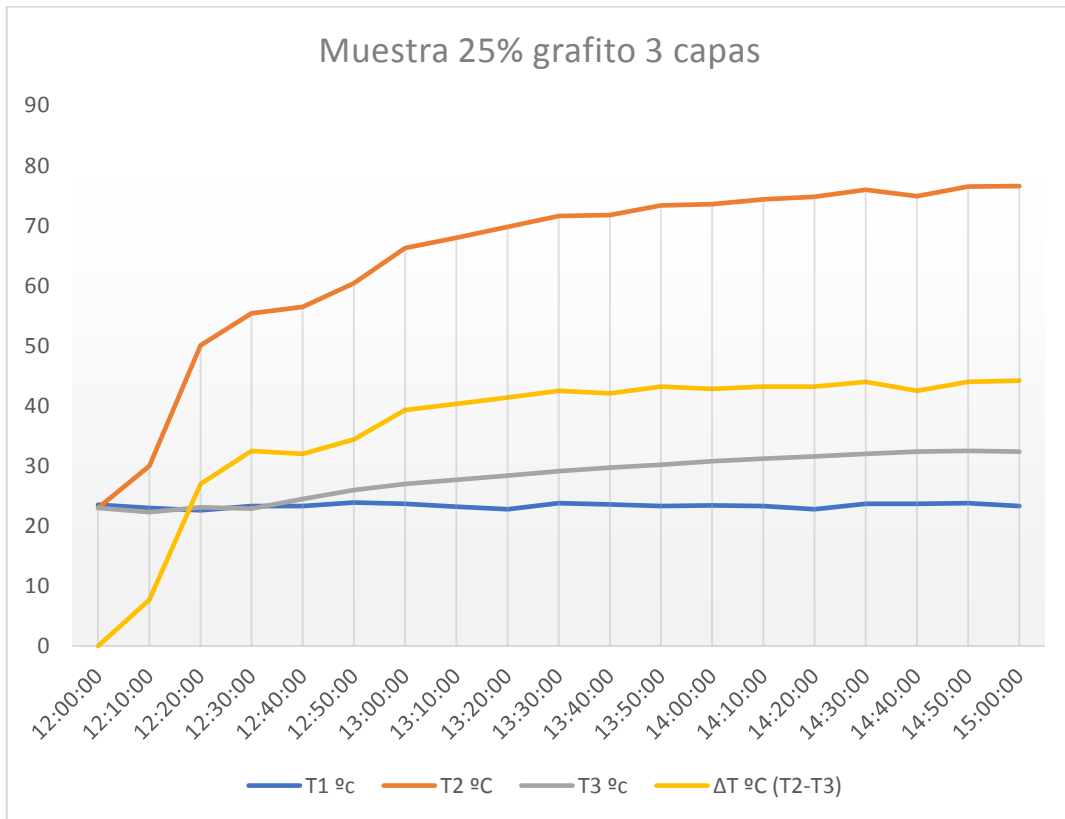


Figura N° 20. Tendencia de los valores térmicos durante la prueba muestra 4.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.3.5. Valor térmico de muestra 5.

La Tabla 37 contiene los datos de la muestra 5 de lana 100% de ligamento sarga sin ningún tipo de acabado. Se detalla en la figura 21.

Tabla 37.
Ensayo térmico 5.

Temperaturas muestra lana sarga sin acabado				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	23,6	23,1	23	0,1
12:10:00	21,9	41,9	24,3	17,6
12:20:00	22,6	45,1	25,1	20
12:30:00	22,7	51,5	26,4	25,1
12:40:00	22,9	48,5	26,8	21,7
12:50:00	22,3	45,2	27,6	17,6
13:00:00	22,5	48	28,7	19,3
13:10:00	21,6	51,7	28,7	23
13:20:00	21,8	53,6	28,4	25,2
13:30:00	21	53,9	27,3	26,6
13:40:00	22,5	56,9	28,3	28,6
13:50:00	22,1	59,4	29	30,4
14:00:00	23,5	60,3	30,6	29,7
14:10:00	23	61,2	31,5	29,7
14:20:00	21,5	63,3	32	31,3
14:30:00	22,3	64,8	32,3	32,5
14:40:00	21,7	66,2	32,7	33,5
14:50:00	21,3	67,3	32,7	34,6
15:00:00	23,1	69	33,9	35,1
TOTAL				26,6

Fuente: María Hinojosa (2020)

En la figura 21 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea

gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

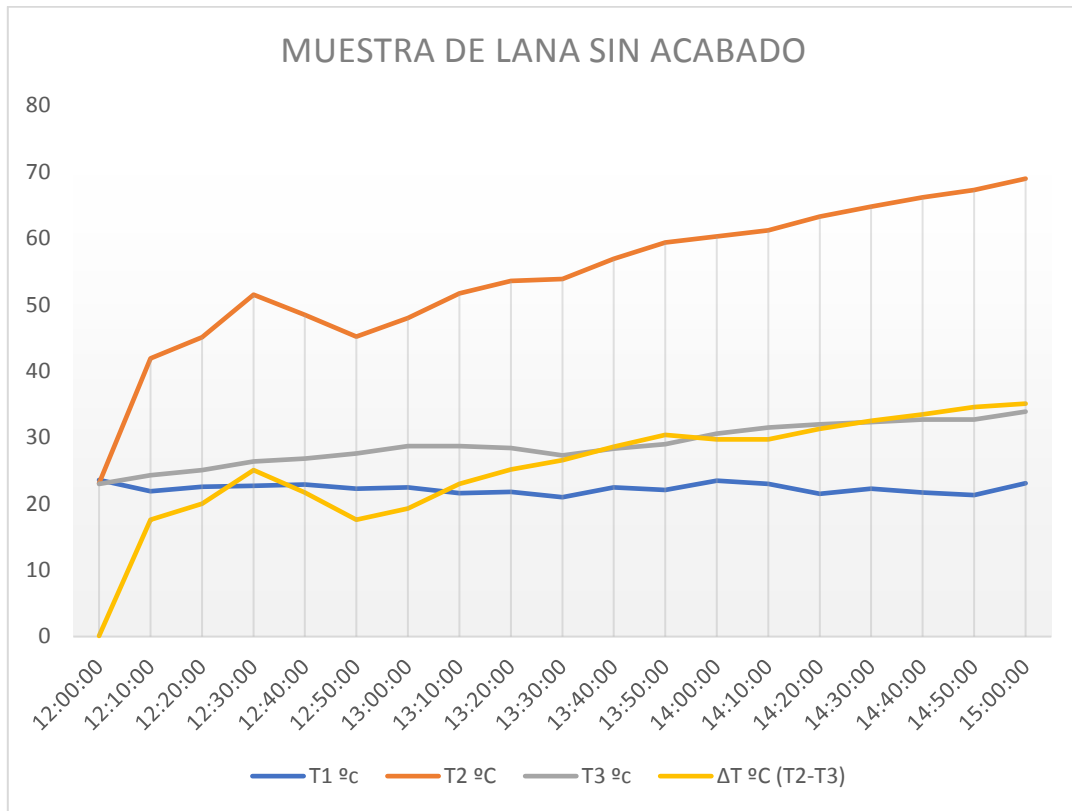


Figura N° 21. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 5.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.3.6. Valor térmico de muestra 6.

En la Tabla 38 se obtiene los datos de la muestra 6 de lana 100%, de ligamento tafetán con acabado con la concentración del 75% de grafito y con 6 capas.

Tabla 38.
Ensayo térmico 6.

Temperaturas muestra 75% grafito 6 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	23,2	23,6	22,7	0,9
12:10:00	23,8	46,5	22,9	23,6
12:20:00	23,7	54,3	23,7	30,6
12:30:00	23,5	53,9	24,7	29,2
12:40:00	23,5	60,9	25,6	35,3
12:50:00	23,2	66,6	26,2	40,4
13:00:00	23,7	70	26,8	43,2
13:10:00	23,4	71,6	27,2	44,4
13:20:00	22,9	72,9	27,6	45,3
13:30:00	23,9	76	28	48
13:40:00	23,1	74,6	28,3	46,3
13:50:00	23,7	76,4	28,7	47,7
14:00:00	23,1	75,1	28,9	46,2
14:10:00	22,9	74,8	29	45,8
14:20:00	23,9	77,9	29,1	48,8
14:30:00	23,5	77,5	29,3	48,2
14:40:00	23,6	75,9	29,5	46,4
14:50:00	23,4	75,4	29,6	45,8
15:00:00	23	76,1	29,7	46,4
TOTAL				45,8

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 22 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

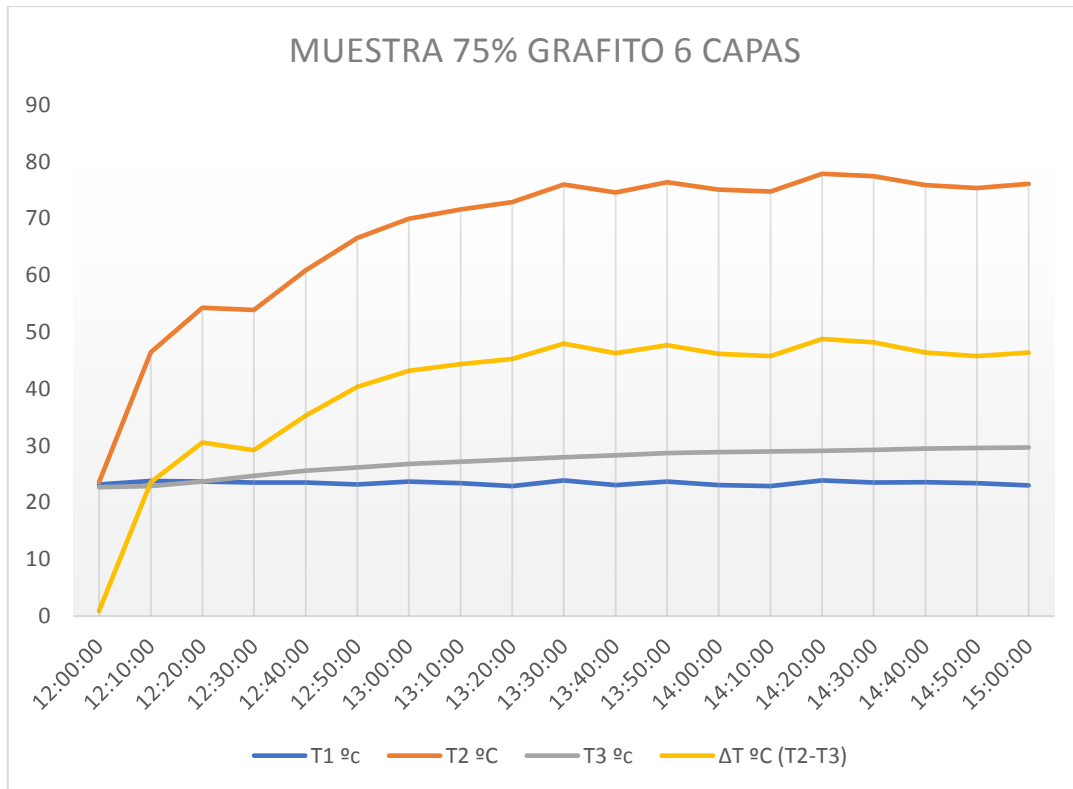


Figura N° 22. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 6.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.3.7. Valor térmico de muestra 7.

En la Tabla 39 se obtiene los datos de la muestra 7 de lana 100%, de ligamento tafetán con acabado con la concentración del 75% de grafito y con 3 capas.

Tabla 39.
Ensayo térmico 7.

Temperaturas muestra 75% grafito 3 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	23	23	22,5	0,5
12:10:00	23	47,5	23	24,5
12:20:00	23,5	50,2	23	27,2
12:30:00	23,6	53,1	23,5	29,6
12:40:00	23	56,6	24	32,6
12:50:00	23,7	57,5	24,4	33,1
13:00:00	23,2	57,4	24,7	32,7
13:10:00	23,4	62,9	25	37,9
13:20:00	23,2	64,4	25,3	39,1
13:30:00	23,6	67,6	25,5	42,1
13:40:00	23,7	70,5	25,6	44,9
13:50:00	23,6	70,8	25,8	45
14:00:00	23,6	71,3	25,9	45,4
14:10:00	23,5	73,6	26	47,6
14:20:00	23	74	26,2	47,8
14:30:00	23,3	73,4	26	47,4
14:40:00	22,8	71,9	25,4	46,5
14:50:00	23,1	72,6	25,5	47,1
15:00:00	23,7	72,5	25	47,5
TOTAL				42,1

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 23 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

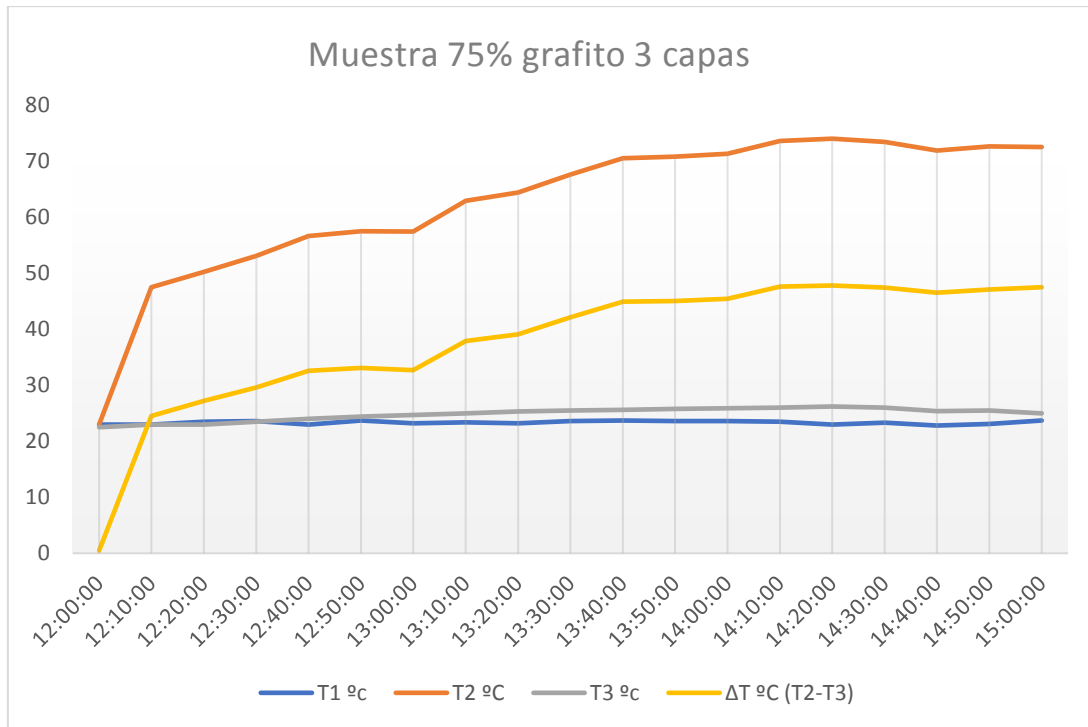


Figura N° 23. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 7.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.3.8. Valor térmico muestra 8.

En la Tabla 40 se obtiene los datos de la muestra 8 de lana 100%, de ligamento tafetán con acabado con la concentración del 25% de grafito y con 6 capas. Se detallan los valores obtenidos en la siguiente gráfica 24.

Tabla 40.
Ensayo térmico 8.

Temperaturas muestra 25% grafito 6 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	23,1	23,5	23	0,5
12:10:00	23,1	51,4	24,3	27,1
12:20:00	23,4	56,2	24,6	31,6
12:30:00	22,8	59,9	25,5	34,4
12:40:00	23,3	63,2	26,2	37
12:50:00	23,3	64,1	26,9	37,2
13:00:00	23,9	66,2	27,5	38,7
13:10:00	23,8	68,2	27,9	40,3
13:20:00	23,6	69,5	28,3	41,2
13:30:00	23,2	70,7	28,5	42,2
13:40:00	23,8	70,9	28,5	42,4
13:50:00	23,3	71	28,7	42,3
14:00:00	23,7	71,8	28,9	42,9
14:10:00	23,6	71,3	29	42,3
14:20:00	23,9	70,7	29,1	41,6
14:30:00	23,3	73,7	29,1	44,6
14:40:00	23,7	74,2	29,3	44,9
14:50:00	23,7	73,2	29,3	43,9
15:00:00	23,2	74,1	29,3	44,8
TOTAL				41,6

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 24 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

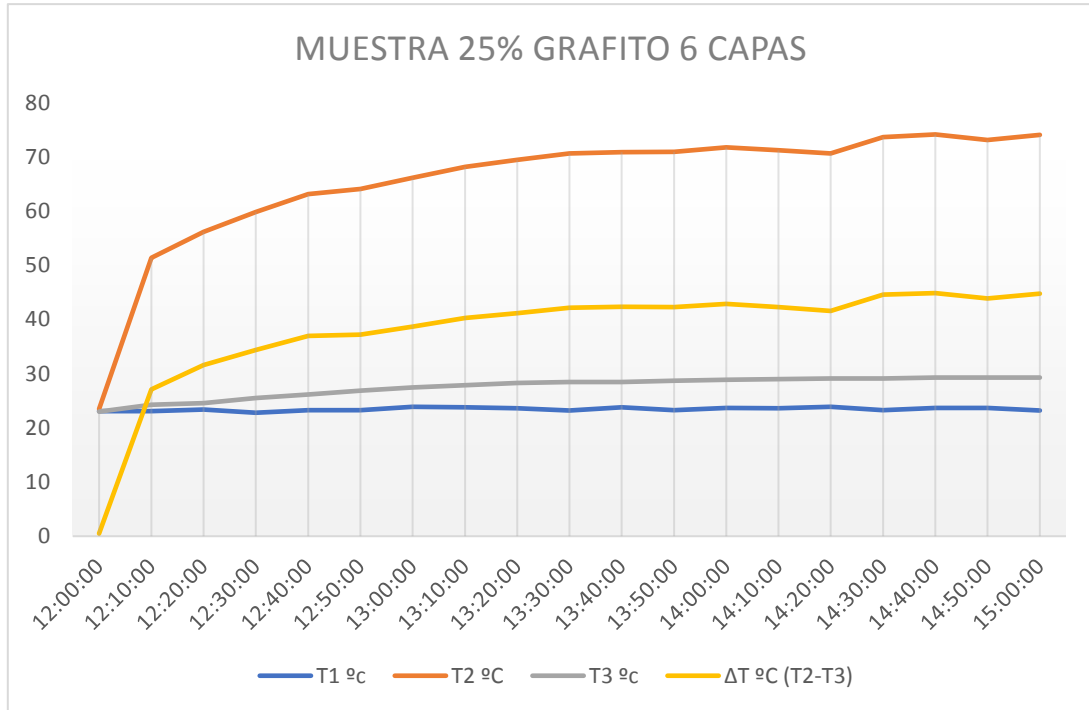


Figura N° 24. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 8.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.3.9. Valor térmico muestra 9.

En la Tabla 41 se obtiene los datos de la muestra 9 de lana 100%, de ligamento tafetán con acabado con la concentración del 25% de grafito y con 3 capas. Se detallan los valores obtenidos en la siguiente gráfica 25.

Tabla 41.
Ensayo térmico 9.

Temperaturas muestra 25% grafito 3 capas				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	21,5	21,5	21,5	0
12:10:00	23,3	47	21,7	25,3
12:20:00	23	52,5	21,9	30,6
12:30:00	23,4	56,6	23,1	33,5
12:40:00	23,4	58,3	24,2	34,1
12:50:00	23,8	61,1	25,1	36
13:00:00	23	61,5	25,9	35,6
13:10:00	23	64,3	26,3	38
13:20:00	23,6	66,1	26,8	39,3
13:30:00	23,9	67,8	27,2	40,6
13:40:00	23,4	69,2	27,6	41,6
13:50:00	23,5	72,3	27,9	44,4
14:00:00	23,9	72,4	28	44,4
14:10:00	23	71,9	28,1	43,8
14:20:00	23,8	73,2	28,1	45,1
14:30:00	23,4	73,5	28,3	45,2
14:40:00	23,9	74,5	28,3	46,2
14:50:00	23,1	75,6	28,4	47,2
15:00:00	23	79	28,7	50,3
TOTAL				40,6

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 25 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

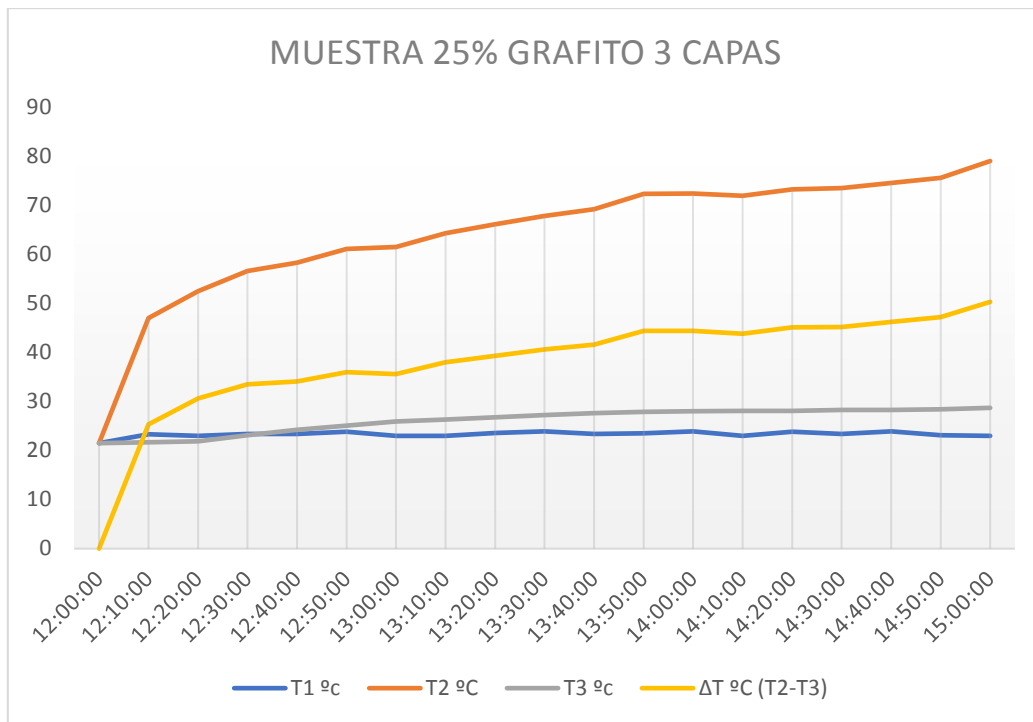


Figura N° 25. Tendencia de valores térmicos durante prueba muestra 9.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.3.10. Valor de muestra 10 de lana tafetán sin acabado.

En la Tabla 42 se obtiene los datos de la muestra 10 de lana 100%, de ligamento tafetán sin acabado. Se detallan los valores obtenidos en la siguiente gráfica 26.

Tabla 42.
Ensayo térmico 10.

Temperaturas muestra lana tafetán sin acabado				
Tiempo (min)	T1 °C	T2 °C	T3 °C	ΔT °C (T2-T3)
12:00:00	22,7	22,9	22,5	0,4
12:10:00	22,5	30,5	21,5	9
12:20:00	22,4	51,1	22	29,1
12:30:00	22,9	57,3	22	35,3
12:40:00	23,4	60,3	21,1	39,2
12:50:00	21,4	60,1	22	38,1
13:00:00	22,4	62,4	22,9	39,5
13:10:00	22,7	64,7	23,5	41,2
13:20:00	23	65	24	41
13:30:00	23,2	65,8	24,4	41,4
13:40:00	23,4	65	24,8	40,2
13:50:00	23	67,1	25,1	42
14:00:00	22,4	66	25,4	40,6
14:10:00	22,5	65,7	25,7	40
14:20:00	23,6	66	25,9	40,1
14:30:00	23,7	68	26,1	41,9
14:40:00	23,3	70,6	28,9	41,7
14:50:00	23,2	72,5	30,5	42
15:00:00	23,1	75,6	31,9	43,7
TOTAL				40,2

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

En la figura 26 podemos ver la línea azul T1 se mantiene estable durante la prueba, la línea naranja T2 presenta un aumento de temperatura constante durante la prueba, la línea gris T3 se mantiene por debajo de la T2 durante la prueba, esto genera la línea amarilla que es la ΔT que sigue el mismo aumento de temperatura durante la prueba.

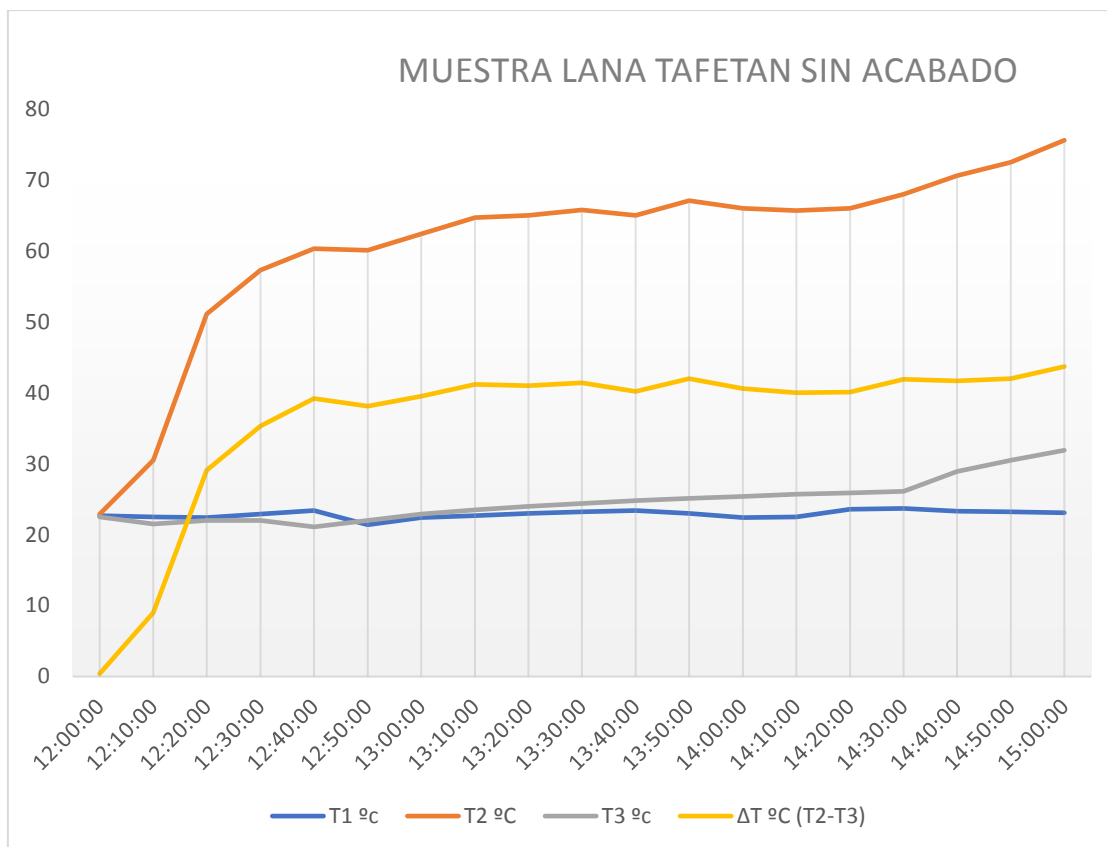


Figura N° 26. Tendencia de valores térmicos durante la prueba muestra 10.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

4.4. Tabla global de muestras con variación térmica

La tabla comparativa global de las muestras del tejido de ligamento sarga o denominado tejido plano cachemir, en la tabla se tiene Δ térmica promedio de muestras con acabado y sin acabado.

4.4.1. Tabla global de tejido sarga de lana.

En la Tabla 43 se tiene un resumen de los valores de las pruebas térmicas, dentro de esta se tiene la ΔT de cada muestra en comparación con la muestra sin acabado lo que nos permite determinar la diferencia de valores entre muestras.

Tabla 43.

Tabla de variación térmica global tejido Cachemir de lana.

TABLA COMPARATIVA ENTRE MUESTRAS DE LANA LIGAMENTO SARGA					
Tiempo (10 min)	Muestra 1 75% 6C	Muestra 2 75% 3C	Muestra 3 25% 6C	Muestra 4 25% 3C	Muestra 5 sin acabado
12:00:00	0,4	0	0,7	0	0,1
12:10:00	17,8	23,7	31,9	7,7	17,6
12:20:00	29,3	33,2	36,8	27	20
12:30:00	37,1	34,4	39,3	32,5	25,1
12:40:00	33,6	34,6	39,9	32	21,7
12:50:00	33,9	39,6	40,5	34,4	17,6
13:00:00	37,3	36,7	40,2	39,3	19,3
13:10:00	37,9	43,3	40,5	40,3	23
13:20:00	38,5	40,1	42,2	41,4	25,2
13:30:00	38,1	40,2	41,2	42,5	26,6
13:40:00	39,5	41,2	44	42,1	28,6
13:50:00	39,8	39,9	42,4	43,2	30,4
14:00:00	39,5	40,6	44,2	42,8	29,7
14:10:00	40,5	41,2	44,3	43,2	29,7
14:20:00	40	42,1	42,7	43,2	31,3
14:30:00	41,8	43,4	43,9	44	32,5
14:40:00	43,7	44	43,7	42,5	33,5
14:50:00	46	43,5	45,5	44	34,6
15:00:00	47,8	42,5	45,5	44,2	35,1
TOTAL	38,5	40,2	42,2	42,1	26,6

Fuente: María Hinojosa, (2020)

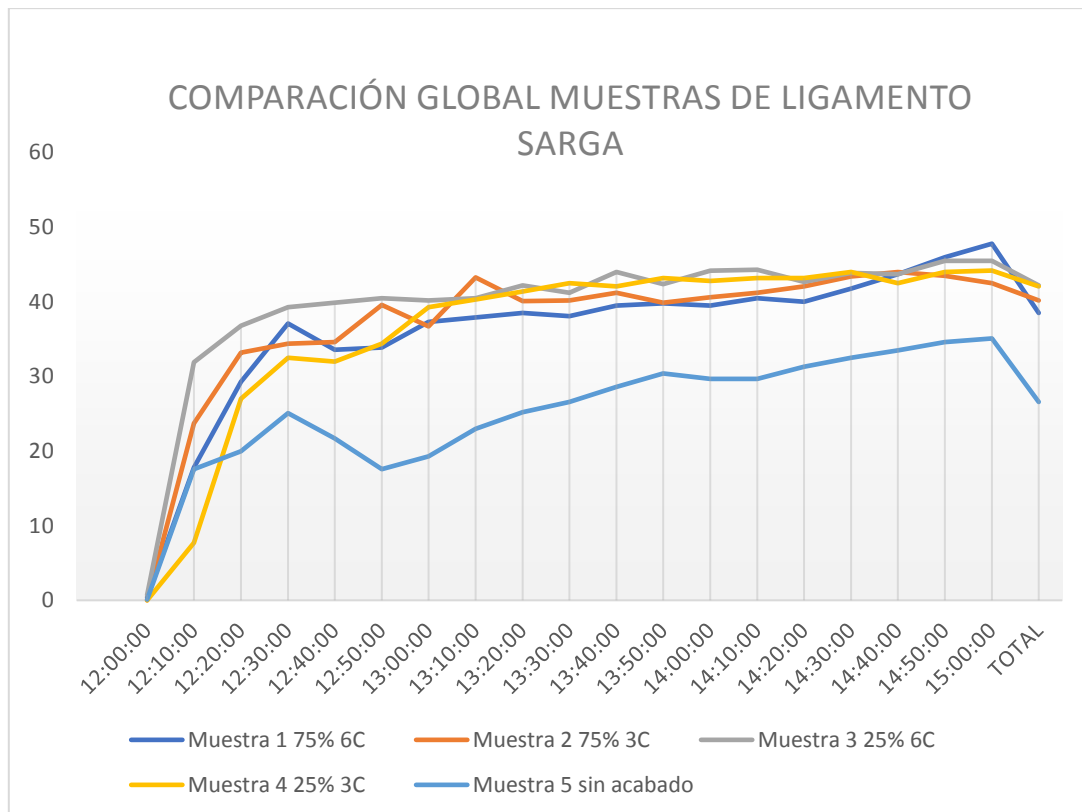


Figura N° 27. Tendencia de temperatura de muestras con acabado y sin acabado, durante prueba térmica.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

En la figura 27 se detalla la tendencia de temperatura de cada una de las muestras sus porcentajes de grafito y se visualiza en colores.

- La muestra 1 con el 75% de grafito con 6 capas es representada por la línea de color azul oscura la tendencia de temperatura que tiene durante las horas de prueba siendo este el valor menor a la muestra de 75% 3c pues la ΔT promedio de esta es de 38,5°C, pero aún mantiene la diferencia de la muestra sin acabado con un valor de 11,9 siendo aún un valor competitivo con las demás muestras.
- La muestra 2 del 75% de grafito con 3 capas es representado con la línea de color naranja se deduce que la muestra tiene una tendencia térmica ligeramente constante con un aumento de temperatura de entre 1°C y 2°C cada 10 min se nota visiblemente y comparar la diferencia que existe en la tendencia de temperatura

de esta muestra, pues la ΔT promedio de esta es de $40,2^{\circ}\text{C}$ y el valor que se obtiene de la muestra sin acabado muestra un valor menor es decir de $13,6^{\circ}\text{C}$ con respecto a la muestra patrón.

- La muestra 3 con el 25% de grafito con 6 capas representada por la línea de color gris presenta desde los primeros 20 min un incremento de la tendencia térmica y se mantiene constante durante el resto del tiempo, además de mantenerse por encima de los valores del resto y tener un valor de $42,2^{\circ}\text{C}$ en su ΔT promedio siendo la muestra más apta del resto, pues la diferencia entre la muestra sin acabado es de $15,6^{\circ}\text{C}$ lo que la ubica entre las dos mejores para ser aislante térmico.
- La muestra 4 con el 25% de grafito con 3 capas representada por la línea de color amarillo en la gráfica nos demuestra que la ΔT promedio de esta y la tendencia térmica se mantienen por encima de las muestras anteriores teniendo un valor de $42,1^{\circ}\text{C}$, dando una diferencia de temperatura trasferida a la sección B es de $15,5^{\circ}\text{C}$ con respecto al valor de la ΔT promedio de la muestra sin acabado.
- La muestra 5 sin acabado se observar que la tendencia de temperatura aumenta pasada la primera hora de prueba, la ΔT promedio es de $26,6^{\circ}\text{C}$ valor que se toma como valor estable o valor patrón para realizar las comparaciones con las muestras con acabado térmico de grafito.

De entre las 5 muestras analizadas se determinar que la muestra más adecuada para ser aislante térmico es la muestra 3 con el 25% de grafito con 6 capas, es la muestra con mayor valor de temperatura que logra retener con respecto a la muestra sin acabado puesto que como se mencionó anteriormente la variación térmica es el valor que obtenemos de la resta de temperaturas entre la sección A y B y esta tiende a variar durante el tiempo de prueba.

4.4.2. Tabla global de tejido tafetán de lana.

En la Tabla 44 se observa los valores de la prueba térmica realizada a las muestras de tejido de lana con ligamento tafetán, los datos que se obtiene son la ΔT promedio de cada muestra, la tabla global de comparación de muestras es un resumen de los ítems 4.3.6 al 4.3.10. de los ensayos térmicos de muestras de lana de ligamento tafetán.

Tabla 44.

Tabla comparación global de muestras de tejido tafetán de lana.

TABLA COMPARATIVA MUESTRAS DE TAFETAN DE LANA					
Tiempo (10 min)	Muestra 6 75% 6C	Muestra 7 75% 3C	Muestra 8 25% 6C	Muestra 9 25% 3C	Muestra 10 sin acabado
12:00:00	0,9	0,5	0,5	0	0,4
12:10:00	23,6	24,5	27,1	25,3	9
12:20:00	30,6	27,2	31,6	30,6	29,1
12:30:00	29,2	29,6	34,4	33,5	35,3
12:40:00	35,3	32,6	37	34,1	39,2
12:50:00	40,4	33,1	37,2	36	38,1
13:00:00	43,2	32,7	38,7	35,6	39,5
13:10:00	44,4	37,9	40,3	38	41,2
13:20:00	45,3	39,1	41,2	39,3	41
13:30:00	48	42,1	42,2	40,6	41,4
13:40:00	46,3	44,9	42,4	41,6	40,2
13:50:00	47,7	45	42,3	44,4	42
14:00:00	46,2	45,4	42,9	44,4	40,6
14:10:00	45,8	47,6	42,3	43,8	40
14:20:00	48,8	47,8	41,6	45,1	40,1
14:30:00	48,2	47,4	44,6	45,2	41,9
14:40:00	46,4	46,5	44,9	46,2	41,7
14:50:00	45,8	47,1	43,9	47,2	42
15:00:00	46,4	47,5	44,8	50,3	43,7
TOTAL	45,8	42,1	41,6	40,6	40,2

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la figura 28 se observa la tendencia térmica de cada muestra durante las 3 horas de prueba y con la tabla se compara los valores y deduce la mejor muestra para ser un material aislante.

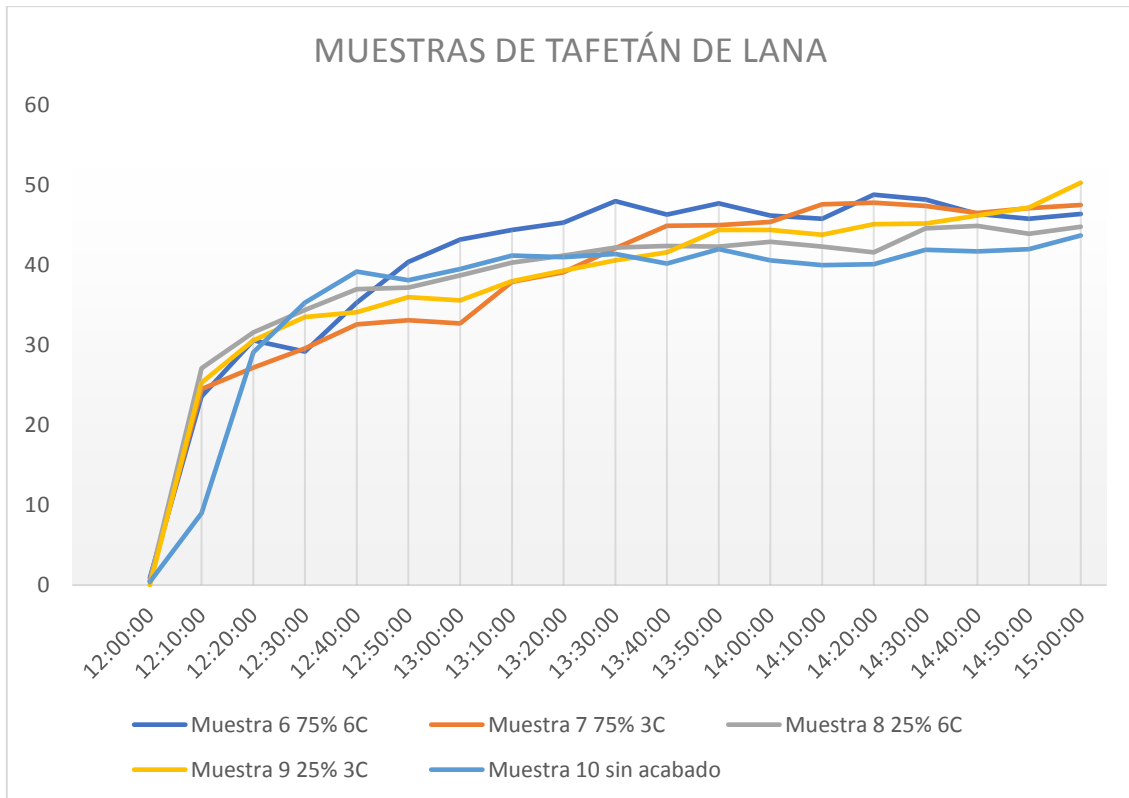


Figura N° 28. Tendencia de temperatura de prueba térmica de muestras de tejido de tafetán de lana.

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

En la figura 28 se observa cada una de las muestras con una línea de color determinado.

- La muestra 1 con el 75% de gráfico con 6 capas representado por la línea de color azul, presenta un aumento en la tendencia de temperatura durante una hora y media de la prueba para luego mantenerse constante, logrando así obtener un valor en la ΔT promedio de 45,8°C consiguiendo una diferencia de 5,6°C de temperatura con relación a la muestra sin acabado, hasta el momento esta muestra es la óptima.
- La muestra 2 con 75% de gráfico con 3 capas representado por la línea de color naranja presenta un aumento de temperatura durante las dos horas de prueba y manteniéndose constante durante la última hora de prueba consiguiendo un valor de la ΔT promedio de 42,1 °C valor que en comparación con la muestra patrón

solo es 1,9°C de diferencia expresando que no existe mayor efecto en la muestra con acabado que sin acabado.

- La muestra 3 con el 25% de grafito con 6 capas es representada con el color gris, el incremento de temperatura es durante los primeros 30 min de prueba, luego se observa el aumento casi constante por lo que logra una ΔT promedio de 41,6°C con relación a la muestra original y presenta un aumento de 1,4°C.
- La muestra 4 con el 25% de grafito con 3 capas es representado por la línea amarilla, se observa que esta tiene un aumento de temperatura de manera secuencial durante las 3 horas de prueba, consiguiendo una ΔT promedio de 40,6°C que a comparación de la muestra sin acabado tiene una ligera variación de 0,4°C a comparación de la muestra original.
- La muestra 5 sin acabado está representada por la línea de color celeste se observa que tiene un incremento de temperatura en la primera hora de prueba y luego se mantiene constante durante el tiempo restante de prueba de la cual según la tabla 39 el valor de la ΔT promedio es de 40,2°C este valor es tomado como valor promedio para realizar la comparación con las muestras con acabado y determinar la mejor muestra con respecto a esta.

De las 5 muestras analizadas se determina que la muestra 1 con 75% de grafito y 6C es la muestra óptima para ser aislante térmico por ser la que mayor variación térmica presenta con respecto a la muestra original, a diferencia de las muestras 2, 3, 4 las cuales presentan una mínima variación.

4.4.3. Comparación de mejor muestra entre tejidos.

En la Tabla 45 se resume los valores comparativos globales de cada tipo de tejido, se observa el mejor resultado para ser un aislante térmico.

En la Tabla 45 se observa que la muestra 3 tiene un valor de temperatura de 42,2°C comparada con los 26,6°C de temperatura de la muestra 5 dando una variación de 15,6°C de temperatura de diferencia y se determina que es la muestra que mayor temperatura retiene en su estructura, la muestra 6 tiene un valor de 45,8°C comparada con la muestra 10 que tiene 40,2°C que da un valor de 5,6°C de diferencia de temperatura es decir retienen la temperatura pero no hay gran diferencia en comparación con la muestra 3 puesto que se pretende determinar el mejor material aislante y este cumple con el requisito de retener mayor temperatura a lo largo de 3 horas de prueba.

Tabla 45.

Tabla comparativa general de muestras.

TABLA COMPARATIVA GENERAL				
Tiempo (10 min)	Muestra 3 25% 6C	Muestra 5 sin acabado Sarga	Muestra 6 75% 6C	Muestra 10 sin acabado Tafetán
12:00:00	0,7	0,1	0,9	0,4
12:10:00	31,9	17,6	23,6	9
12:20:00	36,8	20	30,6	29,1
12:30:00	39,3	25,1	29,2	35,3
12:40:00	39,9	21,7	35,3	39,2
12:50:00	40,5	17,6	40,4	38,1
13:00:00	40,2	19,3	43,2	39,5
13:10:00	40,5	23	44,4	41,2
13:20:00	42,2	25,2	45,3	41
13:30:00	41,2	26,6	48	41,4
13:40:00	44	28,6	46,3	40,2
13:50:00	42,4	30,4	47,7	42
14:00:00	44,2	29,7	46,2	40,6
14:10:00	44,3	29,7	45,8	40
14:20:00	42,7	31,3	48,8	40,1
14:30:00	43,9	32,5	48,2	41,9
14:40:00	43,7	33,5	46,4	41,7
14:50:00	45,5	34,6	45,8	42
15:00:00	45,5	35,1	46,4	43,7
ΔT PROM	42,2	26,6	45,8	40,2
TOTAL	15,6		5,6	

Fuente: (María Hinojosa, 2020)

En la figura 29 se analiza la comparación entre la muestra 3 y 5 de ligamento sarga representadas por el color azul y naranja respectivamente demostrando que la muestra 5 se encuentra por debajo del promedio de temperatura de las demás muestras, mientras que la muestra 6 y 10 de ligamento tafetán se encuentran dentro del rango estable de valores térmicos de entre ella la muestra 3 destaca al obtener mayor variación térmica con respecto a las demás muestras.

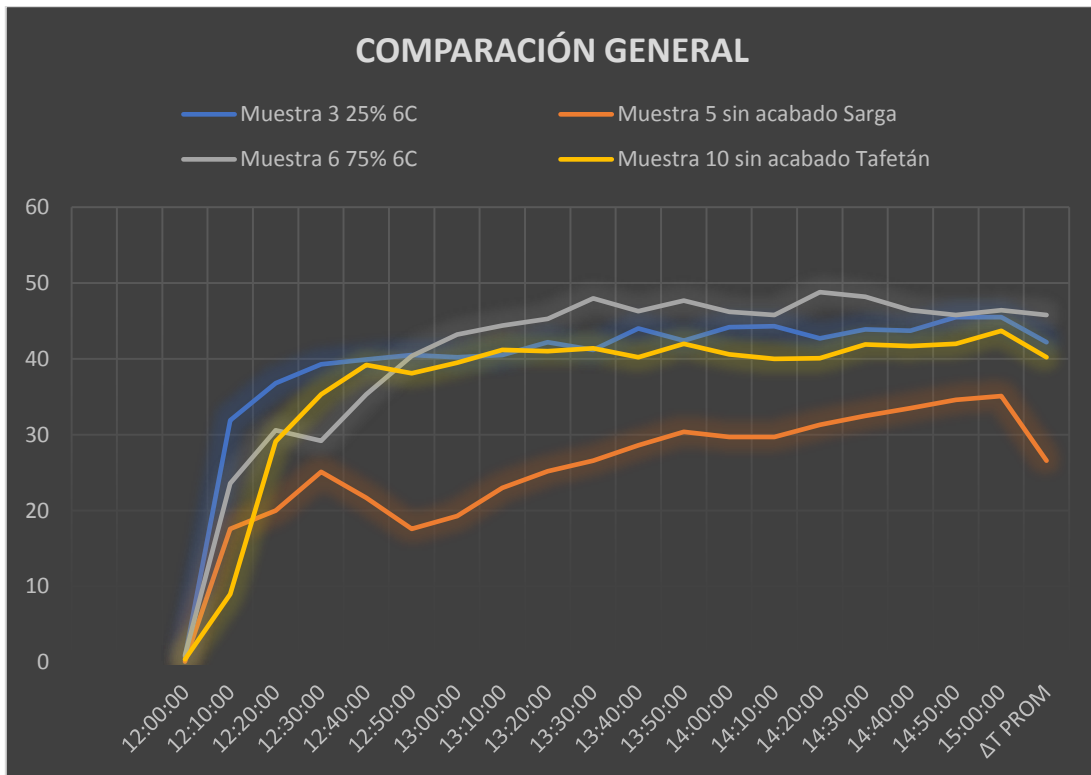


Figura N° 29. Tendencia de temperatura de muestras más destacadas.

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.5.Cálculo de conductividad térmica de muestras.

Para realizar el cálculo de la conductividad térmica de cada muestra es necesario primero realizar el cálculo de la resistencia total que es el resultado de la suma de la resistencia térmica de la lana y el grafito, puesto que la muestra tiene capas de grafito sobre lana y se debe sumar sus resistencias para obtener el valor real con la cual determinar el resultado de las demás.

4.5.1. Cálculo de conductividad térmica.

El cálculo de la conductividad térmica se realiza con la ecuación 2 del ítem 3.8.2, según la ecuación se obtiene el valor de 0,0456W/m*K, resulta de la suma de la conductividad térmica de los dos materiales, este valor es utilizado para todas las muestras con acabado.

Tabla 46.
Datos para el cálculo de conductividad térmica.

N.º MUESTRA A	Probetas de ensayo	ΔT °C Promedio	ΔT K Promedio	Conductividad Térmica λ (W/ m ² *K)
1	75% 6C	38,5	311,65	0,04679
2	75% 3C	40,2	313,35	0,04704
3	25% 6C	42,2	315,35	0,04734
4	25% 3C	42,1	315,25	0,04733
5	Sarga sin acabado	26,6	299,75	0,045
6	75% 6C	45,8	318,95	0,04580
7	75% 3C	42,1	315,25	0,04527
8	25% 6C	41,6	314,75	0,04520
9	25% 3C	40,6	313,75	0,04506
10	Tafetán sin acabado	40,2	313,35	0,045

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la tabla 41 se observa la conductividad térmica de cada muestra, entre un rango de 0,045 a 0,047 W/m * K por ende la variación de estos valores es muy baja, la conductividad térmica de la lana es un valor conocido y establecido y se lo utilizó para obtener los demás valores. De acuerdo con los valores todas muestras cumplen con ser materiales aislantes en base a la norma que establece que un material debe cumplir con valores menores a 0,10 W/m² * K para ser considerado un material aislante, por lo tanto, se cumplen con el objetivo, pero en el punto 4.4.3 se consigue determinar la muestra con mejor resultado aun cuando sus valores de conductividad sean similares.

4.5.2. Cálculo de resistencia térmica total.

Cálculo de resistencia térmica total se realiza con la ecuación 2, se obtiene la resistencia total de las muestras con acabado, la conductividad de la lana es de $0,045 W / m * K$, la conductividad del grafito es de $0,06W / cm * K$, valores que se mantienen constantes para el cálculo de la resistencia total, este valor se obtiene para las muestras de tejido de lana de ligamento sarga y siguiendo el mismo cálculo se obtiene el valor de la resistencia térmica de las muestras de lana de ligamento tafetán.

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{SI} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

$$RT = 0,1 + \left(\frac{0,0012m}{\frac{0,0006W}{m} * K} \right) + \left(\frac{0,0004m}{\frac{0,045W}{m} * K} \right) + 0,1$$

$RT = 2,2088 m^2 * K/W$ de muestras de Lana sarga

$RT = 3,6222 m^2 * K/W$ de muestras de Lana tafetán

Tabla 47.

Cálculo de resistencia térmica de muestras.

N.º MUESTRA	Probetas de ensayo	ΔT °C Promedio	ΔT K Promedio	Resistencia Térmica R (m ² *K/W)
1	75% 6C	38,5	311,65	2,29649
2	75% 3C	40,2	313,35	2,30902
3	25% 6C	42,2	315,35	2,32375
4	25% 3C	42,1	315,25	2,32302
5	Sarga sin acabado	26,6	299,75	2,2088
6	75% 6C	45,8	318,95	3,68693
7	75% 3C	42,1	315,25	3,64416
8	25% 6C	41,6	314,75	3,63838
9	25% 3C	40,6	313,75	3,62682
10	Tafetán sin acabado	40,2	313,35	3,6222

Fuente: María Hinojosa, (2020)

En la Tabla 47 se observa los valores de la resistencia térmica de cada muestra, la resistencia total se obtuvo calculado de los dos tejidos de lana, se utiliza el valor de RT como valor patrón.

4.5.3. Cálculo de la transmitancia térmica.

Para el cálculo de la transmitancia térmica se realiza con los valores de la resistencia térmica de cada muestra.

Tabla 48.

Cálculo de la transmitancia térmica de muestras.

N.º MUESTRA	Probetas de ensayo	ΔT °C Promedio	ΔT K Promedio	Resistencia Térmica R (m ² *K/W)	Transmitancia térmica U (W/m ² *K)
1	75% 6C	38,5	311,65	2,296	0,435
2	75% 3C	40,2	313,35	2,309	0,433
3	25% 6C	42,2	315,35	2,324	0,430
4	25% 3C	42,1	315,25	2,323	0,430
5	Sarga sin acabado	26,6	299,75	2,209	0,453
6	75% 6C	45,8	318,95	3,687	0,271
7	75% 3C	42,1	315,25	3,644	0,274
8	25% 6C	41,6	314,75	3,638	0,275
9	25% 3C	40,6	313,75	3,627	0,276
10	Tafetán sin acabado	40,2	313,35	3,622	0,276

Fuente: María Hinojosa, (2020)

4.6. Ensayos de permeabilidad.

De acuerdo con el uso de las normativas AATCC 2010 para la determinación de los materiales textiles con propiedad permeable se las debe clasificar según la tabla de clasificación de prueba de rocío, en la figura 30 observa la reacción de las muestras. La

normativa AATCC menciona que se puede realizar clasificaciones intermedias para clasificar de 50 o más alto (95, 85, 75, 60).

El ensayo de permeabilidad se realiza por el motivo de que en algunas edificaciones se llega a tener humedad en las paredes, lo que provoca muchas veces el deterioro de las mismas, debido a este problema y en vista de que el presente textil de aislación térmica, será utilizado en las paredes y es necesario realizar una prueba de permeabilidad debido que a la lana absorbe el agua, pero el grafito no permite su paso debido a sus componentes.

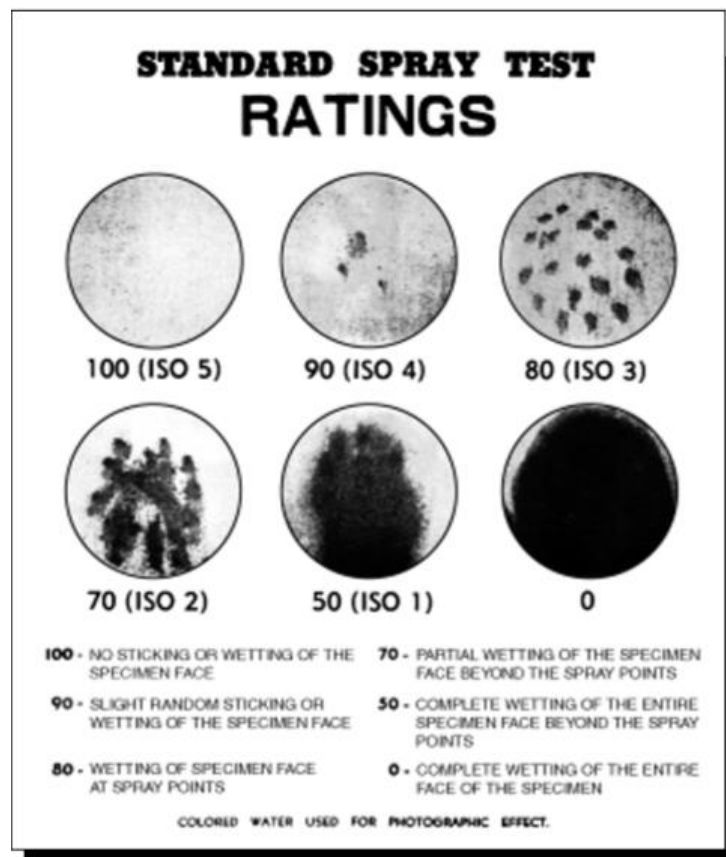


Figura N° 30. Spray Test rating Chart.

Fuente: AATCC, 2010

4.6.1. Clasificación de muestras en prueba de permeabilidad.

Se cortan cada muestra con medida de 20x20cm se coloca sobre el tambor asegurando su ajuste y se lo coloca debajo del spray, se mide 250ml de agua destilada y se derrama sobre

el spray que permite una lluvia uniforme sobre el tejido para obtener resultados, esto se repite con cada una de las muestras. Para realizar la prueba de permeabilidad se compara las muestras con las pruebas de permeabilidad de la norma AATCC.

Tabla 49.
Pruebas de permeabilidad.

N.º MUESTRA	Probetas de ensayo	Repelencia
	Sarga	
1	75% 6C	90 ISO 4
2	75% 3C	100 ISO 5
3	25% 6C	100 ISO 5
4	25% 3C	100 ISO 5
	Tafetán	
6	75% 6C	100 ISO 5
7	75% 3C	100 ISO 4
8	25% 6C	100 ISO 5
9	25% 3C	100 ISO 4

Fuente: Norma AATCC 2010

En la Tabla 49 se observa cada muestra con el su grado de permeabilidad según los análisis, todas las muestras tienen un alto grado de permeabilidad obteniendo un 100 ISO 5 a diferencia de la muestra 1 que obtuvo un grado menor por presentar un poco de líquido sobre la superficie con acabado de grafito.

Es así que se logra determinar que la lana si absorbe el agua, pero el grafito no por ello puede ser de ayuda en el deterioro de las paredes que sufren de deterioro por la humedad absorbida de la tierra.

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones.

- Para realizar el acabado textil térmico con grafito, fue conveniente primeramente investigar distintos tipos de acabados físico, puesto que son acabados en la superficie del textil, de entre los diferentes tipos de acabados se encuentra varios posiblemente aplicables y se analizó por el más conveniente el cual fue el acabado por recubrimiento.
- Luego del análisis de los tipos acabados se opta por realizar el acabado por recubrimiento y se utiliza un marco de estampación con malla con lo que se logró mejor uniformidad disminuyendo los excesos sobre las muestras de tejidos de lana en cada ligamento.
- Se realizan un número total de 10 muestras en las que se clasifican en 2 tipos de tejido de 5 muestras, dentro de ellas se utilizó concentraciones de 25% y 75% de grafito y con un número de 3 y 6 capas lo que nos permite obtener en total 8 muestras con acabado y 2 muestras sin acabado que nos ayudan a comparar la propiedad térmica de esta con las muestras con acabado.
- Las 10 muestras fueron sometidas a pruebas térmicas dentro de la caja térmica durante un periodo de 3 horas durante las cuales se recolectó la temperatura de T1, T2 Y T3 cada 10 min, de las cuales en los puntos 4.3 y 4.4 se detalla las ΔT promedio de cada muestra comparada con las muestras patrón de cada tipo de ligamento, es así que se determina a la muestra con mejor propiedad de aislación siendo esta la muestra 3 de lana 100% de ligamento sarga con el 25% de

concentración de grafito y 6 capas teniendo una variación térmica de 15.6 °C a diferencia de la muestra patrón.

- Al colocar cada capa de la solución de grafito sobre el tejido estas se pueden secar al ambiente sin la necesidad de un horno de secado lo que facilita su proceso debido que se debe secar después de cada capa, al colocar la capa de grafito la tonalidad de esta es gris y al secarse se torna totalmente oscura lo que permite saber que esta esta seca totalmente.
- La conductividad térmica de la muestra 3 con respecto a la variación térmica que resulto ser la mejor en el campo experimental entre todas las demás, es diferente a la muestra original es decir a la muestra 5 con la que se realiza la comparación puesto que la muestra original tiene un valor de $0,045 \text{ W/m} * \text{K}$ mientras que la muestra 3 tiene un valor de $0,047 \text{ W/m} * \text{K}$ es decir aumenta su conductividad, pero ofrece mayor aislación esta variación es muy baja lo cual no representa mayor problema.
- El valor de la resistencia térmica total del tejido de ligamento sarga y tafetán son totalmente distintos esto debido al grosor de las telas, debido a su vez por las diferentes características que cada una tiene en cuestión de densidad y titulo de hilo, este valor es para el cálculo de la conductividad térmica, resistencia y transmitancia térmica de cada muestra con acabado.
- Los valores de la resistencia térmica de las muestras con acabado con respecto a las que no tienen acabado presentan un mínimo aumento de $0,1 \text{ m}^2 * \text{K/W}$ lo que indica que la resistencia si aumenta con el acabado, a diferencia de la transmitancia térmica que presentan disminución es decir que existe menor traspaso de calor de una sección a otra por medio de la muestra pues esta retiene

el calor en el lado del acabado permitiendo a la sección B mantener una baja temperatura.

- Debido a la humedad que existe en las paredes que no se puede controlar a menos que se use maquinas que emitan ondas de carga contraria a la del material de construcción se realiza la prueba de permeabilidad al tejido con acabado de grafito para determinar si esta tiende a resistirlo es así que se observa que cada muestra presenta una alta capacidad de permeabilidad de entre 90 (ISO 4) y 100(ISO 5) lo que permite que la lana no se moje y presente daño alguno.

5.2.Recomendaciones.

- Para obtener un buen acabado es imprescindible analizar cada tipo de acabado físico que se puede realizar por encima del textil, se debe tener en cuenta que no es posible la realización de un acabado químico puesto que el grafito no es un material diluyente en agua a menos que sea un pH 10, pero eso provoca una debilidad en la lana, pero a su vez esta no se adhiere al textil solo mancha la muestra.
- Es muy importante que al aplicar el acabado sobre el textil se debe usar un prototipo de recubrimiento del mismo tamaño del área de la muestra para conseguir uniformidad sobre esta, pero también se debe eliminar los excesos que provocan que no se seque la muestra y provoca que se despeguen las capas y no unirse correctamente.
- Es recomendable que la concentración de grafito no exceda del 75% debido a que no se obtiene mejor resultado siendo un total desperdicio al poner una cantidad tan alta cuando en la concentración mínima ya se obtiene un material con alto resistencia térmica, con un tejido de densidad alta, con un hilo de título pequeño.

- Es muy importante realizar más investigaciones sobre las propiedades que el grafito puede ofrecer a un textil si esta se lo aplica a otro tipo de tejidos, debido a la gran variedad de propiedades que esta ofrece como una de ellas la propiedad de resistencia al fuego a altas temperaturas, entre otras características.
- Se recomienda realizar los cálculos de la resistencia térmica total de manera separada cuando la característica de los tejidos es distinta en este caso se lo realizo puesto que cada tejido presentaba un grosor distinto lo que comparar entre ellas seria no tan favorable puesto que se debe usar el grosor de estas para obtener los valores faltantes.
- Al momento de obtener la temperatura de cada sección no se debe abrir la caja completamente, solo se debe abrir una abertura pequeña la cual permita señalar un punto x en la sección A y visualizar el higrómetro en la sección B esto con la finalidad de evitar la fuga de calor puesto que esto provocaría una mala recopilación de temperatura debido al choque térmico entre el ambiente y la caja internamente.

Bibliografía

- APTT. (31 de Julio de 2017). *FUNDAMENTOS DEL DISEÑO EN EL TEJIDO PLANO*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de <http://apttperu.com>: <http://apttperu.com/fundamentos-del-diseno-tejido-plano/>
- Arellano, C. I. (Junio de 2017). Acabado desodorizante en camisetas algodón/poliéster con carbón activo de coco. *Trabajo de grado previo a la obtencion del titulo de ingeniero textil*, 30. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7157/1/04%20IT%20198%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Canal, B. C. (2012). *Lana y poliamida 6 tratadas con plasma*. Barcelona: Editorial académica española.
- Canetti, R. B. (2016). Aislantes térmicos alternativos para vivienda adecuada: una propuesta de diseño, social y ambientalmente sustentable. *I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable* (págs. 89-94). La Plata: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59269>
- Carlos. (27 de Junio de 2013). *Nergiza*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>
- Connor, N. (08 de 01 de 2020). *Que es la resistencia térmica Resistividad térmica*. Obtenido de Thermal Engineering: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-resistencia-termica-resistividad-termica-definicion/>

COTEC. (Mayo de 2014). *TEXTILES TÉCNICOS*. Obtenido de COTEC FUNDACIÓN
COTEC PARA LA INNOVACIÓN: cotec.es

Esparza, D., Esparza, W., Rosero, E., & Rosero, P. (2017). *Procesos de hilatura lanera*.
Ibarra: Editorial academia española.

Fernández, G. L. (Junio de 2016). CONCENTRACIÓN DE UNA MENA DE GRAFITO
MEDIANTE SEPARACION ELECTROESTÁTICA. Barcelona, España: Master
universitario. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/90879>

Galceran, E. V. (1960). *Tecnología del tejido*. Tarrasa.

Gallegos, C. A. (2008). ESTAMPADO EN TEXTILES NATURALES EN EL
ECUADOR. *Disertación Ingeniero en Diseño Industrial*. Ambato, Latacunga,
Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Obtenido de
<http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/442>

Hernández, M. M., & Hernández, H. G. (2016). ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y
MEJORA DE PROCESOS DE ACABADO USANDO EL FOULARD. *TESIS DE
PREGRADO*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Ideas & News. (3 de Enero de 2014). *Bon Drap blog*. Obtenido de
<https://www.bondrap.com/ideas-y-news/tipos-de-tejido.aspx>

Innovación y Cualificación, S. (2018). *Iniciación en materiales, productos y procesos
textiles*. Andalucía, España: IC Editorial.

ISO 7345:2018. (2018). *Thermal performance of buildings and building components -
Physical quantities and definitions*. ISO:2018. Obtenido de <https://www.une.org>.

Lockuán, L. F. (Octubre de 2012). *La industria textil y su control de calidad VI*.

Recuperado el 13 de Noviembre de 2019, de

https://books.google.com.ec/books?id=CeOt6-u17_QC&printsec=frontcover&dq=la+industria+textil+y+su+control+de+calidad+VI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj3_9eE2-flAhUszlkKHXLQAAwQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true

Lozano, H. Z. (2009). lineamientos teóricos de diseño arquitectónicos y tecnológicos para el diseño de vivienda. *El Cid Editor / Apuntes*, 1-12.

Mejía, A. F. (16 de Febrero de 2006). *Programa de textilización - Ciencias Textiles*. Obtenido de Las fibras naturales de origen animal /2: <https://programadetextilizacion.blogspot.com/search/label/Autor%3A%20Francisco%20Mej%C3%ADa%20Azc%C3%A1rate%20-%20Introducci%C3%B3n>

Menéndez, R., & Blanco, C. (2014). *El grafeno*. Madrid, España: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Obando, P. R. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. Ibarra: Tesis no publicada. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2300>

Ortiz, V. L. (2018). Diseño y propuesta de un sistema de aislamiento térmico en paredes residenciales a base de lana de oveja. *Tesis de pregrado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Quito: Universidad de las Américas. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9025>


Puma, I. W. (17 de Diciembre de 2019). ACABADO INGNÍFUGO A BASE DE ARCILLA EN UN GENERO DE PUNTO 100% ALGODÓN. *TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERÍA TEXTIL*. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Tesis no publicada. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9649>

- Raffino, M. E. (11 de Abril de 2019). *Conceptos.de*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de <https://concepto.de/equilibrio-termico/>
- Rodríguez, N. (Julio - Diciembre de 2011). Diseños Experimentales en Educación. *Revista de Pedagogía*, XXXII(91), 147-158.
- Rosas, R. A. (15 de enero de 2016). La lana de ovino como aterial aislante: Natural, renovble y sostenible. *Trabajo final de máster*. Barcelona, España: Trabajo academico de maestria. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/84043>
- Salas, E. M. (2013). *Analisis de textiles*. México: Editorial Trillas.
- Sanahuano, R. (19 de Noviembre de 2013). *De qué se compone la pasta madre en serigrafía*. Obtenido de Crear empresa: <https://comocrearmiempresa.net/de-que-se-compone-la-pasta-madre-en-serigrafia/>
- Sánchez, L. F., Roux, G., Salvador, R., & Espuna, M. J. (2018). Estudio calorimétrico con el uso de termopares enaislante hecho de mezclilla de desecho para viviendas en Saltillo, Coahuila. *Nova Scientia*, 280-304. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v10n20/2007-0705-ns-10-20-280.pdf>
- Solís, F. P. (6 de Abril de 2011). Modificacion superficial de materiales de carbono: Grafito y Grafeno. *DIGITAL.CSIC*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/34323>
- Teje_dora. (s.f.). *Punto Jersey*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de <https://tejedora.wordpress.com>:
<https://tejedora.wordpress.com/2008/10/16/punto-jersey/>

- Tinoco, G. O. (2009). Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y confecciones. *Industrial Data Revista de investigación.*, 74.
- Torres, B. (20 de Abril de 2015). *Textiles no tejidos 2*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de <http://tentii.blogspot.com/>: <http://tentii.blogspot.com/>
- Udale, J. (2014). *Diseño textil: tejidos y técnicas (2a. ed.)*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Villalobos, p. P. (Diciembre de 2014). Estudio de la Mezclilla como aislante Termoacústico en construcciones de uso habitacional. *Tesis en Licenciatura en ciencias de la construcción*. Santiago, Chile: Universidad de Valparaiso .
- Yirda, A. (11 de Septiembre de 2019). *Definicion de temperatura*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de <https://conceptodefinicion.de/temperatura/>.
- Zurita A, L. M. (12 de Diciembre de 2012). Desarrollo de textiles técnicos en laboratorio con características adecuadas para utilizar en la elaboracion de zapatos de lona, en la fábrica textiles industriales S.A. (TEIMSA). *Tesis previa a la obtención del Título de ingeniera textil*. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Tesis Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2645>

ANEXOS

ANEXO 1. Autorización de uso de laboratorio de pruebas Físicas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

FECHA: 14 de junio del 2019


DIRIGIDO A: Msc. William Esparza COORDINADOR CITEX

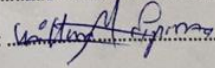
SOLICITANTE: Hinojosa Cachimuel Esther María

FACULTAD: FICA

CARRERA: CITEX

ASUNTO: Solicito muy comedidamente la autorización respectiva para el uso del laboratorio de tintorería y acabados para el desarrollo practico del proyecto de la asignatura de Optativa III el día viernes 14 de junio del 2019 a partir de las 9:30am


Firma
C.I. 1004842173

CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN: FECHA: 14-06-2019.....
HORA: 09-20.....
FIRMA: .....

ANEXO 2. Características de tejido de lana de ligamento sarga.

Número de muestras: 5		Característica: color azul																														
NOMBRE: Cachemir		COMPOSICION: Wo 100%																														
Ancho: 1.5 m		Dimensiones: 40 cm x 40 cm																														
LIGAMENTO:	Sarga	DENSIDAD	U: 75	T: 67																												
TORSION:	S	TITULO (Nm)	U: 29	T: 29																												
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE TRAMA:			5																													
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE URDIMBRE:			7																													
ARMAZON																																
ORILLO		FONDO																														
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table>					2		x	1	x			1	2	<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>			3			x	2		x		1	x				1	2	3
2		x																														
1	x																															
	1	2																														
3			x																													
2		x																														
1	x																															
	1	2	3																													

ANEXO 3. Características de muestra de ligamento tafetán.

Número de muestras: 5		Característica: color Beish lana gruesa		
NOMBRE COMERCIAL: Poncho		COMPOSICION: Wo 100%		
Ancho: 2m		Dimensiones: 40 cm x 40 cm		
LIGAMENTO:	Tafetán	DENSIDAD	U: 22	T: 5
TORSIÓN:	S	TITULO (Nm)	U: 2	T: 1
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE TRAMA:			4	
PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO DE URDIMBRE:			12	
ARMAZON				
ORILLO		FONDO		
$ \begin{array}{cc} 2 & \begin{array}{ c c } \hline & x \\ \hline \end{array} \\ 1 & \begin{array}{ c c } \hline x & \\ \hline \end{array} \\ & \begin{array}{cc} 1 & 2 \end{array} \end{array} $		$ \begin{array}{cc} 2 & \begin{array}{ c c } \hline & x \\ \hline \end{array} \\ 1 & \begin{array}{ c c } \hline x & \\ \hline \end{array} \\ & \begin{array}{cc} 1 & 2 \end{array} \end{array} $		








ANEXO 4. Tejidos de lana para pruebas de aislación térmica.

Tejido de lana ligamento Sarga	Tejido de lana ligamento tafetán
	

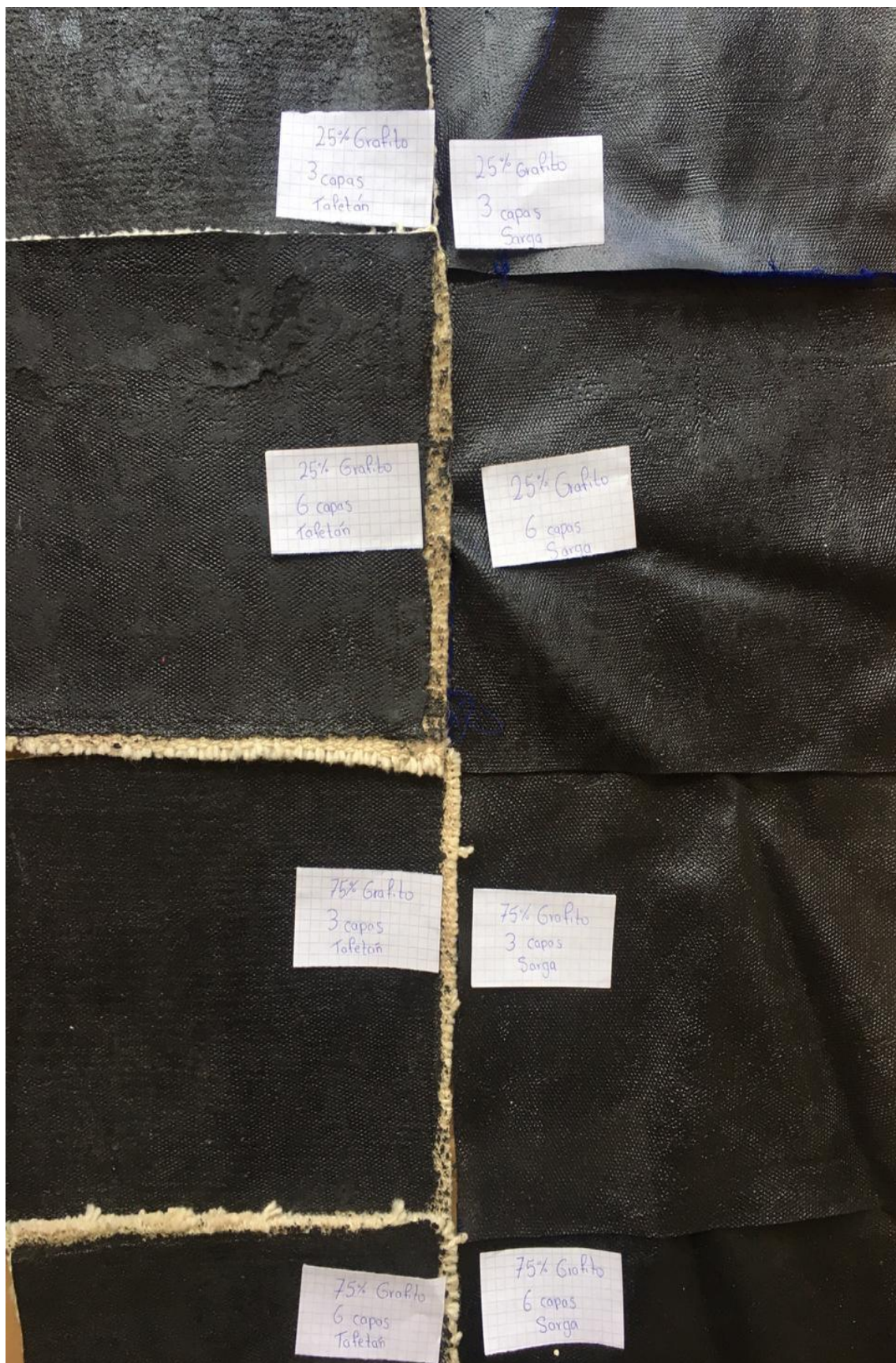
ANEXO 5. Desarrollo de Caja térmica readecuación de secciones A y B con poliestireno.



ANEXO 6. Pesaje de pasta para mezcla con grafito al 25% y 75% de concentración.

25% de concentración de grafito	75% de concentración de grafito.
 	 
<p>Pasta madre, pasta con 25% de grafito y pasta con grafito al 75% y proceso de estampado.</p>	
  	

ANEXO 7. Muestras con acabado al 25% y 75% de concentración de grafito respectivamente.



ANEXO 8. Polimerización de muestras con plancha térmica del laboratorio de la planta textil de la UTN.




Muestras de lana de ligamento Sarga y Tafetán sometidas a temperatura de 180°C durante 15 seg. Para proceso de polimerización.



ANEXO 9. Medición de valores térmicos con higrómetro y termómetro infrarrojo de muestras sometidas a prueba térmica cada 10 min.

Tejido de lana sarga	Tejido de lana tafetán
	
	
	

ANEXO 10. Prueba de viscosidad de pasta con el 25% y 75% de concentración de grafito.

Pasta sin grafito	
<p>12 RPM AGUJA</p> <p>S06</p>	 <p>The image shows the Brookfield DV-1+ Viscometer setup for a 12 RPM test. On the left, the full unit is shown with a spindle in a container of 'SCREEN' paste. On the right, a close-up of the control panel shows the LCD display with the following data: MPa 571250, S06, 12 RPM, and % 65.5. The control panel includes buttons for MOTOR ON/OFF, AUTO RANGE, SET SPEED, SELECT SPINDLE, and directional arrows.</p>
<p>30 RPM AGUJA</p> <p>S06</p>	 <p>The image shows the Brookfield DV-1+ Viscometer setup for a 30 RPM test. On the left, the full unit is shown with a spindle in a container of 'SCREEN' paste. On the right, a close-up of the control panel shows the LCD display with the following data: MPa 29168, S06, 30 RPM, and % 87.5. The control panel includes buttons for MOTOR ON/OFF, AUTO RANGE, SET SPEED, SELECT SPINDLE, and directional arrows.</p>
<p>60 RPM AGUJA</p> <p>S06</p>	 <p>The image shows the Brookfield DV-1+ Viscometer setup for a 60 RPM test. On the left, the full unit is shown with a spindle in a container of 'SCREEN' paste. On the right, a close-up of the control panel shows the LCD display with the following data: MPa 13950, S06, 60 RPM, and % 83.7. The control panel includes buttons for MOTOR ON/OFF, AUTO RANGE, SET SPEED, SELECT SPINDLE, and directional arrows.</p>

Pasta con grafito al 25% de concentración.

12 RPM AGUJA

S06



30 RPM AGUJA

S06



60 RPM AGUJA

S06



Pasta con grafito al 75% de concentración.

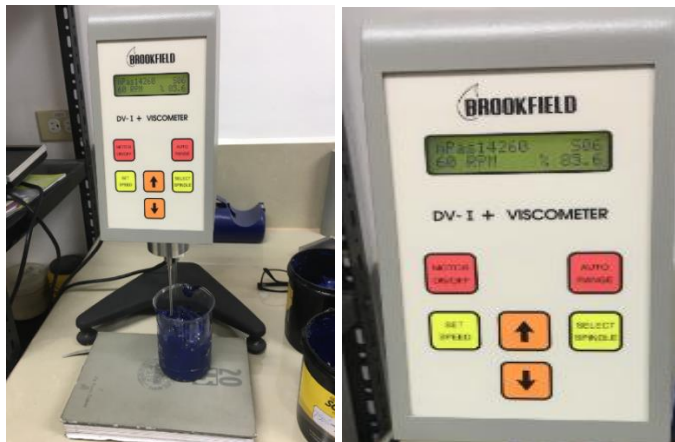
12 RPM AGUJA
S06



30 RPM AGUJA
S06



60 RPM AGUJA
S06



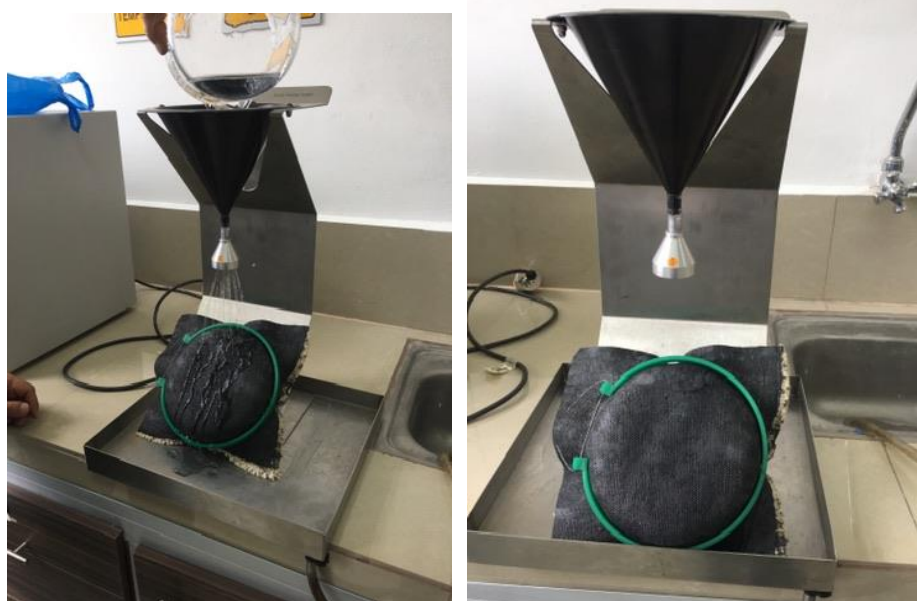
ANEXO 11. Prueba de permeabilidad de muestras con acabado del 25% y 75% de concentración de grafito.

Tejido de lana tafetán con acabado al 25% de concentración.

25% 3capas

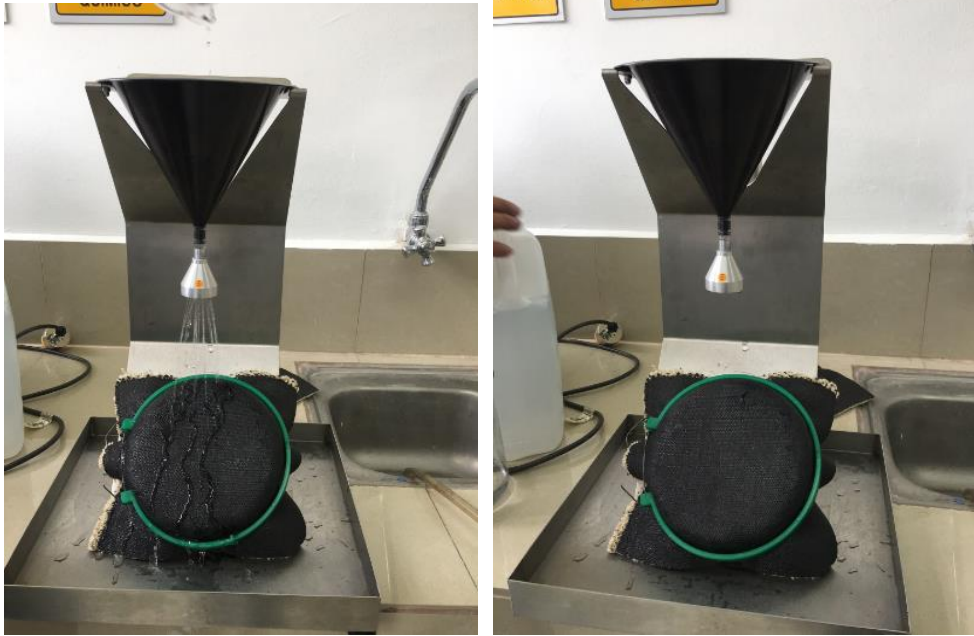


25% 6capas

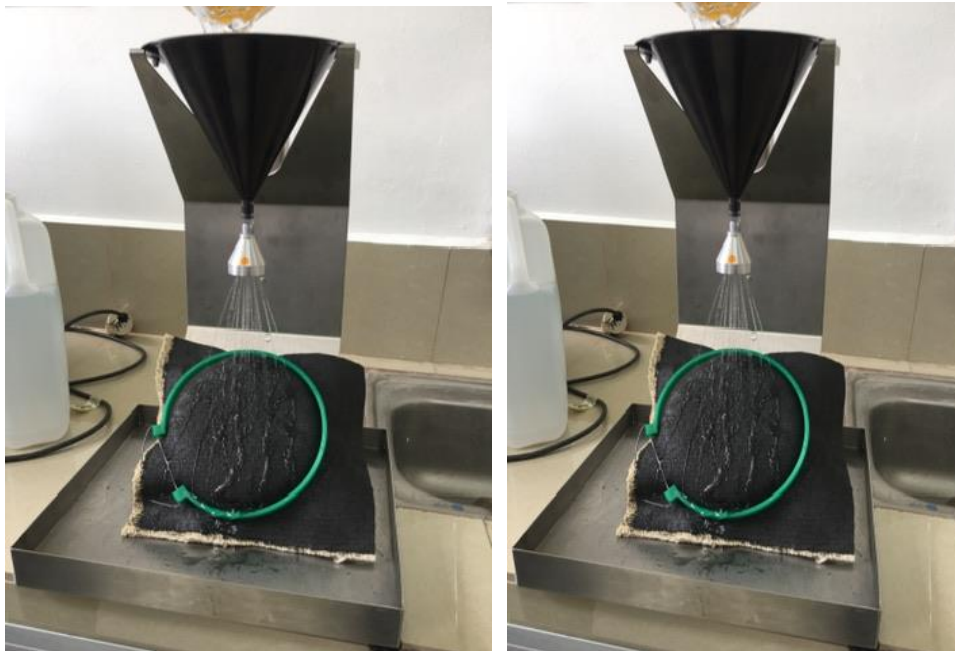


Tejido de lana tafetán con acabado al 75% de concentración de grafito.

75% 3capas

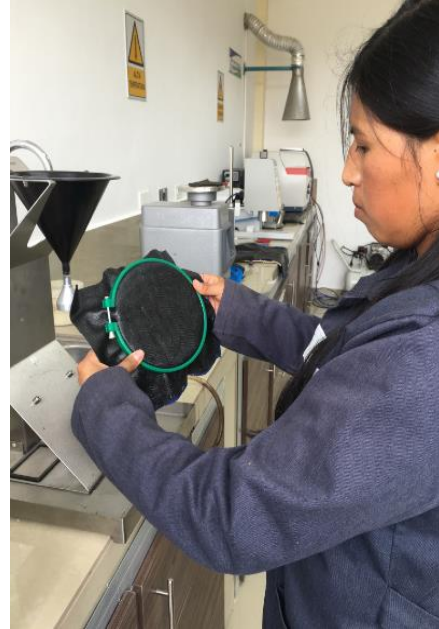


75% 6capas

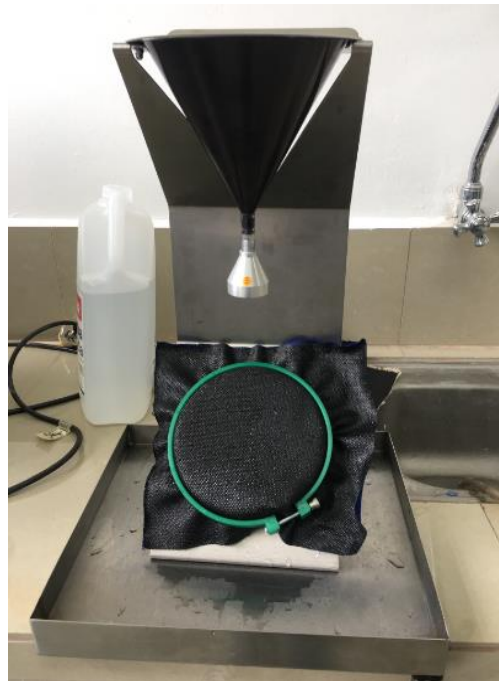


Tejido de lana sarga con acabado al 25% de concentración de grafito.

25% 3capas



25% 6capas

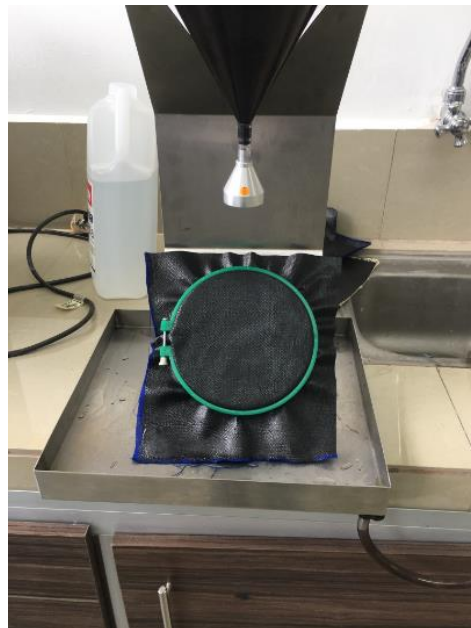


Tejido de lana sarga con acabado al 75% de concentración de grafito.

75% 3capas



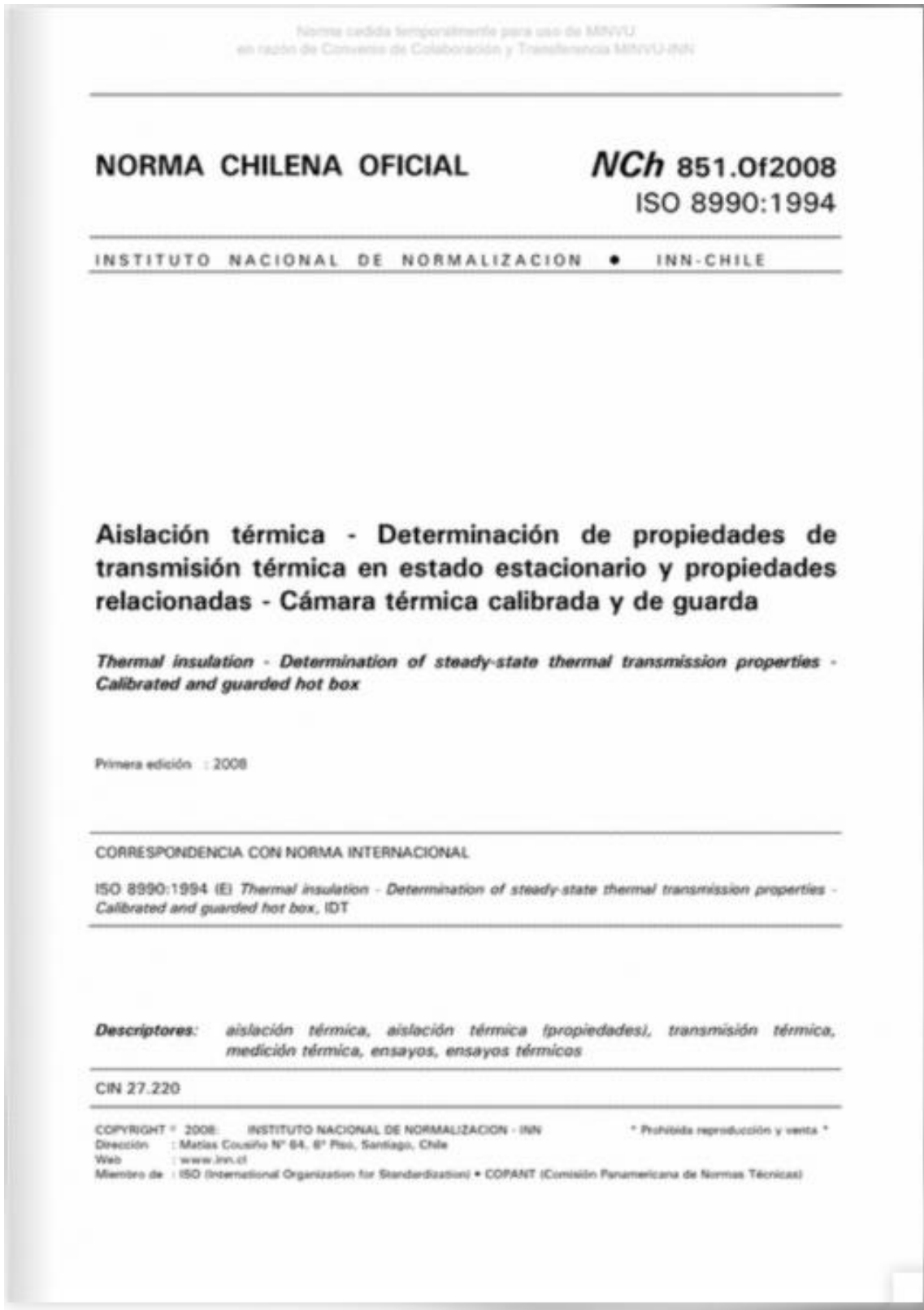
75% 6capas



ANEXO 12. Ficha técnica de grafito

GRAFITO NATURAL, AMORFO			
Id la sustancia	Grafito	Peso específico	2,23
Formula molecular	C	Dureza	1 – 2
Masa molar	12,01g/mol	Toxicidad	No toxico
Estado físico	Sólido (polvo)	tacto	Untuoso
Color Negro	Resistencia:	Al calor, Al ataque químico, Al ataque térmico, La contratación, La oxidación Al desgaste	
Olor Inoloro	Baja:	Coeficiente de fricción, Expansión térmica, Permeabilidad	
Otros parámetros físicos y químicos			
pH	5-6 (50 g/l, 20° C)	Temperatura de fusión	3000 °C
Densidad	2,2 g/cm ³ a 20° C	Solubilidad:	Insoluble
T ° de sublimación:	>3800 °C	Temperatura de fusión:	3726 °C a las 100000 atm
Combustión	620°C y 670°C es combustible en presencia de oxigeno	Conductividad:	0,06 W cm ⁻¹ k ⁻¹)
Expansión térmica:	2,9*10 ⁻⁵		

ANEXO 13. Norma de construcción de caja térmica. (por ausencia de la norma ISO se usa la norma chilena en referencia a la misma norma)



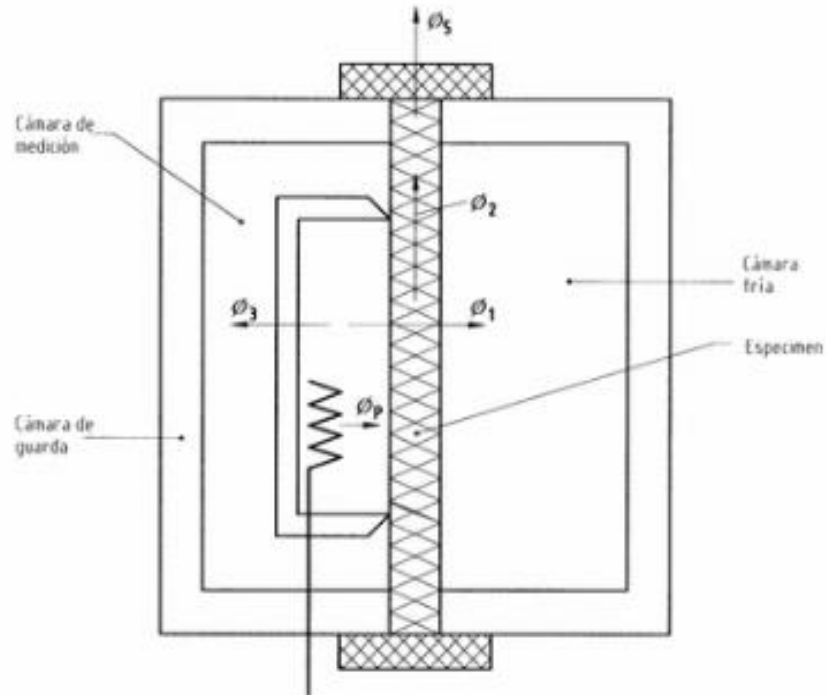


Figura 1 - Cámara térmica de guarda

5.3 Cámara térmica calibrada

La cámara térmica calibrada (ver Figura 2) está rodeada por un espacio de temperatura controlada no necesariamente a la misma temperatura que la del interior de la cámara de medición. Las pérdidas de calor a través de las paredes de la cámara, ϕ_1 , se mantienen bajas mediante el uso de una construcción de alta resistencia térmica. La potencia de entrada total, ϕ_p , se debe corregir para las pérdidas de calor, ϕ_1 , y para las pérdidas por flancos, ϕ_2 . La trayectoria del flujo de calor por flancos se ilustra en Figura 3, la que muestra detalles del espécimen y del marco del espécimen con paredes adyacentes de los lados caliente y frío de la cámara. La corrección para las pérdidas de calor de las paredes de la cámara y las pérdidas por flancos se determina mediante ensayos de los especímenes de calibración con resistencia térmica conocida. Para la calibración de la pérdida por flancos, los especímenes de calibración deberían cubrir el mismo rango de espesor y resistencia térmica que los especímenes que se miden y el rango de temperatura del uso previsto.

NCh851

6 Limitaciones y fuentes de errores

El funcionamiento del aparato, hasta una exactitud deseada, está limitado por una serie de factores relacionados con el diseño del equipo, la calibración y funcionamiento, y con las propiedades del espécimen, por ejemplo, el espesor, la resistencia térmica y la homogeneidad.

6.1 Limitaciones y errores debido al aparato

6.1.1 Limitaciones en la resolución de desequilibrio en una cámara térmica de guarda

En la práctica, incluso con especímenes homogéneos, los coeficientes superficiales de transmisión de calor locales no son uniformes, especialmente aquellos cercanos a los bordes de la cámara de medición. Como consecuencia, ni la temperatura superficial del espécimen ni la temperatura del aire son uniformemente cercanas a la periferia de la cámara de medición tanto en su interior como exterior. Esto tiene dos consecuencias:

- a) es imposible reducir a cero al mismo tiempo el flujo de calor lateral, ϕ_2 , a través del espécimen, y el flujo de calor ϕ_3 , a través de las paredes de la cámara de medición;
- b) la desuniformidad de la temperatura cercana a la cámara de medición, en la superficie del espécimen, y en el aire respectivamente, define la mejor resolución de desequilibrio correspondiente.

El aparato se debe diseñar y operar de una forma que se obtenga el equilibrio óptimo del flujo de calor como el que previamente se indica en a), es decir, la geometría del aparato y el espacio de aire de guarda y la velocidad del flujo de aire, de manera que ϕ_3 no sea mayor que el 10% de ϕ_p .

Las desigualdades en el espécimen aumentan las desuniformidades en los coeficientes superficiales locales y en las temperaturas superficiales del espécimen. Se debe evaluar el desequilibrio del flujo de calor a través de las paredes de la cámara de medición y en el espécimen, y cuando sea necesario se deben corregir. Para este propósito, las paredes de la cámara de medición se deben equipar para servir de medidor de flujo de calor. De forma adicional, una termopila a través de la periferia del área de medición se puede montar en las superficies del espécimen. En los ensayos de rutina, la detección del desequilibrio se puede simplificar mediante calibración y cálculo.

6.1.2 Tamaño del área medición

El área de medición se define:

- a) para una cámara térmica de guarda, desde un centro de la boca al opuesto especimen es más grueso o igual al ancho de la boca, o si el especimen es más delgado que el ancho de la boca, como la periferia interna de la boca;
- b) para una cámara térmica calibrada, como la periferia interna de la cámara de medición.

El tamaño del área medida determina el espesor máximo del especimen. Las proporciones del lado del área de medición al espesor del especimen se rigen por principios similares a los de la cámara térmica de guarda.

El tamaño del especimen también puede limitar las posibilidades para la sección representativa de la construcción que se ensaya y, por lo tanto, permitir los errores y dificultades en la interpretación de los resultados.

Los errores de medición al ensayar según los métodos de cámara térmica son en parte, proporcionales a la longitud del perímetro del área de medición. La influencia relativa de ésta disminuye a medida que aumenta el área de medición. En la cámara térmica de guarda, el tamaño mínimo del área medida es tres veces el espesor del especimen o 1 m x 1 m, cualquiera que sea el mayor.

NCh851

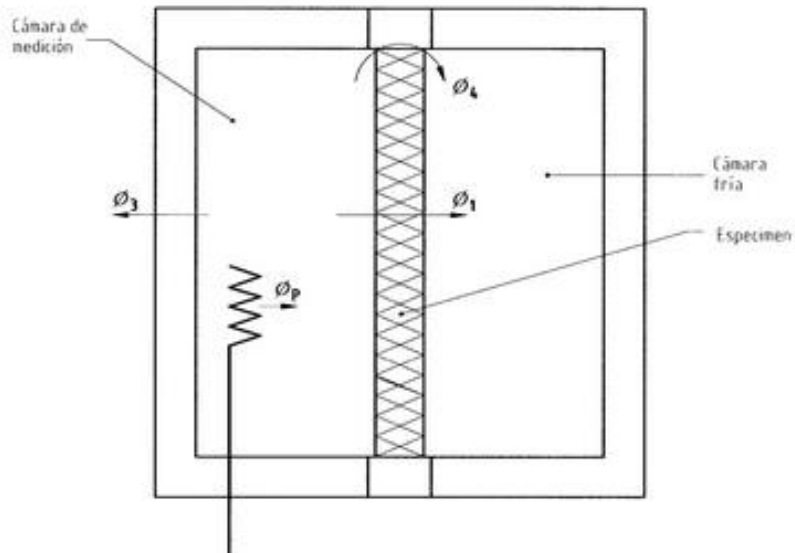


Figura 2 - Cámara térmica calibrada

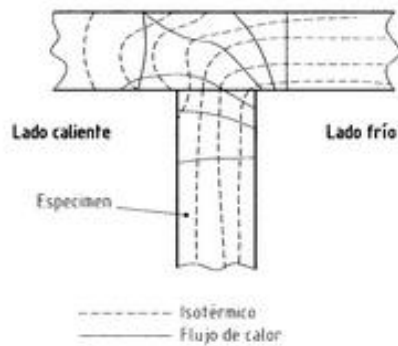



Figura 3 - Trayectoria del flujo de calor en el espécimen y el marco

10

ANEXO 14. Ficha técnica de pasta madre.



SCREEN PRINTING & BSUBLIMATION PRODUCTS

PRODUCTO
STM PREM WSL BASE TEXTIL CD2200 1KG

HOJA TÉCNICA		
PROPIEDADES	APLICACIÓN	CURADO
<ul style="list-style-type: none">• Baja viscosidad• Color final traslucido• Acabado suave• Buena penetración en el tejido	Aplicar cada capa con pre secado y termofijar	HORNO 180° C / 356° F 60 Seg PLANCHA 180° C / 356° F 15 Seg
COMPONENTES	PRESENTACIÓN	ADITIVOS SUGERIDOS
<ul style="list-style-type: none">• RESINA• LIGANTE• ESPESANTE• HUMECTANTE• AGUA	1 KG 18 KG 100 KG	COMPLETO

RASEROS:
Se recomiendan los de poliuretano con perfil rectangular con dureza de 65 a 75 grados shore.

CURADO:
Una vez impreso el tejido se debe termofijar en húmedo por termofijadora de banda o con secador industrial a una temperatura de 180°C durante 2 a 3 minutos; lo cual evita el olor residual y por consiguiente la necesidad de un lavado posterior.
Por planchado a una temperatura de 180°C por un tiempo de 15" y una presión de 40 PSI (libras por pulgada).

LIMPIEZA:
Las mallas y los implementos utilizados en la estampación se limpian con agua corriente.