



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

**“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE ATENUACIÓN DEL SONIDO DE UN NO
TEJIDO ELABORADO CON FIBRAS DE COCO MEDIANTE PRUEBAS
ACÚSTICAS.”**



AUTOR: Miño Simbaña Elvis Kenny

DIRECTOR: MSc. Posso Pasquel José Rafael

Ibarra-Ecuador

2025

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:	100368005-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Miño Simbaña Elvis Kenny		
DIRECCIÓN:	Ilumán, Simón Bolívar y Pedro Fraile - Otavalo		
EMAIL:	ekminos@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-----	TELF. MÓVIL	0990152533

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis de la capacidad de atenuación del sonido de un no tejido elaborado con fibras de coco mediante pruebas acústicas”
AUTOR:	Miño Simbaña Elvis Kenny
FECHA:	2025-01-31
CARRERA/PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	MSc. Posso Pasquel José Rafael

CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 31 días del mes de enero de 2025

EL AUTOR:



Firma:

Nombre: Miño Simbaña Elvis Kenny

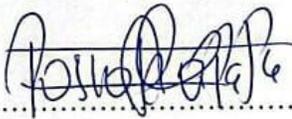
**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 31 de enero de 2025

MSc. Posso Pasquel José Rafael
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

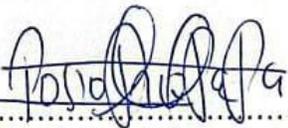
Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) 

MSc. Posso Pasquel José Rafael
C.C.: 100252578-8

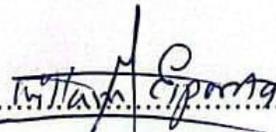
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADO

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE ATENUACIÓN DEL SONIDO DE UN NO TEJIDO ELABORADO CON FIBRAS DE COCO MEDIANTE PRUEBAS ACÚSTICAS”, elaborado por Miño Simbaña Elvis Kenny, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f) 

MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 100252578-8

(f) 

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 100158901-7

DEDICATORIA

Dedico con orgullo este gran esfuerzo a mis padres Marlene Simbaña, Elvis Miño por su apoyo incondicional y a mis abuelitas que desde el cielo iluminaron mi camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que me dio la fuerza en todo momento para lograr tan anhelado reto, a mis padres y a mis mejores amigos, un agradecimiento infinito.

RESUMEN

La presente investigación se centró en analizar la capacidad de atenuación del sonido usando no tejidos elaborados con fibras de coco y látex de caucho natural mediante pruebas acústicas, con el objetivo de desarrollar un material eficiente para la reducción de ruido en diferentes niveles a nivel de laboratorio.

En este estudio se clasificó y seleccionó las fibras de coco mediante un esparcimiento de fibras sobre una superficie limpia y una inspección visual con el objetivo de eliminar objetos extraños que puedan alterar la calidad del producto final, a su vez se diseñó y elaboró muestras de no tejidos con tres espesores distintos: 2,469 mm, 3,614 mm y 5,604 mm utilizando tres moldes con tres medidas diferentes: molde 1: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,4 cm, molde 2: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,5 cm y el molde 3: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,7 cm, en cuanto a la elaboración del no tejido se usó una técnica de unión química con látex de caucho natural a su vez se llevó a cabo el análisis de las muestras tomando como referencia los parámetros de espesor, gramaje y resistencia a la tracción y elongación bajo las normas ASTM D1777: 2019, ISO 3801: 1977 e ISO 9073-3: 2023 obteniendo los siguientes resultados: Espesor 1; 2,469 mm, 876,3 g/m², resistencia a la tracción 82,42 N y elongación 21,13 %, espesor 2; 3,614 mm, 1068,1 g/m² resistencia a la tracción 159,65 N y elongación 19,92% y finalmente el espesor 3; 5,604 mm, 1598.1 g/m², resistencia a la tracción 166,65 N y elongación 16,71 % respectivamente, demostrando así que la muestra con más espesor y gramaje es el más resistente.

Para obtener los datos en los ensayos de atenuación acústica se usó un sonómetro digital y una caja de cristal recubierta con tres diferentes espesores de no tejidos, inicialmente se registró un ruido continuo de 74,443 dBA el cual se determinó como sonido fuente o sonido patrón. Al recubrir la caja con las diferentes muestras de no tejido, se percibió reducciones acústicas en los niveles de ruido. Específicamente, el mayor espesor (5,604 mm) presentó la mayor atenuación con 3,694 dBA, seguido por el espesor intermedio (3,614 mm) con 0,91 dBA, mientras que el menor espesor (2,469 mm) tuvo la atenuación más baja con 0,471 dBA. Esto demuestra que un mayor espesor y gramaje del no tejido están directamente relacionados con una mayor capacidad de reducción del ruido.

Palabras claves: No tejido, coco, látex, atenuación, acústico.

ABSTRACT

The present research focused on analyzing the sound attenuation capacity of nonwoven materials made from coconut fibers and natural rubber latex through acoustic tests, with the goal of developing an efficient material for noise reduction at different levels under laboratory conditions.

In this study, the coconut fibers were classified and selected by spreading them on a clean surface and conducting a visual inspection to remove foreign objects that could affect the quality of the final product. Nonwoven samples with three different thicknesses—2.469 mm, 3.614 mm, and 5.604 mm—were designed and produced using three molds with varying dimensions: mold 1 measured 30 cm in width, 70 cm in length, and 0.4 cm in height; mold 2 measured 30 cm in width, 70 cm in length, and 0.5 cm in height; and mold 3 measured 30 cm in width, 70 cm in length, and 0.7 cm in height. The nonwoven material was fabricated using a chemical bonding technique with natural rubber latex. The samples were then analyzed based on thickness, basis weight, tensile strength, and elongation, following the standards ASTM D1777: 2019, ISO 3801: 1977, and ISO 9073-3: 2023. The results were as follows: thickness 1—2.469 mm, 876.3 g/m², tensile strength 82.42 N, and elongation 21.13%; thickness 2—3.614 mm, 1068.1 g/m², tensile strength 159.65 N, and elongation 19.92%; and thickness 3—5.604 mm, 1598.1 g/m², tensile strength 166.65 N, and elongation 16.71%. These findings demonstrate that the sample with the highest thickness and basis weight exhibited the greatest strength.

For the acoustic attenuation tests, a digital sound level meter and a glass box covered with three different nonwoven thicknesses were used. Initially, a continuous noise level of 74.443 dBA was recorded as the reference or source sound. When the box was covered with the various nonwoven samples, reductions in noise levels were observed. Specifically, the thickest sample (5.604 mm) achieved the highest attenuation at 3.694 dBA, followed by the intermediate thickness (3.614 mm) with 0.91 dBA, while the thinnest sample (2.469 mm) demonstrated the lowest attenuation at 0.471 dBA. This confirms that greater thickness and basis weight in the nonwoven material are directly related to higher noise reduction capacity.

Keywords: nonwoven, coconut, latex, attenuation, acoustic

LISTA DE SIGLAS

- (A) = Atenuación
- (AC) = Acústico
- (FC) = Fibra de coco
- (L) = Látex
- (NT) = No tejido
- (dBA)= Decibeles
- (SF)= Sonido fuente

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Justificación	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Características del sitio del proyecto de investigación	3
CAPÍTULO 1	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Estudios Previos	4
1.1.1. No tejido.....	4
1.1.2. Tipos de no tejido.....	4
1.1.3. Estudios de capacidad de absorción de ruido	4
1.1.4. Atenuación de sonido.....	4
1.1.5. Fundamentos acústicos	5
1.1.6. Tiempo de exposición al ruido permitido	5
1.1.7. Propiedades acústicas de los materiales.....	6
1.2. Marco legal	7
1.2.1. Constitución de la Republica del Ecuador	7
1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte	7
1.3. Marco conceptual	8

1.3.1.	Fibras de coco	8
1.3.2.	Características físico-químicas de la fibra de coco.....	8
1.3.3.	No tejidos por unión química.....	8
1.3.4.	Sonómetro	8
1.3.5.	Atenuación del sonido.....	9
1.3.6.	Contaminación ambiental	10
1.3.7.	Frecuencias sonoras	11
1.3.8.	Absorción sonora	11
1.3.9.	Nivel de presión acústica percibida en el ambiente	12
CAPÍTULO 2.....		14
MARCO METODOLÓGICO.....		14
2.1.	Enfoque de la investigación	14
2.1.1.	Enfoque cualitativo	14
2.1.2.	Enfoque cuantitativo	14
2.2.	Tipos de investigación	15
2.2.1.	Investigación analítica	15
2.2.2.	Investigación experimental	15
2.3.	Normas de referencia	16
2.3.1.	Real decreto 286:2006	16
2.3.2.	Decreto ejecutivo 2393	17

2.3.3.	ASTM D1777: 2019	17
2.3.4.	ISO 3801: 1977	17
2.3.5.	ISO 9073-3: 2023.....	17
2.4.	Flujogramas	18
2.4.1.	Flujograma general	18
2.4.2.	Flujograma muestral	19
2.5.	Equipos y materiales	20
2.5.1.	Túnel de secado.....	20
2.5.2.	Sonómetro digital.....	21
2.5.3.	Caja de cristal.....	22
2.5.4.	Fibras de coco	23
2.5.5.	Moldes para muestras del no tejido	25
2.5.6.	Látex de caucho natural	27
2.5.7.	Especímetro digital	28
2.5.8.	Balanza digital	30
2.5.9.	Dinamómetro	31
2.6.	Elaboración del no tejido	32
2.6.1.	Clasificación y preparación de las fibras de coco.....	32
2.6.2.	Preparación de los moldes de madera.....	33
2.6.3.	Unión química de las fibras de coco	33

2.6.4.	Proceso de secado de los tejidos	35
2.7.	Caracterización del no tejido	36
2.7.1.	Determinación del espesor del no tejido	36
2.7.2.	Determinación del gramaje	38
2.7.3.	Determinación de la resistencia del no tejido	39
2.8.	Ensayos de atenuación del sonido.....	41
2.8.1.	Caracterización del sonido fuente	41
2.8.2.	Recubrimiento de la caja de cristal	42
2.9.	Ensayos de atenuación de sonido con el primer espesor	43
2.9.1.	Medición de nivel acústico con el primer espesor	43
2.9.2.	Medición de nivel acústico con el segundo espesor	44
2.9.3.	Medición de nivel acústico con el tercer espesor.....	45
2.9.4.	Nivel de atenuación acústica percibida en el ambiente	45
CAPÍTULO 3.....		47
3.1.	Resultados.....	47
3.1.1.	Resultados generales de ensayos de atenuación de sonido	47
3.1.2.	Ruido total del nivel de presión acústica percibida en el ambiente	47
3.2.	Análisis de los datos	48
3.2.1.	Análisis de normalidad de las mediciones del sonido fuente original	48
3.2.2.	Análisis de normalidad de las pruebas de atenuación de sonido	49

3.2.3. Análisis de varianza de los tres espesores y del ruido fuente	50
4. Efectividad del no tejido y el recubrimiento de la caja de cristal.....	52
CAPÍTULO 4.....	53
4.1. Conclusiones	53
4.2. Recomendaciones	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tiempo de exposición permitido a nivel internacional	6
Tabla 2	Contaminación auditiva	10
Tabla 3	Características técnicas del túnel de secado.....	20
Tabla 4	Características técnicas del sonómetro digital	21
Tabla 5	Composición química de las fibras de coco.....	24
Tabla 6	Características de los moldes de madera.....	26
Tabla 7	Especificaciones físico-químicas del látex.....	28
Tabla 8	Características técnicas del espectrómetro	29
Tabla 9	Características técnicas de la balanza digital	31
Tabla 10	Tabla general de receta para unión química.....	34
Tabla 11	Resultados de medición de espesores	37
Tabla 12	Resultados obtenidos después de pesar las muestras	38
Tabla 13	Tabla de resultados pruebas de tracción y elongación del no tejido	40
Tabla 14	Tabla general de la caracterización del no tejido	40
Tabla 15	Resultados de medición de ruido del objeto generador de ruido	42
Tabla 16	Tabla de resultados de atenuación acústica con el primer espesor	44
Tabla 17	Tabla de resultados de atenuación acústica con el segundo espesor.....	44
Tabla 18	Tabla de resultados de atenuación acústica con el tercer espesor	45
Tabla 19	Tabla de resultados del ruido percibido en los distintos niveles	45
Tabla 20	Resultados generales de las pruebas de atenuación de sonido	47
Tabla 21	Resultados generales del ruido total percibido en el ambiente	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de las instalaciones de la carrera de textiles	3
Figura 2 Niveles de decibelios	9
Figura 3 Flujograma general del proceso.....	18
Figura 4 Flujograma muestral del proceso.....	19
Figura 5 Túnel de secado	21
Figura 6 Sonómetro digital	22
Figura 7 Caja de cristal	23
Figura 8 Fibras de coco.....	24
Figura 9 Moldes de madera para muestras de no tejido.....	26
Figura 10 Látex de caucho natural	27
Figura 11 Especímetro digital	29
Figura 12 Balanza digital	30
Figura 13 Dinamómetro titán 5.....	32
Figura 14 Moldes de madera luego de la preparación	33
Figura 15 Formación del no tejido mediante unión química	34
Figura 16 Secado de muestras de no tejidos	35
Figura 17 Muestras finales luego del proceso de secado	36
Figura 18 Determinación del espesor.....	37
Figura 19 Proceso de gramaje del no tejido	38
Figura 20 Colocación de muestras en el dinamómetro	39
Figura 21 Medición del ruido del objeto generador de ruido	41
Figura 22 Recubrimiento de la caja de cristal.....	43

Figura 23 Tabla de resultados de la normalidad de datos del sonido fuente.....	49
Figura 24 Tabla de resultados de la normalidad de datos en las pruebas de atenuación acústica.....	49
Figura 25 Análisis de variabilidad	50
Figura 26 Representación grafica de la media y el CV en ensayos de atenuación acústica ...	51

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Coeficiente de absorción sonora.....	11
Ecuación 2 Fórmula para determinar el ruido percibido en el ambiente	13

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

La problemática está relacionada directamente con un mal acondicionamiento acústico, donde se encuentran inmersos varios parámetros que perjudican la calidad del sonido. A su vez, en varios campos ocupacionales se produce la fatiga auditiva, donde las personas hacen un esfuerzo anormal para poder escuchar y comprender un entorno. Por otro lado, una mala calidad de sonido promueve una mala concentración perceptiva que a largo plazo puede tener consecuencias psicológicas e incluso médicas (Parra, 2018).

Es importante recalcar que dentro de las áreas industriales nace la necesidad de abordar un acondicionamiento acústico debido a los desafíos sonoros que se presentan y que impactan negativamente en la experiencia educativa, industrial, musical, entre otros. Estas deficiencias pueden incluso dar lugar a problemas de salud al estar expuestos a un entorno ruidoso o con mala acústica como lo señala el Real Decreto 286/2006 en donde se indican los límites del sonido en decibeles (dBA) a los que pueden estar expuesto los trabajadores, además, que muchos establecimientos no son capaces de cumplir con los requisitos de reverberación (Parra, 2018).

Justificación

La justificación tecnológica de esta investigación radica en la necesidad de desarrollar soluciones sostenibles y eficaces en el campo del aislamiento acústico. El ruido no deseado es un problema presente en la sociedad moderna, y su impacto en la salud y el bienestar de las personas es ampliamente reconocido. Sin embargo, la mayoría de las soluciones de aislamiento acústico actuales a menudo dependen de materiales no sostenibles y no biodegradables y económicamente muy elevados, lo que plantea preocupaciones ambientales a largo plazo.

Al utilizar fibras de coco, un recurso natural sostenible y biodegradable, para crear un tejido con capacidades de absorción de sonido se debe establecer parámetros que permitan potenciar y abordar la demanda de un rendimiento acústico efectivo tomando como referencia la necesidad de reducir el impacto ambiental negativo y de igual manera determinar la viabilidad económica. La investigación y desarrollo de esta tecnología innovadora no solo podrían proporcionar una alternativa ecológica en el campo del aislamiento acústico, sino que también contribuiría al avance del conocimiento en la aplicación de materiales naturales en la tecnología de insonorización (Castro, Mejia, Paez, & Trujillo, 2023).

Objetivo general

Determinar la capacidad de atenuación del sonido de un textil no tejido elaborado con fibras de coco y contribuir al conocimiento técnico sobre las capacidades acústicas de las fibras naturales.

Objetivos específicos

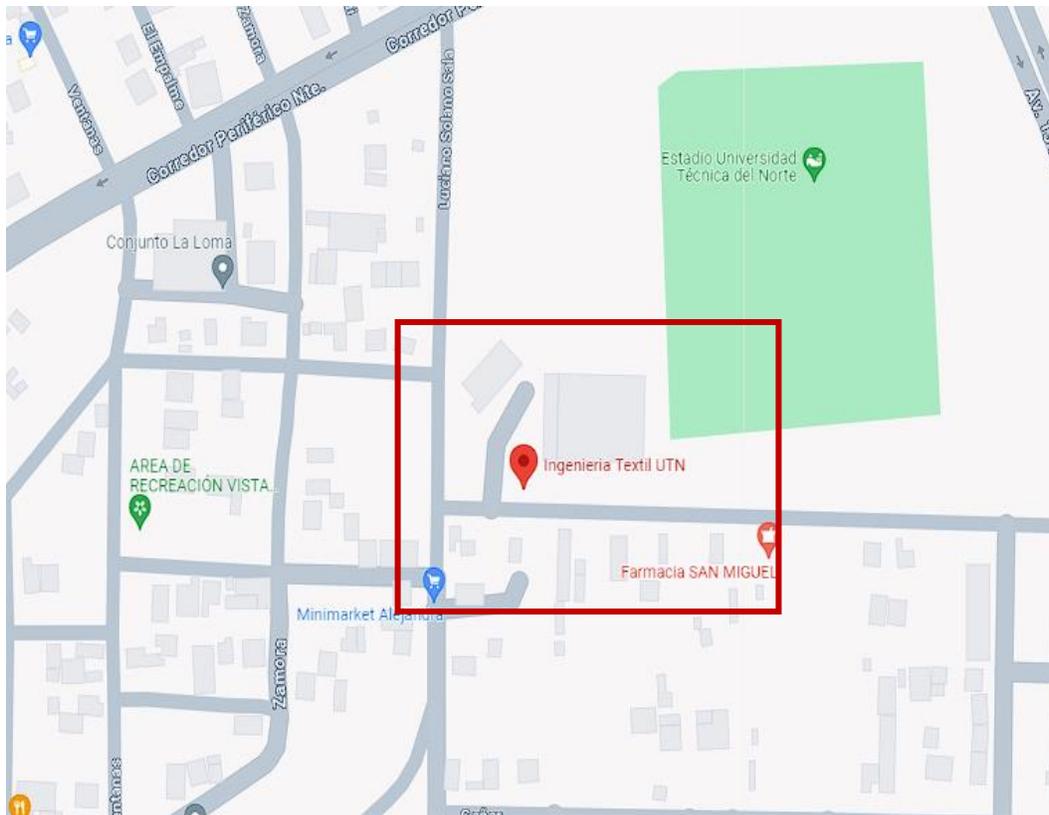
- Realizar una selección meticulosa de las fibras de coco y acondicionar las mismas mediante procesos de limpieza, desinfección para garantizar la eliminación eficiente de impurezas.
- Diseñar y fabricar no tejidos usando fibras de coco con diferentes variaciones de espesor y áreas aplicando una técnica de unión química en base a latex o resina.
- Determinar la capacidad de atenuación del sonido del no tejido en escala de laboratorio mediante pruebas acústicas utilizando un sonómetro y una caja de cristal con 0,063 m³ de volumen, donde se realizará las pruebas antes mencionadas en diferentes condiciones ambientales.

Características del sitio del proyecto de investigación

La presente investigación se desarrolló dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, en los laboratorios de la Carrera de Textiles, en donde se cuenta con equipos certificados los cuales son empleados en diferentes ensayos en base a una norma específica con el fin de garantizar la veracidad de los resultados obtenidos, el proyecto de investigación será en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano.

Figura 1

Ubicación de las instalaciones de la carrera de textiles



Nota: La figura muestra la ubicación exacta de las instalaciones de la carrera de textiles. **Fuente:** (Google maps, 2024)

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Estudios Previos

1.1.1. No tejido

En Colombia, los residuos provenientes de la cáscara de coco alcanzan un volumen aproximado de 38.890 toneladas anuales, se elaboraron no tejidos utilizando dos técnicas: el punzonado con diferentes frecuencias de impacto y la adhesión química con proporciones variables de adhesivo los métodos antes mencionados permitieron evaluar su influencia en las propiedades mecánicas y deformación de los materiales obtenidos por otro lado, se analizaron características como el diámetro de las fibras, su composición química y la resistencia mecánica tanto de las fibras individuales como de los no tejidos. Los resultados mostraron que las fibras de coco poseen un módulo elástico promedio de 1,83 GPa, atribuido a su gran diámetro (0,3 mm) y a un bajo contenido de celulosa (46,5 %). Asimismo, se evidenció que el método de unión empleado afecta directamente las propiedades mecánicas, alcanzándose una fuerza máxima de rotura de 212,34 N mediante adhesión química (Gómez et al., 2020).

1.1.2. Tipos de no tejido

Se llevaron a cabo pruebas utilizando fibras de coco para crear materiales no tejidos utilizando dos enfoques distintos: uno mediante punzonado con dos frecuencias de golpe y otro mediante adhesión química usando dos cantidades diferentes de adhesivo. El propósito principal fue examinar cómo estas técnicas afectan la resistencia mecánica y la capacidad de deformación de los materiales acabados. Además, se analizó el tamaño de las fibras, su composición química y la resistencia mecánica tanto de las fibras individuales como de los materiales no tejidos resultantes (Gómez et al., 2020).

1.1.3. Estudios de capacidad de absorción de ruido

“Un panel compuesto con fibra de coco de 1 cm de espesor los valores de coeficiente acústico medidos en cinco muestras con diferentes valores de ruido logran disminuir hasta 30 dB con un porcentaje de reducción máxima de hasta 30% para ruidos exteriores de 100 dB” (Beltrán & Jhon, 2017, pág. 68).

1.1.4. Atenuación de sonido

Esta investigación evaluó la capacidad de absorción acústica de placas fabricadas con fibra

de caña de azúcar, utilizando como referencia los niveles de ruido registrados en el Centro de Salud José Olaya, una instalación frecuentemente expuesta a contaminación acústica por encima de los estándares permitidos para el desarrollo del estudio se consideró dos grosores de las placas, 7 cm y 14 cm, y se llevó a cabo en condiciones ambientales normales para evitar interferencias externas, por otro lado, para la medición del ruido se empleó un sonómetro y se aplicaron protocolos específicos. Los resultados mostraron que las placas de fibra de caña de azúcar lograron reducir el ruido en un 10,4 % para 7 cm de grosor y en un 17,07 % para 14 cm, demostrando su eficacia como material absorbente acústico (Tipiani, 2018, pág. 5).

1.1.5. Fundamentos acústicos

La rama de la física que se centra en el estudio de cómo el sonido se propaga, conocida como acústica, resulta esencial para comprender los principios que subyacen a la capacidad de distintos materiales para atenuar el sonido. Dentro de este contexto, aspectos como la frecuencia y la amplitud emergen como factores determinantes que afectan la habilidad de un material para absorber o reflejar el sonido. La absorción del sonido se refiere al proceso mediante el cual la energía sonora se transforma en energía térmica o mecánica dentro del material, mientras que la reflexión implica que la energía del sonido rebote en la interfaz entre el material y el entorno circundante. (Molina, 2021)

La rama de la acústica enfocada en el diseño de espacios con características acústicas deseables, conocida como acústica arquitectónica, se concentra en la selección de materiales adecuados para absorber el sonido. En este sentido, la investigación sobre materiales innovadores, como los no tejidos fabricados con fibras de coco, adquiere importancia al ofrecer opciones sostenibles y efectivas para el control del sonido. Por lo tanto, explorar los fundamentos de la acústica y su aplicación en la evaluación de materiales resulta crucial para comprender el potencial de los materiales basados en coco en la atenuación del sonido y su integración en diversas aplicaciones prácticas.

1.1.6. Tiempo de exposición al ruido permitido

El tiempo que pasamos expuestos al ruido juega un papel crucial en nuestra salud auditiva. Exponernos a niveles altos de ruido durante períodos prolongados puede tener consecuencias negativas, como la pérdida de audición permanente. Para prevenir estos efectos adversos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja limitar la exposición a ruidos por encima de los 85 decibeles a un máximo de 8 horas al día. Es esencial tomar medidas preventivas, como el

uso de protectores auditivos, y reducir el tiempo que pasamos en entornos ruidosos para proteger nuestra audición y promover una buena salud auditiva a largo plazo (Gamero, 2020).

En la **Tabla 1** detalla los límites de tiempo recomendados para la exposición al ruido en función de su intensidad, proporcionando valores numéricos que permiten comparaciones significativas. Esta información es invaluable para gestionar y evaluar el riesgo auditivo en entornos donde el ruido pueda constituir una amenaza para la salud auditiva.

Tabla 1

Tiempo de exposición permitido a nivel internacional

Estándares internacionales	Tiempo de exposición (min)					
	75 dB (A)	85 dB (A)	90 dB (A)	100 dB (A)	105 dB (A)	115 dB (A)
OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional	>24 h	960	480	120	60	15
NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional	>24 h	480	151	15	4,5	0,5
OMS y EPA: Agencia de Protección Ambiental	480	47,5	15	15	0,5	0

Nota: En la tabla se demuestra una correlación entre los estándares internacionales y el tiempo de exposición medido en minutos. **Fuente:** Adaptado de (Gamero, 2020)

1.1.7. Propiedades acústicas de los materiales

Las propiedades de los materiales son atributos físicos que determinan su comportamiento en diversas situaciones dado que, cuando se trata de materiales utilizados en aplicaciones acústicas o sonoras varias características son especialmente importantes para fortalecer la capacidad de atenuar el sonido, es importante tomar en cuenta la densidad del material ya que puede variar la cantidad de masa en un volumen obtenido, por otro lado, dichos valores influyen directamente en su capacidad para bloquear el sonido, otro parámetro importante es la porosidad del material el

cual indica la cantidad de espacio vacío dentro del mismo por ende afecta su capacidad para atenuar las ondas sonoras. La estructura celular de ciertos materiales también puede afectar sus propiedades acústicas, ya que las ondas sonoras pueden propagarse a través de estas células y ser absorbidas o reflejadas, otro factor relevante es el coeficiente de absorción sonora, que mide la cantidad de sonido absorbido por el material en lugar de ser reflejado. Otros factores, como el espesor del material y la impedancia acústica, también son cruciales para determinar la efectividad de un material en la atenuación del sonido en conclusión es fundamental comprender estas propiedades para seleccionar y diseñar materiales adecuados para aplicaciones acústicas específicas, como la reducción del ruido en interiores o la mejora de la calidad del sonido en entornos de grabación (Gonzales & Derlis, 2022).

1.2. Marco legal

1.2.1. Constitución de la Republica del Ecuador

El presente trabajo se basó legalmente en ciertos reglamentos, leyes y artículos que sustentan el manejo ético de los recursos y del medio ambiente tomando en consideración los derechos de los autores para la elaboración del proyecto de investigación citando al:

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros (Nacional, 2008).

1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

El presente proyecto de investigación está relacionado con las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte y la carrera de Textiles entre las cuales se encuentra:

- Producción industrial y tecnología sostenible.
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio-económico (UTN, 2023).

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Fibras de coco

La fibra de coco surge como un subproducto derivado del procesamiento del coco, donde las cáscaras se someten a un procedimiento de trituración para extraer fibras de distintas longitudes, adaptadas a diferentes usos industriales. Este proceso separa las fibras más largas de las cáscaras de coco en una variedad de tamaños, dependiendo del uso final específico. (Buechel, 2023)

1.3.2. Características físico-químicas de la fibra de coco

La fibra de coco convencional, compuesta principalmente por partículas finas de coco, constituye el elemento principal en gran parte de los productos derivados de esta fibra. Está compuesta por una gran cantidad de diminutas estructuras esponjosas capaces de absorber y mantener hasta nueve veces su peso en agua. Este sustrato de fibra de coco ofrece una excelente aireación y, una vez seco, su compactación es mínima. Además, presenta un pH natural de 5.7-6.5 y una eficacia positiva en cuanto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que lo convierte en un sustrato de calidad, aunque también plantea desafíos en áreas específicas de las industrias (Canna, 2023).

1.3.3. No tejidos por unión química

Un no tejido por unión química implica la creación de un material no tejido mediante la unión de fibras utilizando adhesivos o agentes químicos. Estos agentes se aplican para unir las fibras de manera que formen una estructura cohesiva, creando así un material que no depende de métodos tradicionales de tejido (Borovich, 2005).

1.3.4. Sonómetro

Un medidor de sonido es un dispositivo empleado para evaluar el nivel de presión sonora (NPS). En el mercado suelen haber diversos tipos de medidores de sonido, categorizados según su nivel de exactitud en clases. Los de clase 0, siendo los más precisos, se utilizan para patrones de mediciones, mientras que los de clase 1 se emplea para mediciones exactas, los de clase 2 son de precisión estándar y para uso general, y los de clase 3 se reservan para inspecciones específicas (García, 2011).

Dentro de este contexto es importante tomar en cuenta los niveles de exposición que existe en relación con el ser humano y el ruido, el sonómetro ofrece información precisa para identificar fuentes de ruido excesivo y tomar medidas correctivas necesarias. Estos datos son esenciales no

solo para asegurar el cumplimiento de normativas y regulaciones sobre ruido, sino también para apoyar la planificación urbana sostenible y el diseño de espacios que fomenten la tranquilidad y la calidad de vida de las comunidades. Además, el monitoreo constante de los niveles de ruido con sonómetros permite evaluar el impacto del ruido en la salud humana, subrayando la necesidad de implementar acciones para reducir los efectos negativos del ruido en la sociedad.

La medición de los niveles de decibelios mediante sonómetros es crucial para la evaluación y gestión del ruido en distintos contextos. Esta información es fundamental para asegurar el cumplimiento de regulaciones, planificar de manera sostenible y salvaguardar la salud auditiva y el bienestar de las personas.

Figura 2

Niveles de decibelios

<u>Niveles en decibelios</u>		
Los tres conceptos indicados vienen dados por las siguientes expresiones:		
Nivel en dB	Magnitud	Valor de referencia
$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$	p=Presión sonora (Pa)	$p_0 = 20 \mu Pa$
$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$	W=Potencia (w)	$W_0 = 10^{-12} w$
$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0}$	I=Intensidad (w/m ²)	$I_0 = 10^{-12} w/m^2$

Nota: En la tabla se ve reflejada la relación que existe entre los niveles de decibelios, la magnitud y el valor de referencia. **Fuente:** (Acústica, 2003)

1.3.5. Atenuación del sonido

La atenuación del sonido describe el proceso en el cual la intensidad sonora disminuye al propagarse a través de diferentes medios o al interactuar con distintos materiales. Este fenómeno se produce por la absorción, reflexión, difracción y dispersión del sonido. Al ser absorbido por materiales porosos o específicamente diseñados, el sonido pierde energía, mientras que, al rebotar en superficies duras, se refleja (SICA, 2021).

1.3.6. Contaminación ambiental

La contaminación ambiental, que comprende una variedad de formas de alteración del entorno, incluye el ruido excesivo como un factor relevante. La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede provocar una serie de efectos adversos en la salud humana, como estrés, trastornos del sueño, dificultades de concentración e incluso lesiones auditivas permanentes. Además, se ha vinculado el ruido constante con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y trastornos psicológicos. Esta relación entre la contaminación acústica y la salud enfatiza la necesidad de abordar el ruido como parte integral de la gestión de la contaminación ambiental, con el objetivo de proteger el bienestar de las comunidades y fomentar entornos más saludables y habitables (De Zaragoza & Espinal, 2014).

Tabla 2

Contaminación auditiva

Escala de ruidos y efectos que producen decibeles	Ejemplo
10	Respiración, rumor de hojas – pájaros trinando
20	Susurro
30	Campo por la noche
40	Biblioteca
50	Conversación tranquila
60	Conversación en el aula
70	Aspiradora, televisión alta
80	Lavadora, fabrica. Molesto
85	Trafico rodando
90	Moto, camión ruidos, claxon
100	Cortadora de césped, claxon, autobús
110	Bocina a 1 m Grupo de rock, interior discotecas
120	Sirena cercaba, taladradores
130	Cascos de música estrepitosos, avión sobre la ciudad
140	Umbral de dolor, cubierta de portaviones

Nota: La escala de ruidos y efectos se expresa con 10 dB la menos peligrosa y 150 dB la más peligrosa. **Fuente:** Adaptado de (De Zaragoza & Espinal, 2014)

1.3.7. Frecuencias sonoras

Las frecuencias sonoras representan la medida de la velocidad con la que las ondas de sonido vibran en un periodo de tiempo específico. Estas vibraciones se perciben como tonos o notas musicales y se cuantifican en Hertz (Hz), donde un Hertz equivale a una vibración por segundo. El rango de audición humano típicamente abarca desde los 20 Hz hasta los 20,000 Hz, aunque esta capacidad auditiva puede variar según la edad y la salud del oído de cada persona. Las distintas frecuencias sonoras afectan de manera diferente la percepción auditiva y pueden transmitir sensaciones de agudos, graves o medios, siendo cruciales tanto en la música como en la comunicación verbal y la creación de ambientes sonoros. La comprensión y manipulación de las frecuencias sonoras son esenciales en diversos campos, incluyendo la producción musical, la ingeniería de sonido y el control del ruido ambiental (Pasimiño, 2020).

1.3.8. Absorción sonora

Cuando una onda sonora llega a una superficie, parte de su energía se dispersa y se absorbe por esa superficie. La capacidad de absorción de la superficie depende de varios factores, como su textura, porosidad, flexibilidad y, en algunos casos, sus propiedades resonantes. La eficacia de un material absorbente se mide mediante un valor entre 0 y 1, conocido como coeficiente de absorción (α), donde 0 indica ausencia de absorción, es decir, reflexión total, y 1 representa absorción completa (Públicas, 2021).

Ecuación 1

Coeficiente de absorción sonora

$$DL\alpha = -10 \log \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{Si} \cdot 10^{0,1Li}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1Li}} \right] dB$$

Donde:

DL α es el coeficiente de absorción sonora

α_{Si} es el coeficiente de absorción sonora en la banda de tercio de octava i ésima

Li es el nivel de presión sonora en dB, compensado según la curva A en la banda de tercio de la octava iésima

dB es la abreviatura de decibelio

Nota: Para el coeficiente de absorción sonora es fundamental conocer el espectro de ruido para juzgar el efecto que producirá el material absorbente sobre el ruido. **Fuente:** (Públicas, 2021)

El análisis de la absorción acústica y el coeficiente de absorción acústica desempeñan un papel fundamental en la evaluación de la capacidad de un material para reducir la transmisión del sonido a través de él. Esta evaluación es de particular importancia al considerar la idoneidad de los no tejidos fabricados con fibras de coco como materiales de aislamiento acústico. El coeficiente de absorción acústica refleja la fracción de energía acústica incidente que un material es capaz de absorber. Para determinar la eficacia de un no tejido compuesto por fibras de coco como aislante acústico, es imperativo evaluar su capacidad para absorber el sonido a lo largo de diferentes frecuencias, así como en diversas condiciones de densidad y espesor.

Un alto coeficiente de absorción acústica en un material indica su capacidad para mitigar la reflexión y la transmisión del sonido a través de él. Este aspecto es crítico en aplicaciones donde se busca minimizar el impacto del ruido ambiental, como en la construcción de estructuras arquitectónicas o en la fabricación de productos para el hogar. El estudio minucioso de la absorción acústica y el coeficiente de absorción acústica permite la selección de materiales más apropiados para aplicaciones específicas, asegurando un rendimiento óptimo en términos de aislamiento acústico. En el caso de los no tejidos compuestos por fibras de coco, comprender su interacción con el sonido es esencial para su aplicación efectiva en la reducción del ruido en distintos entornos y aplicaciones.

En conclusión, el análisis de la absorción acústica y el coeficiente de absorción acústica es esencial para la evaluación y selección de materiales adecuados en el campo del aislamiento acústico. Esto es particularmente relevante cuando se considera la viabilidad de los no tejidos fabricados con fibras de coco, ya que su comportamiento acústico debe ser comprendido en profundidad para su implementación efectiva en la mitigación del ruido en diversas situaciones.

1.3.9. Nivel de presión acústica percibida en el ambiente

La presión acústica que se percibe en un entorno corresponde a la intensidad del sonido que llega al oído humano, medida comúnmente en decibeles (dBA) por ende, este valor está influenciado por diversos elementos, como la fuente que genera el sonido, la distancia entre esta y

el receptor, las propiedades acústicas del espacio y la capacidad auditiva de la persona.

En espacios cerrados, las superficies como paredes, techos y suelos pueden reflejar el sonido, modificando su intensidad, mientras que, en áreas al aire libre, factores como la dispersión y la absorción del sonido por el aire contribuyen a su disminución. Para calcular el ruido total percibido en el ambiente es necesario emplear una fórmula matemática la cual se detalla a continuación:

Ecuación 2

Fórmula para determinar el ruido percibido en el ambiente

$$LA_{eq.d} = 10 \log \left[\frac{\sum_{m=1}^M 10^{LA_{eq.d}}}{10} - \frac{\sum_{m=1}^M 10^{LA_{eq.d}}}{10} - \dots \right] dBA$$

Donde:

LA_{eq} hace referencia a la energía sonora promediada a lo largo del tiempo este parámetro de medición es importante ya que permite obtener conclusiones más relevantes y precisas en una evaluación de atenuación de sonido o análisis de nivel sonoro.

AVG significa el promedio en dBA calculado tomando en cuenta las mediciones del nivel de ruido y el ruido total percibido en el ambiente.

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de la investigación

2.1.1. Enfoque cualitativo

Un enfoque cualitativo implica un análisis detallado y minucioso de fenómenos, experiencias y percepciones a través de métodos que se centran en la comprensión y el significado. Este método busca explorar las complejidades y matices de un tema específico, empleando herramientas como entrevistas, observación participante y análisis de contenido para recopilar datos cualitativos significativos. Al adoptar esta metodología, los estudiantes universitarios tienen la oportunidad de profundizar en su comprensión del área de estudio, descubrir nuevas perspectivas y generar aportes innovadores que enriquezcan el conocimiento existente en su campo académico (Valle, Manrique, & Revilla, 2022).

La investigación cualitativa resaltó la efectividad de combinar fibras de coco, un recurso natural renovable, con látex de caucho natural mediante una técnica de unión química para desarrollar no tejidos orientados a la reducción del ruido. Durante el proceso, se observó la importancia de la clasificación manual de las fibras y el uso de moldes adecuados para garantizar uniformidad y calidad en las muestras, las cuales presentaron propiedades diferenciadas según su espesor y gramaje. Este enfoque permitió valorar tanto las características técnicas como las implicaciones sostenibles de estos materiales innovadores, subrayando su viabilidad como solución eficiente para el control de ruido y el aprovechamiento de recursos naturales.

2.1.2. Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo implica el uso de datos numéricos para responder interrogantes y validar hipótesis. Este método se fundamenta en la recolección sistemática de información mediante instrumentos estandarizados, como encuestas o pruebas, y su posterior análisis estadístico para descubrir patrones, relaciones y tendencias. Al emplear esta técnica, los investigadores pueden obtener resultados objetivos y generalizables, lo que les permite establecer conclusiones sólidas y bien fundamentadas. El enfoque cuantitativo resulta particularmente útil en estudios que buscan cuantificar variables específicas, identificar correlaciones y realizar comparaciones entre diferentes grupos o condiciones (Márquez, Cuétara, Cartay, & Labarca, 2020).

El enfoque cuantitativo se centró en analizar los datos obtenidos durante la elaboración, caracterización y evaluación de no tejidos de fibras de coco y látex de caucho natural, destacando la influencia del espesor y gramaje en sus propiedades tomando como referencia normas técnicas estandarizadas, a su vez, los análisis estadísticos y de varianza (ANOVA) confirmaron diferencias significativas en las propiedades acústicas y mecánicas, validando la precisión y eficacia de los materiales producidos como soluciones innovadoras y sostenibles para el control del ruido.

2.2. Tipos de investigación

2.2.1. Investigación analítica

Este tipo de investigación se focaliza en descifrar las múltiples capas de información, datos y variables asociadas al objeto de estudio en un proyecto de investigación. Se distingue por la aplicación de técnicas analíticas avanzadas, como el análisis estadístico, modelado matemático y otras herramientas que permiten examinar críticamente y en profundidad las interrelaciones entre las variables (Alvarado, 2021).

El enfoque analítico de esta investigación se basó en la evaluación detallada de los parámetros que influyen en la elaboración y el desempeño de no tejidos de fibras de coco y látex de caucho natural, aplicando pruebas físicas, mecánicas y acústicas bajo estándares normativos internacionales. Se llevaron a cabo mediciones precisas de espesor, gramaje, resistencia a la tracción, elongación y capacidad de atenuación acústica en muestras con espesores utilizando herramientas como balanzas digitales, sonómetros y moldes específicamente diseñados. Los datos obtenidos fueron analizados mediante cálculos estadísticos, incluyendo, fórmulas, promedios, desviaciones estándar, coeficientes de variación y análisis de varianza, lo que permitió identificar diferencias entre las muestras. Los resultados obtenidos validan la eficacia del proceso de unión química empleado, mostrando que la combinación de fibras de coco y látex puede producir materiales innovadores y sostenibles con aplicaciones prometedoras en control de ruido.

2.2.2. Investigación experimental

La investigación experimental es un método científico que se basa en fundamentos de la manipulación de variables controladas para distinguir las diferentes relaciones de causa y efecto en fenómenos específicos. En esta investigación se toma en cuenta el rediseño de experimentos de manera sistemática y rigurosa con el propósito de analizar hipótesis, probar teorías y llegar a conclusiones basadas en evidencia empírica. En la investigación experimental, los investigadores eligen y manipulan de forma organizada las variables independientes, por otro lado, también se

controlan otras variables para observar los efectos resultantes en la variable dependiente. La manipulación cuidadosa de estos factores permite fomentar conexiones causales más sólidas y proporciona una base empírica sólida para la creación de teorías y la toma de decisiones (Alban, Arguello, & Molina, 2020).

La aplicación de la investigación experimental se basó fundamentalmente en la elaboración de no tejidos usando fibras de coco y látex, a su vez, se elaboró moldes de madera con diferentes alturas los cuales determinaron los diferentes espesores de los no tejidos, por otro lado, esta investigación se enfocó en fases experimentales usando equipos de medición como por ejemplo el sonómetro que permitió obtener mediciones específicas con las diferentes muestras con el fin de generar datos empíricos y observaciones prácticas respecto a la capacidad del no tejido de fibras de coco para atenuar el sonido, esta investigación, facilitó la realización de pruebas acústicas brindando resultados tangibles y medibles. Además, este enfoque experimental posibilitó la validación empírica y fortaleció la robustez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

2.3. Normas de referencia

2.3.1. Real decreto 286:2006

El Real Decreto 286/2006 es el conjunto de condiciones que se establecen para tener un control del ruido y la insonorización en diferentes áreas. Este decreto se centra especialmente en la reducción del ruido mediante el uso de materiales absorbentes, con el objetivo de controlar y minimizar la transmisión de sonido entre diferentes espacios, garantizando así un entorno acústicamente adecuado. La normativa determina límites máximos de ruido permitidos en distintas áreas y define requisitos específicos para edificios residenciales, comerciales e industriales. Para lograr la reducción del ruido, se promueve la utilización de materiales absorbentes en la construcción de paredes, suelos y techos, así como la implementación de técnicas apropiadas para el acondicionamiento acústico.

El correcto uso y manejo de medida es esencial para cumplir con los estándares de calidad acústica establecidos por el Real Decreto 286/2006, mejorando la calidad de vida de las personas que puedan estar expuestas a un ruido excesivo. En resumen, esta normativa busca asegurar un entorno sonoro más saludable y confortable a través de la implementación de medidas específicas, incluyendo el uso de materiales absorbentes (BOE, 2006).

2.3.2. Decreto ejecutivo 2393

Se establece un límite máximo de 85 decibeles en la escala A del sonómetro para la presión sonora en el área donde el trabajador usualmente mantiene la cabeza, aplicable a situaciones de ruido continuo durante jornadas de 8 horas. Sin embargo, en puestos de trabajo que requieran principalmente actividad intelectual, tareas de regulación o vigilancia, concentración, o cálculo, el nivel de ruido no deberá superar los 70 decibeles (GOB, 2020).

2.3.3. ASTM D1777: 2019

La norma ASTM D1777 es un estándar de medición el cual permite especificar los métodos para medir el espesor de los materiales textiles haciendo uso de instrumentos de contacto como calibradores o espesímetros los cuales constituyen un sistema de contacto que aplica una presión sobre la superficie de la muestra, por lo general esta norma es usada ampliamente en laboratorios de control de calidad e investigaciones relacionadas con la caracterización de textiles con el fin de garantizar la uniformidad y la precisión en las mediciones. La norma de medición asegura un producto textil con especificaciones precisas que pueden influir en las propiedades térmicas de resistencia y confort, es esencial en procesos donde el espesor debe mantenerse dentro de los límites en productos especializados (ASTM, 2015).

2.3.4. ISO 3801: 1977

La norma ISO 3801 es un sistema de medición el cual ayuda a especificar los métodos para determinar la masa por unidad de área de los tejidos, proporciona un proceso estándar aplicado a diferentes telas tejidas, no tejidos y otras estructuras textiles flexibles independientemente de su composición o diseño, dentro del proceso incluye muestras cortadas con un tamaño y condiciones específicas asegurando que el material esté libre de humedad o contaminantes los cuales podrían alterar los resultados finales (ISO, ISO 3801:1977 Tejidos-Determinación de masa por unidad de longitud y masa por unidad de área, 2023).

2.3.5. ISO 9073-3: 2023

Esta norma es parte de una serie de procesos desarrollados para determinar las propiedades de los textiles no tejidos, se enfoca en evaluar el comportamiento del material ante la resistencia a la tracción y el alargamiento de los no tejidos mediante un método específico en condiciones controladas, durante el proceso se registra la fuerza máxima medida en Newtons soportada por el textil, esta medición garantiza que los no tejidos cumplan las especificaciones mecánicas requeridas para aplicaciones específicas como filtrado, productos industriales o médicas (ISO,

1989).

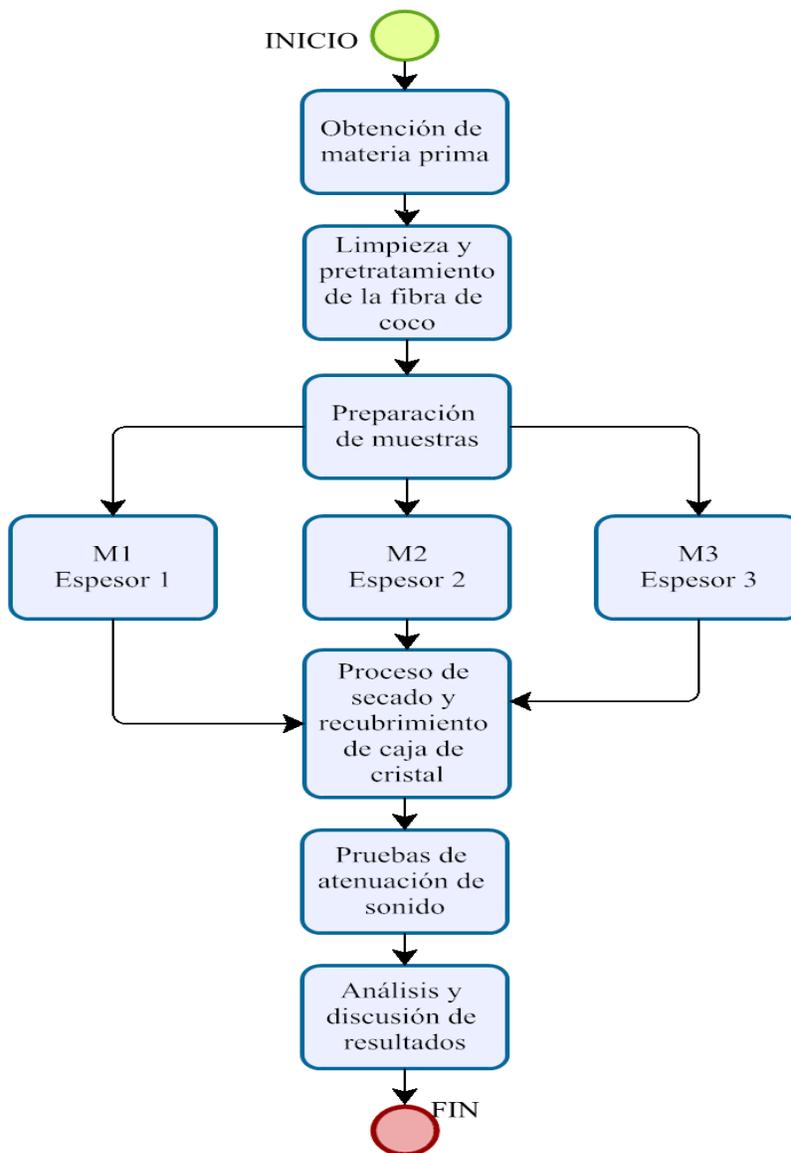
2.4. Flujogramas

2.4.1. Flujograma general

En el flujograma general se representó gráficamente de una manera resumida el desarrollo práctico del proyecto de investigación, expresando los procesos que se realizaron de manera secuencial con el objetivo de facilitar la comprensión de las etapas.

Figura 3

Flujograma general del proceso



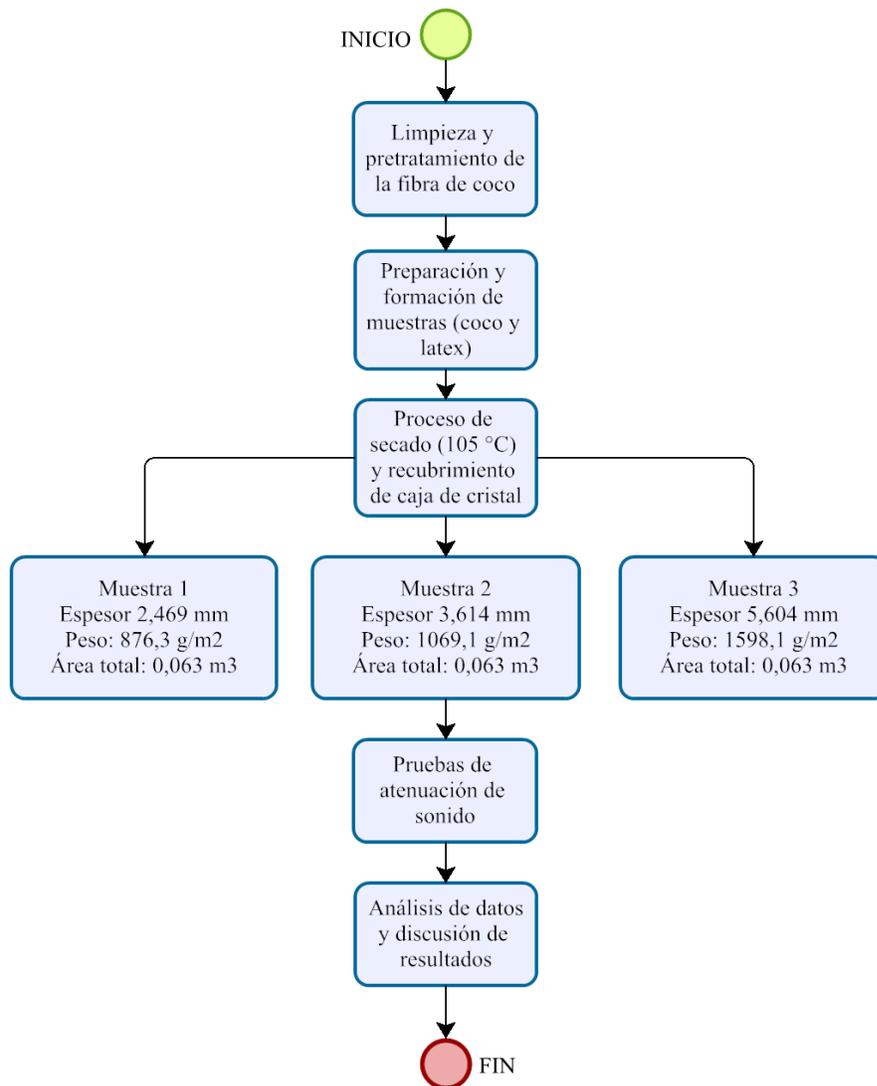
Fuente: Propia

2.4.2. Flujograma muestral

El diagrama muestral proporciona una representación más precisa y detallada de las etapas, las características y variables del no tejido dentro del desarrollo de la investigación, detallando de manera específica el proceso práctico al que fue sometido cada una de las muestras. La enumeración de muestras está organizada en tres grupos (Espesor 1, Espesor 2, Espesor 3).

Figura 4

Flujograma muestral del proceso



Fuente: Propia

2.5. Equipos y materiales

2.5.1. Túnel de secado

El túnel de secado es un equipo industrial que se encuentra en la Planta Textil de la Universidad Técnica del Norte el cual utiliza un flujo continuo de aire caliente este equipo se usó para dar un procesos de secado a las muestras que fueron fabricadas con fibras de coco y látex, para el procesos de secado se usó una temperatura de 105 °C adaptando el concepto de la norma INEN 145 dado que es la temperatura adecuada para no dañar las características físicas ni químicas del no tejido, es importante tomar en cuenta la capacidad del equipo para tener una mejor disposición de las muestras y tener un secado apto para las pruebas posteriores. A continuación, se detalla las características técnicas del túnel de secado que se usó para el desarrollo de la investigación.

Tabla 3

Características técnicas del túnel de secado

Características técnicas		
Descripción	Cantidad	Unidades
Velocidad máxima	61±5	m/min
Velocidad mínima	5±3	m/min
Temperatura máxima	345±5	°C
Temperatura mínima	5±2	°C

Fuente: Adaptado de (Campos, 2023)

Nota: Este equipo permite tener un control preciso de la temperatura garantizando un secado homogéneo de las fibras de coco sin dañarlas, ya que el proceso de secado controlado evita la formación de moho y otros deterioros, preservando la calidad del no tejido y asegurando la validez de los experimentos y análisis realizados.

Figura 5

Túnel de secado



Fuente: Propia

2.5.2. Sonómetro digital

El sonómetro digital de la marca UNI-T versión UT 353 tiene un rango de medición de 30 – 130 dBA y una exactitud de $\pm 1,5$ dBA, el equipo cuenta con tiempo de muestreo rápido y lento para obtener un registro de datos precisos según requiera el ensayo, para el uso de este equipo es importante tener una calibración inicial antes de las mediciones con el objetivo de ajustar el dispositivo al nivel de referencia adecuado tomando como referencia el RD 286:2016, por otro lado se tomó en cuenta los parámetros de ponderación (A, C, Z) siendo la A la más común y la que se utilizó para evaluar el ruido ambiental en la presente investigación, también se eligió la velocidad de respuesta “lenta” para capturar los cambios acústicos y tener un promedio de medición más estable. Para la colocación del sonómetro se debe posicionar el micrófono en un lugar y altura adecuado con el objetivo de capturar la mayor parte de ondas sonoras y obtener datos puntuales dentro de las condiciones ambientales en laboratorio.

A continuación, se detalla las características técnicas del sonómetro digital que se usó para el desarrollo de la investigación.

Tabla 4

Características técnicas del sonómetro digital

Función	Rango	Resolución	Exactitud	Descripción
Nivel de sonido	30 – 130 dBA	0,1 dBA	$\pm 1,5$ dBA	Rta de frec: 31,5 – 8 KHz
Tiempo de	Rápido			125 ms

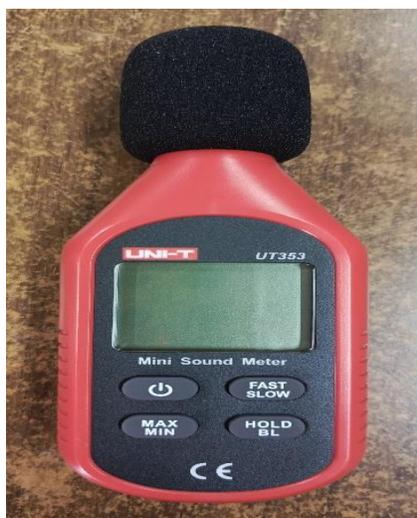
muestreo	Lento		1000 ms
Indicador de sobrecarga		4 bits	“UN” y “OL”
Retención de datos/luz de fondo		4 bits	“HOLD” para apagado y encendido de fondo
Indicador de batería baja		4 bits	3,0 – 3,5 V Aviso batería si es menor a 3,0 – 3,5 V
Tamaño de dispositivo			150x52x27 mm
Peso			116 gr

Fuente: Propia

Nota: El uso de este equipo permite minimizar posibles errores y potenciar la eficiencia del proceso investigativo, lo que, a su vez, fortalece la credibilidad y validez de los hallazgos obtenidos.

Figura 6

Sonómetro digital



Fuente: Propia

2.5.3. Caja de cristal

Para realizar esta investigación se usó una caja de cristal la cual está disponible en los laboratorios de la Carrera de Textiles, este elemento tiene un ancho de 30 cm, un largo de 70 cm y una altura de 30 cm obteniendo un volumen total de 0,063 m³, esta caja está elaborada con 4

paneles de vidrio templado y para la fijación y unión de los paneles se usó silicón industrial.

Figura 7

Caja de cristal



Fuente: Propia

Nota: Esta caja es un elemento importante dentro de la etapa de medición de atenuación del sonido ya que ésta proporciona un ambiente cerrado y controlado y permite obtener datos cuantificables más precisión, a su vez, es apta para ser recubierta con las tres diferentes densidades de las muestras de no tejido.

2.5.4. Fibras de coco

Las fibras de coco se obtuvieron en un mercado local en la provincia de Imbabura en la ciudad de Ibarra la cual fue extraída de la cascara externa del coco (cocos nucifera), dicho material es una fibra larga aproximadamente entre 10 y 15 cm, su composición está conformada en gran parte por celulosa, hemicelulosa y lignina por lo que se vuelve un material orgánico, los componentes antes mencionados aportan resistencia, flexibilidad, rigidez y firmeza a la fibra. Las fibras oscilan entre un 5,5 y 6,5 de pH por lo que ayuda a tener una menor proliferación de microorganismos o plagas y mayor retención de humedad.

Las fibras tuvieron un proceso de limpieza, selección y pretratamiento, para la fase de limpieza y selección, la fibra se extendió sobre una superficie plana en condiciones normales de tal manera que se pueda observar y eliminar objetos extraños y extraer el polvo que se encuentran en las fibras en el proceso de extracción las cuales podrían afectar la calidad del no tejido, por otro lado, para la fase de pretratamiento las fibras fueron expuestas a la luz del sol para eliminar humedad con el objetivo de tener un mejor control y tener una mayor afinidad con el látex de caucho natural en los procesos posteriores.

Figura 8

Fibras de coco



Fuente: Propia

Nota: Estas fibras presentan una alta resistencia al ataque de microorganismos debido a la lignina, la cual forma una barrera natural contra hongos y bacterias, sin embargo, esta misma composición dificulta su biodegradación rápida en condiciones ambientales naturales.

Tabla 5

Composición química de las fibras de coco

Componente	Porcentaje aproximado (%)	Función
Cenizas	2-4	Indica la existencia de componentes orgánicos y minerales
Celulosa	35-45	Provee rigidez y resistencia en su estructura
Ceras y pectinas	3-5	Minimiza la permeabilidad al agua y reduce el deterioro ambiental
Hemicelulosa	20-25	Mejora la capacidad de absorción de fluidos y mejora su flexibilidad
Lignina	40-45	Evita la proliferación de bacterias y evita la disminuye su degradación
Proteínas	0,5-1	Condiciona la afinidad por tinturas y crecimiento de hongos

Fuente: Propia

Nota: El bajo contenido de proteínas en su estructura limita su afinidad por tintes ácidos, lo que exige procesos adicionales para los procesos posteriores como tintura y acabados, las propiedades químicas de las fibras de coco las hacen ideales para aplicaciones donde se requieren materiales resistentes al agua y al desgaste.

2.5.5. Moldes para muestras del no tejido

Los moldes de madera fueron fabricados con madera blanda contrachapada la cual es usada en los centros de carpintería ya que esta manera es flexible, ligera y se puede moldear según como se requiera, se fabricaron tres tipos moldes con alturas diferentes con el objetivo de tener 3 muestras de diferente espesor, las medidas de cada molde son las siguientes molde 1: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,4 cm, molde 2: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,5 cm y el molde 3: 30 cm de ancho, 70 cm de largo y una altura de 0,7 cm, para la unión de los paneles de cada molde se usó clavos de 0,039 pulgadas, la función de estos garantiza la precisión en la forma y tamaño de las muestras.

Estos moldes permitieron dar forma y consistencia uniforme a las muestras, asegurando que cada no tejido tuviera las dimensiones y el espesor adecuados para las pruebas posteriores. Además, los moldes facilitaron el proceso de aplicación del látex, permitiendo una distribución homogénea y controlada del mismo sobre las fibras de coco, controlando la reproducibilidad de los no tejidos elaborados.

A continuación, en la **Figura 9** se presentan los moldes elaborados con los materiales mencionados anteriormente, los cuales se usaron para la elaboración del no tejido con las tres distintas gamas de espesor y gramaje.

Figura 9

Moldes de madera para muestras de no tejido



Fuente: Propia

Nota: Los moldes de madera utilizados para la elaboración de un no tejido con fibras de coco y látex de caucho natural deben ser resistentes, duraderos y estar fabricados con madera de alta densidad, como roble o cedro, ya que estas especies toleran bien la presión y la humedad presentes durante el proceso de formación. Además, la superficie de los moldes debe ser lisa de tal manera que eviten la absorción del látex y protejan la estructura de la madera frente a deformaciones o deterioros de los materiales.

Tabla 6

Características de los moldes de madera

Especificación	Detalle
Número de piezas	4 piezas de madera
Material	Madera contrachapada (roble)
Dimensiones del molde	Longitud (30 x 70); Ancho: 30 cm, largo: 70 cm
Espesor de la madera	3 cm de cada pared del molde
Material de unión de paneles	Clavos de 0,039 pulgadas

Fuente: Propia

2.5.6. Látex de caucho natural

El látex usado en esta investigación fue elaborado por la empresa SAVIA, esta sustancia es una emulsión acuosa blanca y tiene un pH máximo de 9 que contiene amoníaco en latex y ácidos grasos volátiles (VFA), tiene un tiempo mínimo de estabilidad mecánica de 800 segundos por lo que fue importante colocar el latex junto con las fibras de coco en el menor tiempo posible para tener un no tejido compacto y estable. Es importante recalcar que la temperatura de almacenamiento es de 15 a 22 °C de otra manera el látex comienza un proceso de secado dentro del envase el cual impide una unión química uniforme entre las fibras de coco y el látex.

Esta sustancia se usó para el proceso de unión química con las fibras de coco, previo al uso del látex es importante agitar el envase para activar sus propiedades, posteriormente se procedió a colocar la sustancia capa por capa sobre de las fibras de coco previamente ordenadas con el fin de que este agente sirva como base para realizar la unión química requerida para los siguientes procesos.

Para su manejo y almacenamiento, es importante mantener el producto bien sellado, en un lugar fresco y alejado de la luz solar es fundamental agitar todo el contenido de manera continua y suave durante al menos 10 minutos para garantizar la homogeneidad de sus componentes. Se recomienda realizar ensayos previos para asegurar buenos resultados, por otro lado, la vida útil del producto es de 12 meses una vez abierto el envase.

Figura 10

Látex de caucho natural



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 7** se detallan las especificaciones físico-químicas del látex de caucho natural el cual fue utilizado para la fase de formación del no tejido mediante unión química.

Tabla 7

Especificaciones físico-químicas del látex

Especificación	Detalle
Contenido total de sólidos (TSC)	Mínimo 58 %
pH	Máximo 9
Contenido de amoníaco en látex	Mínimo 0,4%
Contenido de ácidos grasos volátiles (VFA)	Máximo
Índice de KOH	Máximo
Tiempo de estabilidad mecánica, segundos (MST)	Mínimo
Viscosidad Copa EZ #2	20 s – 40 s
Apariencia	Blanco
Temperatura de almacenamiento	15 °C – 22 °C
Vida de almacenamiento en el envase bien sellado	12 meses

Fuente: (Savia, 2024)

2.5.7. Especímetro digital

El especímetro es un equipo de medición que se encuentra disponible en los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, este dispositivo fabricado por la marca CAIDU se usó para determinar y registrar el espesor del material no tejido propuesto en esta investigación bajo la norma ASTM D177: 2019, este equipo de medición tiene un calibre de espesor con un rango de medición de 0-4,7 pulgadas (0-10 mm) y una precisión de 0,001 mm, tiene una pantalla LCD tipo ID la cual muestra su medida en pulgadas y tiene botones sensibles al tacto, el punto de contacto y el yunque tienen caras de medición planas y son de cerámica para resistencia a la corrosión, el mango de agarre y el gatillo de pulgar ayudan a tener un mejor control del dispositivo.

Este dispositivo se usó para medir los diferentes espesores de los no tejidos obtenidos en el proceso de formación del no tejido mediante unión química, para ello fue fundamental tener un control y manipulación correcta del equipo, previo al uso del instrumento es importante observa

que la pantalla este en cero una vez realizado este paso se procedió a presionar el gatillo el cual levanta el sistema de palpadores de cerámica superior e inferior y se colocó el no tejido y se soltó el gatillo y mediante una presión constante sobre el no tejido se obtiene un valor numérico medido en milímetros, posteriormente se procedió a medir el espesor de las tres muestras diferentes de no tejidos.

Figura 11

Especímetro digital



Fuente: Propia

Nota: Es fundamental controlar el dispositivo y evitar golpes o caídas ya que dañara la apariencia y la precisión de la lectura, también es importante mantener limpia la cara del indicador para una mejor lectura y evitar que liquido entre en el interior, un espesor uniforme y controlado garantiza que los resultados de las pruebas acústicas sean consistentes y replicables.

A continuación, en la **Tabla 8** se presenta una tabla donde se detalla las características técnicas del equipo usado para medir el espesor de cada muestra de no tejido:

Tabla 8

Características técnicas del especímetro

Longitud aproximada	93 mm
Altura aproximada	122 mm
Diámetro aproximado	57 mm
Resolución digital	0,001 mm

Temperatura de funcionamiento	0 °C-40 °C
Temperatura de funcionamiento	-20 °C-70 °C
Humedad relativa	≤ 80%
Voltaje de funcionamiento	3,0 V
Rango de medición	(0-4 in), (0-10 mm)
Capacidad	240 mAh
Nivel de impermeabilidad	IP54

Fuente: Propia

2.5.8. Balanza digital

La balanza digital de la marca RADWAG modelo AS 310 R2 con código EQL-01, este equipo de medición tiene una capacidad máxima de 310 g y una capacidad de mínima de 0,1 mg, tiene una linealidad de $\pm 0,3$ mg y un tiempo de estabilización de 2,5 segundos.

Figura 12

Balanza digital



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 9** se detallan las especificaciones técnicas del instrumento de medición que se usó para determinar el gramaje de las muestras no tejidas mediante los requerimientos de la norma ISO 3801: 1977.

Tabla 9*Características técnicas de la balanza digital*

Especificación	Detalle
Descripción	Balanza de precisión
Marca	RADWAG
Modelo	AS 310 R2
Serie	415527
Código	EQL-001
Capacidad	310 g
Div. Escala (d)	0,0001 g
Div. Escala de verificación (e)	0,0001 g
Clase de exactitud	I, Especial

Fuente: Propia

Nota: La calibración de una balanza antes de realizar pruebas de pesaje de muestras es fundamental para garantizar la exactitud y confiabilidad de los resultados obtenidos durante los procesos experimentales.

2.5.9. Dinamómetro

El dinamómetro Titán con código de laboratorio EQL-012 de la casa comercial James Heal es un equipo de última generación el cual está disponible en los laboratorios de la Carrera de Textiles tiene un peso de 82 Kg sus dimensiones son: ancho 400 mm, altura 1339 mm y una profundidad de 568,5 mm, este equipo cuenta con células de carga de cambio rápido de hasta 5000 N y tiene un sistema de reconocimiento automático.

Este equipo se usó, se calibró y se acopló de manera eficiente a las muestras de no tejidos con diferentes espesores para determinar la resistencia a la tracción y elongación según la norma ISO 9073-3: 2023

Figura 13

Dinamómetro titán 5



Fuente: Propia

2.6. Elaboración del no tejido

Para la elaboración del no tejido a base de fibras de coco y látex de caucho natural se siguieron los siguientes pasos:

2.6.1. Clasificación y preparación de las fibras de coco

Las fibras de coco fueron adquiridas en un local comercial de la ciudad de Ibarra, posteriormente se realizó la clasificación de las fibras de coco donde se evaluó los siguientes criterios: tipo de fibra, longitud, color y humedad, para ello se hizo un esparcimiento uniforme de las fibras sobre una superficie plana y se realizó una inspección visual y se separó las fibras que presentan daños visibles como roturas o decoloraciones, la tierra y los residuos de la cáscara de coco, también se separó las fibras que estaban en mal estado con moho y que presentaban gran cantidad de humedad. Una vez clasificadas, las fibras tuvieron una preparación y acondicionamiento, para ello las fibras fueron expuestas al sol durante 8 horas en un lugar bien ventilado y se extendieron en capas delgadas sobre una superficie plana y limpia para tener un secado uniforme, es importante evitar que las fibras no se amontonen para permitir el flujo de aire adecuado y mover las fibras regularmente para asegurar que todas las partes de la fibra se seque y

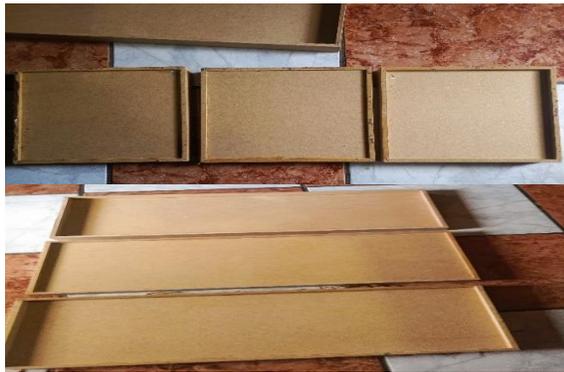
evitar la acumulación de humedad en puntos específicos.

2.6.2. Preparación de los moldes de madera

Para la preparación de los moldes es necesario considerar las dimensiones y la forma del molde, para ello se realizó una selección de materiales, en este caso se usó madera contrachapada seca y tratada de tal manera que no haya grietas o irregularidades en las superficies, las cavidades dentro de los moldes fueron recubiertos con cinta de embalaje y se usó aceite vegetal sobre el mismo con el objetivo de que las fibras no queden aglomeradas o pegadas en un solo lugar y puedan extenderse uniformemente sobre en el molde de madera al momento de colocar las fibras de coco y el látex.

Figura 14

Moldes de madera luego de la preparación



Fuente: Propia

2.6.3. Unión química de las fibras de coco

En esta etapa se utilizó la materia prima principal que son las fibras de coco, el látex de caucho natural con diferentes concentraciones basado en las dimensiones de los moldes de madera, para la unión química del primer espesor se colocó uniformemente sobre el primer molde de madera una capa de fibras de coco, posteriormente, con ayuda de una brocha se procedió a colocar el látex sobre las fibras ejerciendo golpes leves sobre las mismas, para el segundo espesor se usó dos capas de fibras de coco y se usó el segundo molde de madera e igualmente se colocó el látex con una brocha y golpes muy leves y finalmente, para el tercer espesor se usó el tercer molde de madera y se extendió uniformemente tres capas de fibras de coco y se usó la brocha para colocar el látex pero esta vez con golpes más fuertes que los anteriores de tal manera que se cubra toda el área del molde y tener un no tejido uniforme y consistente.

Figura 15

Formación del no tejido mediante unión química



Fuente: Propia

Nota: Mantener un control riguroso en el proceso de unión química a base de fibras de coco y látex es fundamental para asegurar la calidad y uniformidad del producto final tales como resistencia, elasticidad. Este control permite ajustar parámetros clave, como la proporción de fibras y látex, la distribución homogénea de los materiales y las condiciones de procesamiento, como la temperatura y el tiempo de curado.

Tabla 10

Tabla general de receta para unión química

N° Muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso (g/m²)	876,3	1069,1	1598,1
Dimensiones de los moldes (c/m²)	2100	2100	2100
Fibras de coco (g)	147,2184	179,6088	268,4808
látex (g)	36,8046	44,9022	67,1202
secado (°C)	105	105	105
Velocidad (m/min)	1,0	1,0	1,0

Fuente: Propia

2.6.4. Proceso de secado de los tejidos

Tras finalizar el proceso de unión química con los diferentes moldes de madera, se precalentó el horno hasta llegar a los 105 °C de temperatura, luego, las muestras de cada espesor se colocaron de forma ordenada sobre la cinta de transporte del túnel de secado, los no tejidos ingresaron al túnel a una velocidad de 1,0 m/min, cabe recalcar que el tercer no tejido paso 3 veces por el túnel a la misma velocidad para tener un secado completo de la muestra, Una vez secas, las muestras se expusieron a temperatura ambiente y finalmente se almacenan en un lugar seco hasta determinar sus características físicas y el desempeño en procesos posteriores.

Figura 16

Secado de muestras de no tejidos



Fuente: Propia

Nota: El secado es un paso fundamental para obtener un material resistente, robusto y eficiente, en términos de resistencia y elasticidad. Este proyecto demuestra el potencial de combinar fibras naturales con polímeros modernos para producir materiales avanzados y sostenibles, adecuados para una amplia gama de aplicaciones industriales.

Figura 17

Muestras finales luego del proceso de secado



Fuente: Propia

2.7. Caracterización del no tejido

Tras la elaboración y obtención de los no tejidos utilizando una técnica de unión química, se procedió a caracterizar los no tejidos obtenidos evaluando los siguientes parámetros:

2.7.1. Determinación del espesor del no tejido

Para determinar el espesor de los no tejidos elaborados con fibras de coco y látex se tomó como referencia la norma ASTM D1777: 2019 y se usó el especímetro, para el proceso de medición las muestras se acondicionaron en un ambiente controlado durante 24 horas para evitar alteraciones en el espesor debido a la humedad o la temperatura y la muestra fue colocada en una superficie plana y lisa.

Previo a la medición es importante configurar el equipo de tal manera que la pantalla registre cero, luego de calibrar el instrumento se procedió a medir el espesor de la muestra 1, 2 y 3, se tomaron 5 mediciones con las mismas condiciones.

A continuación, en la **Figura 18** se puede observar a detalle la disposición de la muestra y de cómo se tomó las mediciones establecidas anteriormente basadas en la norma técnica.

Figura 18

Determinación del espesor



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 10** se muestra los resultados finales luego de realizar el proceso de medición del espesor haciendo uso del especímetro digital a los no tejidos con diferentes espesores, se determinó que el espesor 1 es de 2,469 mm, espesor 2 de 3,614 mm y el espesor 3 obtuvo 5,604 mm.

Tabla 11

Resultados de medición de espesores

Norma de referencia ASTM D1777			
Nº Medición	Espesor 1 (mm)	Espesor 2 (mm)	Espesor 3 (mm)
M1	2,474	3,611	5,593
M2	2,463	3,622	5,603
M3	2,474	3,614	5,605
M4	2,475	3,613	5,612
M5	2,461	3,612	5,606
\bar{x}	2,469	3,614	5,604
Desv. Estándar	0,007	0,004	0,007
CV	0,003 %	0,001 %	0,001 %

Fuente: Propia

2.7.2. Determinación del gramaje

Para determinar el gramaje de los no tejidos se tomó como referencia la norma ISO 3801: 1977 y se usó una balanza digital marca RADWAG con código de laboratorio EQL:01, previo al proceso de pesaje se cortó muestras de 10 x 10 cm de cada espesor determinado anteriormente. Cabe recalcar que se realizó 5 mediciones de cada espesor como indica los requerimientos en la norma antes mencionada, luego se verificó el correcto funcionamiento de la balanza mediante las pesas patrones de 1 g y 200 g con el fin de garantizar resultados precisos y fiables, finalmente las muestras fueron llevadas a la balanza y se registraron los resultados obtenidos.

Figura 19

Proceso de gramaje del no tejido



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 11** se detallan los resultados obtenidos luego de pesar los no tejidos de los tres diferentes espesores y se determinó que el peso del espesor 1: 876,3 g/m², el espesor 2 obtuvo un peso de 1068,1 g/m² y finalmente el espesor 3 un peso de 1598.1 g/m².

Tabla 12

Resultados obtenidos después de pesar las muestras

Norma de referencia ISO 3801			
Nº Medición	Espesor 1 (g/m ²)	Espesor 2 (g/m ²)	Espesor 3 (g/m ²)
M1	876,1	1068,9	1597,5

M2	877,4	1068,3	1598,6
M3	875,6	1069,4	1597,3
M4	876,2	1069,8	1599,3
M5	876,1	1069,2	1597,9
\bar{x}	876,3	1069,1	1598,1
Desv. Estándar	0,007	0,006	0,008
CV	0,001 %	0,001 %	0,001 %

Fuente: Propia

2.7.3. Determinación de la resistencia del no tejido

Para la determinación de la resistencia a la tracción y elongación del textil no tejido se basó en la norma ISO 9073-3: 2023 y se usó el equipo de laboratorio dinamómetro titan 5 el cual está disponible en los laboratorios de la Carreta de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, para el desarrollo de ese proceso, primero fue necesario cortar 5 probetas de 5 x 25 cm (largo/ancho) según indican los requerimientos de la norma, es importante recalcar que previo a las pruebas de resistencia se debe calibrar el equipo para garantizar resultados exactos, la separación de mordazas fue de 200 mm, y una célula de carga de 5000 N, la configuración del procedimiento tuvo los siguientes parámetros la dirección de rotura 10%. Pretensión 2 N y una velocidad de 100 mm/min, luego, las muestras fueron colocadas y aseguradas en las mordazas del equipo y tras un determinado tiempo el equipo arroja los resultados obtenidos.

Figura 20

Colocación de muestras en el dinamómetro



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 12** se detallan los resultados obtenidos tras finalizar las pruebas de resistencia a la tracción y elongación del no tejido.

Tabla 13

Tabla de resultados pruebas de tracción y elongación del no tejido

Probeta	Espesor 1		Espesor 2		Espesor 3	
	Fuerza máx. (N)	Extensión (%)	Fuerza máx. (N)	Extensión (%)	Fuerza máx. (N)	Extensión (%)
1	106,2	23,38	155,43	18,51	189,7	16,41
2	58,64	18,88	163,86	21,34	143,61	17,01
\bar{x}	82,42	21,13	159,65	19,92	166,65	16,71
Lím. conf.	±302,10	±28,60	±53,52	±17,98	±292,79	±3,79
CV	40,80%	15,07%	3,73%	10,05%	19,55%	2,52%

Fuente: Propia

En la **Tabla 13** se muestra a detalle los resultados generales tras finalizar el proceso de caracterización según las normas de referencia usadas en la parte teórica y práctica del trabajo de investigación, para establecer los resultados generales se evaluaron 3 parámetros, el espesor, gramaje, densidad y la resistencia a la tracción y elongación del no tejido.

Tabla 14

Tabla general de la caracterización del no tejido

Parámetro de medición	Norma de referencia	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Espesor (mm)	ASTM D1777	2,469	3,614	5,604
Gramaje (g/m ²)	ISO 3801	8,763	10,691	15,981
Resistencia a la tracción (N)	ISO 9073-3	82,42	159,65	166,65
Resistencia a la elongación (%)	ISO 9073-3	21,13	19,92	16,71

Fuente: Propia

Nota: Tras finalizar la etapa de caracterización del no tejido se determinó que la muestra 3 tiene una mayor resistencia a la tracción ya que el material soporto 166,65 N de fuerza de tracción esto

debido a que la muestra mencionada tiene un mayor espesor de 5,604 mm en relación con las otras dos muestras de menor espesor, en cuanto a la resistencia a la elongación de terminó que la muestra 3 tiene un menor porcentaje de elongación ya que al tener mayor espesor existen más fibras de coco aglomeradas. Por ende, se concluye que a mayor espesor se obtiene mayor resistencia y menor porcentaje de elongación. Los resultados obtenidos son muy prometedores el no tejido muestra una alta resistencia a la tracción y una elasticidad significativa, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren durabilidad y flexibilidad.

2.8. Ensayos de atenuación del sonido

2.8.1. Caracterización del sonido fuente

Previo a la fase de mediciones de atenuación se tomó en cuenta las características acústicas del objeto generador de ruido el cual es un dispositivo tecnológico el cual brindó una fuente de sonido estable, se tomaron 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una obteniéndose el nivel equivalente del periodo con el objetivo de no alterar el proceso de mediciones y no tener datos erróneos del mismo.

Figura 21

Medición del ruido del objeto generador de ruido



Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 14** se muestran las mediciones registradas tomando en cuenta que la caja de cristal aún no se encuentra recubierta con ningún no tejido.

Tabla 15*Resultados de medición de ruido del objeto generador de ruido*

Medición original del sonido fuente	
N° Medición	dBA
M1	75,342
M2	73,968
M3	73,142
M4	74,221
M5	75,541
\bar{x}	74,534

Fuente: Propia

Tras el registro de medición, el sonido fuente que fue medido con ayuda del sonómetro digital marca UNI-T alcanzó un nivel promedio de 74,534 dBA y fue el valor establecido y determinado para continuar con las pruebas de atenuación de sonido.

2.8.2. Recubrimiento de la caja de cristal

Para recubrir la caja de cristal con los diferentes espesores de no tejidos se siguieron los siguientes pasos:

- Limpieza de caja de cristal: La limpieza de la caja de cristal se la realizó manualmente con ayuda de un limpión y un atomizador con agua, la limpieza se hizo al interior y exterior de la caja con el objetivo de eliminar el polvo acumulado, grasa o contaminante, asegurando que esté completamente seca antes de proceder con el recubrimiento.
- Selección del espesor de recubrimiento: Luego de la limpieza de la caja se procedió a seleccionar el primer no tejido con un espesor de 2,469 mm y un peso de 876,3 g/m².
- Pegado del no tejido: Para el pegado del no tejido se usó una capa fina y uniforme de pegamento líquido el cual fue colocado en las paredes internas de la caja con ayuda de una brocha pequeña dado que este adhesivo tiene un secado rápido y se puede retirar fácil y finalmente se recubrió la caja de cristal con el no tejido seleccionado aplicando una presión uniforme de tal manera que los no tejidos mantengan su estabilidad al momento de las pruebas de atenuación acústica.

Figura 22

Recubrimiento de la caja de cristal



Fuente: Propia

Nota: Después de colocar los no tejidos, se inspeccionó visualmente las superficies recubiertas para asegurar que estén correctamente adheridas y no haya áreas descubiertas, también se realizó ajustes al interior de la caja para garantizar una cobertura uniforme, finalmente se esperó alrededor de 2 a 3 minutos para que el adhesivo se seque completamente. La caja de cristal con el recubrimiento de no tejidos debe estar estable para garantizar que no haya alteraciones en la fase de pruebas de atenuación de sonido

2.9. Ensayos de atenuación de sonido con el primer espesor

Para realizar este ensayo se recubrió la caja de cristal con el espesor 1 que tiene 2,469 mm y un peso de 876,3 g/m² como se indica en el numeral 2.7.2, luego se encendió el sonido fuente y se lo colocó dentro de la caja de cristal a 10 cm de distancia de la entrada principal y se prepara el sonómetro el mismo que se posiciona en la entrada de la caja apuntando con el micrófono a la zona que se obtenga mayor lectura, finalmente se tomaron 5 medidas acorde a lo que indica el RD 286: 2006 y se obtuvieron los siguientes resultados.

2.9.1. Medición de nivel acústico con el primer espesor

Para determinar las mediciones con el primer espesor se usó el no tejido con espesor 1 de 2,469 mm y un peso de 876,3 g/m² y se recubrió la caja de cristal, posteriormente se colocó el sonómetro digital en la parte inicial de la caja de cristal donde se concentra el ruido y se realizó 5

mediciones las cuales están detalladas en la **Tabla 15**. Para determinar la media acústica se usó la **Ecuación 2**.

Tabla 16

Tabla de resultados de atenuación acústica con el primer espesor

Espesor 1 (2,469 mm)	
N° Medición	dBA
M1	74,401
M2	73,533
M3	74,115
M4	74,252
M5	73,743
\bar{x}	74,021

Fuente: Propia

Nota: Cabe recalcar que si las mediciones difieren una de la otra en más de 3 dBA se debe volver a tomar dichas medidas como indica el RD 286.

2.9.2. Medición de nivel acústico con el segundo espesor

Para determinar las mediciones con el segundo espesor se usó el no tejido con espesor de 3,614 mm y un gramaje de 1068,1 g/m² y se recubrió la caja de cristal y con ayuda del sonómetro digital se realizó y registró 5 mediciones las cuales están detalladas en la **Tabla 16**.

Tabla 17

Tabla de resultados de atenuación acústica con el segundo espesor

Espesor 2 (3,614 mm)	
N° Medición	dBA
M1	73,219
M2	73,765
M3	74,796
M4	73,438
M5	74,641
\bar{x}	74,019

Fuente: Propia

2.9.3. Medición de nivel acústico con el tercer espesor

Para determinar las mediciones con el tercer espesor se usó el no tejido con espesor de 5,604 mm y un peso de 1598.1 g/m² y se recubrió la caja de cristal y se midió el sonido con el sonómetro digital, se realizó 5 mediciones las cuales están detalladas en la **Tabla 17**.

Tabla 18

Tabla de resultados de atenuación acústica con el tercer espesor

Espesor 3 (5,604 mm)	
N° Medición	dBA
M1	70,028
M2	71,759
M3	71,137
M4	70,277
M5	70,544
\bar{x}	70,795

Fuente: Propia

2.9.4. Nivel de atenuación acústica percibida en el ambiente

Durante la investigación, se realizaron cálculos de presión acústica para ello se usó la **Ecuación 2** con el objetivo de evaluar de manera cuantitativa la capacidad de atenuación sonora de los no tejidos elaborados con fibras de coco y látex

A continuación, en la **Tabla 18** se muestran los valores obtenidos luego de realizar los cálculos con respecto a los datos obtenidos en la fase de medición de atenuación acústica del espesor 1, 2 y 3.

Tabla 19

Tabla de resultados del ruido percibido en los distintos niveles

N° Espesor	Nivel de ruido percibido en el ambiente (dBA)
Espesor 1 (2,469 mm)	74,021
Espesor 2 (3,614 mm)	74,019
Espesor 3 (5,604 mm)	70,795
\bar{x}	73,186

Sonido fuente	74,443
Ruido total percibido	68,445

Fuente: Propia

Nota: Es esencial medir el nivel de ruido que se encuentra en el ambiente antes de realizar pruebas de atenuación acústica, ya que el ruido de fondo puede interferir en los resultados ambientales, afectando la precisión de las mediciones.

CAPÍTULO 3

3.1. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras finalizar las mediciones usando el sonómetro y los no tejidos con diferentes espesores, a su vez se muestran los resultados del cálculo del nivel de atenuación acústica percibida en el ambiente, mediante el uso de una fórmula general propuesta tomando en cuenta la caracterización del no tejido basado en las diferentes normas técnicas de referencia y los decibeles emitidos por el objeto generador de ruido o ruido fuente.

3.1.1. Resultados generales de ensayos de atenuación de sonido

En la **Tabla 19** se muestra a detalle los resultados generales obtenidos tras finalizar la etapa de ensayos de atenuación de sonido con los tres diferentes espesores (2,469 mm, 3,614 mm y 5,604 mm), para establecer los resultados finales se realizaron 5 mediciones y se calculó el promedio de cada espesor, las mediciones haciendo uso de un sonómetro digital.

Tabla 20

Resultados generales de las pruebas de atenuación de sonido

Parámetro de medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Espesor (mm)	2,469	3,614	5,604
Gramaje (g/m ²)	876,3	1069,1	1598,1
Promedio acústico (dBA)	74,021	73,019	70,795
Promedio de ruido fuente (dBA)	74,534	74,534	74,534
Atenuación del sonido general (dBA)	0,513	1,515	3,739

Fuente: Propia

Una vez terminada la fase de pruebas de atenuación de sonido se determinó que la muestra 1 con un espesor de 2,469 mm y 876,3 g/m² atenuó 0,513 dBA, la muestra 2 con un espesor de 3,614 mm y un peso de 1069,1 g/m² atenuó 1,515 dBA y finalmente la muestra 3 que tiene un espesor de 5,604 mm y un peso de 1598,1 g/m² atenuó 3,739 dBA por ende se concluye que el no tejido elaborado con fibras de coco y látex de mayor espesor y gramaje incrementa el porcentaje de atenuación sonora dentro de las condiciones normales de medición en un laboratorio.

3.1.2. Ruido total del nivel de presión acústica percibida en el ambiente

Para determinar el nivel acústico percibido en el ambiente (NAPA) se usó la **Ecuación 2**,

se hizo énfasis en las mediciones de los ensayos de atenuación individuales de cada espesor de los no tejidos, de igual manera se hicieron 5 mediciones por cada espesor y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

A continuación, en la **Tabla 20** se muestran los resultados obtenidos tras el cálculo de NAPA, es importante recalcar que los resultados obtenidos hacen referencia a la presión acústica que genera el dispositivo generador de ruido el cual comprende una medida específica y se relaciona indirectamente con la fase de ensayos de atenuación de sonido.

Tabla 21

Resultados generales del ruido total percibido en el ambiente

Parámetro de medición	Muestra sin recubrimiento	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Promedio acústico (dBA)	74,534	74,021	74,019	70,795
Sonido fuente (dBA)	74,534	74,534	74,534	74,534
NAPA (dBA)	N/A	65,003	65,019	72,147

Fuente: Propia

Nota: Completadas las mediciones, es fundamental recopilar y analizar los datos obtenidos, esto implica calcular la diferencia de intensidad sonora antes y después de la atenuación proporcionada por los no tejidos de diferentes espesores por otro lado, la comparación de estas mediciones permite determinar la eficacia de los materiales en la reducción del ruido. Además, cualquier variación en las condiciones ambientales o en la configuración experimental debe tenerse en cuenta para interpretar correctamente los resultados. Finalmente, se puede documentar exhaustivamente los procedimientos y los resultados es esencial para validar las conclusiones del estudio y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones técnicas.

3.2. Análisis de los datos

En el siguiente apartado se analizaron los datos obtenidos mediante el uso del software Past 4 el cual permite diferenciar y establecer datos numéricos normales en referencia a las mediciones tomadas durante la investigación:

3.2.1. Análisis de normalidad de las mediciones del sonido fuente original

En el caso de una fuente de sonido constante, se determinó que las mediciones presentan una variabilidad mínima y un comportamiento predecible, lo que facilitó su representación

estadística a su vez, la comprobación de normalidad mediante pruebas de Kolmogórov-Smirnov o Shapiro-Wilk aseguró que los datos son aptos para realizar inferencias precisas y comparar el rendimiento de los materiales en términos de atenuación acústica.

Figura 23

Tabla de resultados de la normalidad de datos del sonido fuente

Sonido fuente	
N	5
Shapiro-Wilk W	0,9318
p(normal)	0,6088
Anderson-Darling A	0,2538
p(normal)	0,5443

Fuente: Propia

Los resultados del análisis de normalidad detallados en la **Figura 23** de las mediciones indican una distribución normal ya que en la prueba de Shapiro-Wilk W supera el umbral típico de significancia, por ende, se determinó que el análisis numérico otorga a la investigación un 95% de confiabilidad ya que muestra que el p valor es >0,05.

3.2.2. Análisis de normalidad de las pruebas de atenuación de sonido

Tras finalizar la etapa de ensayos de atenuación de sonido y mediante los valores expuestos en la **Figura 24** fueron analizados por el programa Past 4 y se determinó que el análisis numérico otorga a la investigación un 95% de confiabilidad ya que muestra que el p valor es >0,05 en las pruebas de Shapiro-Wilk W.

Figura 24

Tabla de resultados de la normalidad de datos en las pruebas de atenuación acústica

	Espesor 1 (dB)	Espesor 2 (dB)	Espesor 3 (dB)
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,9406	0,8854	0,9442
p(normal)	0,6702	0,3347	0,6955
Anderson-Darling A	0,2344	0,3337	0,2277
p(normal)	0,6105	0,3365	0,6367

Fuente: Propia

Nota: En el análisis de datos en cuanto al nivel acústico atenuado usando no tejidos de diferentes

espesores, aseguró la normalidad de los datos y permitió interpretar los resultados con mayor precisión y tomar decisiones concretas, aumentando la credibilidad y reproducibilidad del estudio.

3.2.3. Análisis de varianza de los tres espesores y del ruido fuente

El análisis de varianza ANOVA es una herramienta estadística que permite comparar las medias de tres o más grupos para determinar si existen diferencias significativas entre ellas evaluando simultáneamente la variabilidad dentro de los grupos (González, 2023).

Tas finalizar las mediciones efectuadas a lo largo de la investigación se recolectaron varios datos numéricos los cuales permitieron identificar diferencias numéricas entre las muestras con diferentes espesores y el ruido fuente.

Figura 25

Análisis de variabilidad

	SF (dBA)	E1 (dBA)	E2 (dBA)	E3 (dBA)
N	5	5	5	5
Min	73,142	73,533	73,219	70,028
Max	75,541	74,401	74,796	71,759
Sum	372,214	370,044	369,859	353,745
Mean	74,4428	74,0088	73,9718	70,749
Std. error	0,4461678	0,1614436	0,3179269	0,3126735
Variance	0,9953287	0,1303202	0,5053877	0,4888235
Stand. dev	0,9976616	0,3609989	0,7109063	0,6991591
Median	74,221	74,115	73,765	70,544
25 prcnil	73,555	73,638	73,3285	70,1525
75 prcnil	75,4415	74,3265	74,7185	71,448
Mode	NA	NA	NA	NA
Skewness	-0,1122322	-0,4479914	0,3154505	0,7316636
Kurtosis	-1,660046	-1,852204	-2,782127	-0,7552303
Geom. mean	74,43745	74,0081	73,96907	70,74624
Coeff. var	1,340172	0,4877783	0,9610504	0,9882248

Fuente: Propia

En la **Figura 25** se presenta los datos analizados de los valores de medición acústica, destacándose tres métricas clave: el coeficiente de variación (CV), la media (M) y la desviación estándar (Stand. Dev).

El coeficiente de variación (CV) corrobora estos hallazgos, con SF presentando el mayor (CV=1,34%), lo que denota una alta variabilidad relativa respecto a su media, y E1 el menor (CV=0,48%), confirmando su uniformidad dentro del desarrollo de la investigación. Estas diferencias en las medias y en la variabilidad resaltan que las condiciones de prueba influyen

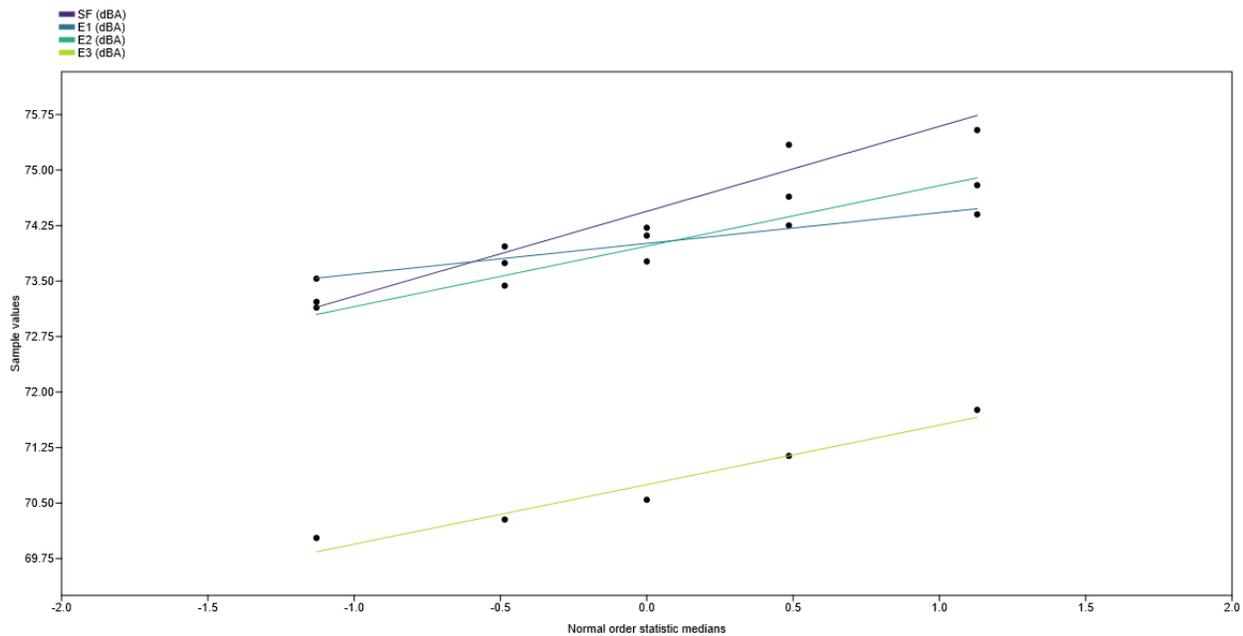
significativamente en los niveles de ruido percibidos, destacando el comportamiento diferenciado de E3. Sin embargo, para determinar si las variaciones observadas son estadísticamente significativas, sería necesario aplicar un análisis de varianza (ANOVA) con los datos individuales de las mediciones.

3.2.4. Análisis de resultados

Tras finalizar el análisis de los datos obtenidos en el software Past 4. En la **Figura 26** se incorporan los datos para visualizar de manera óptima la media y del coeficiente de variación de los no tejidos sobre las pruebas de atenuación de sonido.

Figura 26

Representación grafica de la media y el CV en ensayos de atenuación acústica



Fuente: Propia

Tras obtener los resultados se analizó los niveles de atenuación acústica en cuatro condiciones (SF, E1, E2, E3) los cuales fueron clave para determinar las diferencias y variabilidad, en la **Figura 26** indica que el ruido en (E3=70,749 dBA) es notablemente inferior en comparación con (SF=74,443 dBA), (E1=74,0088 dBA) y (E2=73,9718 dBA) por lo que demuestra que E3 podría tener un mayor efecto de atenuación sonora.

En cuanto a la dispersión medida mediante la desviación estándar es mayor en (SF=0,997) lo que refleja mayor variabilidad en el ruido fuente, mientras que la menor dispersión se da en

(E1=0,3606) mostrando mayor consistencia en sus mediciones.

4. Efectividad del no tejido y el recubrimiento de la caja de cristal

Al finalizar los análisis de laboratorio sobre la atenuación de sonido evaluadas mediante el recubrimiento de una caja de cristal cuya área total es de $0,063 \text{ m}^3$ con 3 distintas muestras no tejidas tenemos que la medición de la muestra del sonido fuente es de 74,535 dBA de los cuales la muestra 3 con un espesor de 5,604 mm y un peso de $1598,1 \text{ g/m}^2$ presentó una de atenuación 3,739 dBA por lo que representa el 5,016% % de la totalidad de atenuación acústica. Por otro lado, el análisis estadístico indicó que el estudio tiene un 95% de confiabilidad, con un p-valor mayor a 0,05 lo que sugiere que los resultados son estadísticamente significativos, en cuanto a los análisis de varianza se determinó que el sonido fuente presenta mayor $CV=1,34\%$ lo que representa una alta variabilidad respecto a la media, estas diferencias resaltan que las condiciones de ensayos e influyen significativamente en los niveles de ruido percibidos y destaca el comportamiento diferenciado de la muestra 3.

CAPÍTULO 4

4.1. Conclusiones

- La selección, pretratamiento y el acondicionamiento de las fibras de coco fue fundamental para garantizar la eliminación eficiente de impurezas y objetos extraños contenidas en las fibras, las condiciones de secado al ambiente influyen directamente en la calidad del material final por lo que es importante controlar la exposición de las fibras a los rayos solares y la ventilación de estas.
- El diseño y la elaboración de no tejidos a base de fibras de coco y látex usando moldes de madera de (30 x 70 x 30) y alturas diferentes determinaron los tres diferentes espesores y gramajes: 2,469 mm y un peso de 876,3 g/m² otra de 3,614 mm con un peso de 1069,1 g/m², finalmente la última muestra que tuvo 5,604 mm y 1598,1 g/m² las muestras en cuestión se formaron de manera efectiva y mediante pruebas de resistencia a la tracción y elongación se concluye que el no tejido con mayor espesor y gramaje soportó 166,64 N de fuerza y una elongación del 16,71 % por lo que se confirma que los no tejidos con mayor espesor y gramaje no solo ofrece mayor soporte estructural sino que también tiene un gran desempeño en la atenuación de ruido.
- La evaluación de las propiedades acústicas de los no tejidos elaborados con fibras de coco y látex de caucho natural, complementada con el análisis de varianza y estadísticos descriptivos, permitió identificar diferencias significativas en los niveles de presión sonora y se determinó que material con mayor espesor (5,604 mm) y gramaje (1598,1 g/m²) alcanzó un nivel promedio de atenuación acústica de 70,749 dBA, con una desviación estándar de 0,6992 y un coeficiente de variación (CV=0,99 %), lo que evidencia una alta consistencia en sus resultados, en comparación al material de menor espesor (2,469 mm) y gramaje (876,3 g/m²) que registró un nivel promedio de 74,443 dBA, con una desviación estándar de 0,9977 y un (CV=1,34 %), mostrando mayor variabilidad. Así mismo, el espesor intermedio (3,614 mm y 1069,1 g/m²) obtuvo un nivel promedio de 73,972 dBA respecto a los demás espesores, con una desviación estándar de 0,7190 y un (CV=0,96 %), situándose entre los otros dos casos en términos de atenuación acústica y consistencia.

4.2. Recomendaciones

- Dada la tendencia de los no tejidos a que mientras aumenta el espesor y el gramaje aumenta la atenuación del sonido por ende se debería llevar a cabo otras investigaciones con espesores superiores a 5,604 mm.
- Tomando en cuenta las características de esta investigación se recomienda identificar los factores de riesgo y realizar una evaluación para recolectar información e implementar medidas técnicas y organizativas en cuanto al uso y elaboración de no tejidos con el fin de mejorar la uniformidad y la estabilidad del material final, a su vez, se sugiere experimentar la elaboración del no tejido usando una resina u otro tipo de sustancia que tenga afinidad con fibras naturales para evaluar el comportamiento y el desempeño del material en ensayos de atenuación acústica.
- La aplicación de las normas técnicas: ASTM D1777, ISO 3801 e ISO 9073-3 garantizaron un control estandarizado para determinar las características técnicas del no tejido como el espesor, el peso y la resistencia a la tracción y elongación, a su vez las normas de referencia permitieron establecer el ruido fuente el cual fue un valor numérico para realizar las diferencias entre las muestras con diferente espesor en los ensayos de atenuación acústica.
- Se debe verificar la calibración de los equipos y mantener todas las medidas de seguridad, se sugiere utilizar los EPI (Equipo de Protección Individual) cuando se realizan pruebas acústicas de media o alta magnitud ya que los dBA emitidos por los ruidos patrón pueden provocar trastornos auditivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acústica, G. d. (2003). *generalidades*. Obtenido de <https://www.ehu.eus/acustica/index.html>
- Alban, G., Arguello, A., & Molina, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Obtenido de <http://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Alvarado, L. (2021). *Aplicación de aprendizaje no supervisado al estudio de vigilancia tecnológica sobre los centros de investigación y desarrollo tecnológico de analítica de datos*. Obtenido de <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/16263>
- ASTM. (2015). *Textiles tejidos*. Obtenido de Determinación de la masa por unidad de longitud y de la masa por unidad de superficie.: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/92126/b6b0f5b85b84474a8f8303f0e0c6920d/ASTM-D1777-96-2015-.pdf>
- Beltrán, N., & Jhon, M. (2017). *COMPARACIÓN DE PROTOTIPOS DE FACHADAS TERMO-ACÚSTICAS*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/d897092d-94c7-490a-83ad-da2273ac3662/content>
- BOE. (2006). *Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-4414>
- Borovich, A. (2005). *Manual de no tejidos, clasificación, identificación y aplicaciones*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/unam-plantel-9-pedro-de-alba/tecnico-en-soporte-y-mantenimiento-de-equipos-de-computo/pdf-manual-de-no-tejidos-compress/77540307>
- Buechel, T. (2023). *Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo*. Obtenido de

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo/>

Campos, A. (2023). *Aplicación de ácido cítrico en tejido blanqueado jersey 100 % algodón, para evitar el amarillamiento por la exposición prolongada al sol*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15185>

Canna. (2023). *El uso de la fibra de coco como concepto de cultivo*. Obtenido de https://www.canna.es/el_uso_fibra_coco_como_concepto_cultivo

Castro, A., Mejia, O., Paez, L., & Trujillo, J. (2023). *COEFICIENTE DE ABSORCIÓN Y COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN FIBRAS DE COCO*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Juan-Andres-Trujillo-Giraldo/publication/371243037_COEFICIENTE_DE_ABSORCION_Y_COMPORTAMIENTO_ACUSTICO_EN_FIBRAS/links/6479ef34d702370600cc4c4b/COEFICIENTE-DE-ABSORCION-Y-COMPORTAMIENTO-ACUSTICO-EN-FIBRAS.pdf

Cubilla, K., Gonzáles, Y., Montezuma, G., & Samudio, M. (2019). *Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable*. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2496>

De Zaragoza, J., & Espinal, E. (2014). *ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL PREVIO A LA*. Obtenido de <https://consultaindigenajuchitan.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/01/estudio-de-ruido-ambiental-pe-eolica-del-sur-pma.pdf>

Diaz, A., & Taco, G. (2019). *Evaluación y propuesta de atenuación de los niveles de ruido mediante barreras absorbentes en una empresa de alimentos balanceados, Arequipa-2018*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1884>

Espinoza, J., Navarro, J., Armador, G., & Rodríguez, K. (2022). *Elaboración de placas de*

aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/is/v23n48/2215-2458-is-23-48-290.pdf>

Flores, C., & Flores, K. (2021). *PRUEBAS PARA COMPROBAR LA NORMALIDAD DE DATOS EN PROCESOS PRODUCTIVOS: ANDERSON-DARLING, RYAN-JOINER, SHAPIRO-WILK Y KOLMOGÓROV-SMIRNOV.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Flores-Tapia/publication/371337094_Pruebas_para_comprobar_la_normalidad_de_los_datos_en_procesos_productivos_Anderson-Darling_Ryan-Joiner_Shapiro-Wilk_y_Kolmogorov-Smirnov/links/647f577b2cad460a1bf9fda4/Pruebas-

Gamero, H. (2020). *COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO, NORMATIVA Y GESTIÓN DE RUIDO AMBIENTAL EN LIMA Y CALLAO RESPECTO A OTRAS CIUDADES DE LATINOAMÉRICA.* Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi8t6ry5O2FAxUYTjABHZ8kDuwQFnoECBsQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.pucp.edu.pe%2Findex.php%2FKawsaypacha%2Farticle%2Fdownload%2F22659%2F21811%2F&usg=AOvVaw1M0iIBFF1OMuo0z0RojX8L&opi=89>

García, L. (2011). *Diseño de sonómetro digital.* Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10129/47.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GOB. (2020). *Decreto Ejecutivo 2393.* Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Reglamento-Interno-Seguridad-Ocupacional-Decreto-Ejecutivo-2393_0.pdf

- Gómez, T., Zuluaga, S., Salazar, M., Peñuela, A., & Fernández, P. (2020). *Comportamiento mecánico de fibras y no tejidos de coco. Comparación entre parámetros de punzonado y adhesión química*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/5255>
- González, J. G. (2023). *Análisis de varianza en manufactura aditiva con impresión 3D*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9119008>
- Gonzales, S., & Derlis, P. (2022). *Estudio de las propiedades acústicas y propuesta de materiales para su mejora en la parroquia Ntra. Sra. Del Carmen, Hunter - Arequipa*. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/83825559-dd87-44a8-8a18-20225c05f425>
- Google maps. (2024). *Ingenieria Textil UTN*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3782634,-78.1243564,18z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?entry=ttu>
- ISO. (1989). *Textiles - Métodos de prueba para telas no tejidas*. Obtenido de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/16653/865a86bac7bd4443a65ee91cfc878cc7/ISO-9073-3-1989.pdf>
- ISO. (2023). *ISO 3801:1977 Tejidos-Determinación de masa por unidad de longitud y masa por unidad de área*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:9335:en>
- León, S., & Rimac, A. (2020). *Mitigación del ruido mediante encapsulamiento acústico con fibra de coco (Cocos nucifera) para una prensa excéntrica en Villa María del Triunfo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87552>
- Márquez, L., Cuétara, L., Cartay, R., & Labarca, N. (2020). *Desarrollo y crecimiento*

- económico: análisis teórico desde un enfoque cuantitativo*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7384417.pdf>
- Molina, Á. (2021). *Fundamentos acústico-perceptivos de la escisión prestigiosa de /θ/: estudio sociofonético en Málaga*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14352/102727>
- Nacional, A. (2008). *CRE 2008*. Obtenido de https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Parra, A. (2018). *Propuesta de acondicionamiento acústico de la sala R8-SAL603 de la Universidad Andrés Bello*. Obtenido de <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7102>
- Pasimión, D. (2020). *COMPENDIO DE CONCEPTOS BÁSICOS EN EL CANTO: LA VOZ MIXTA POR*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/e26ae17b-2860-4198-a54f-06b6a0d90488/download>
- Públicas, C. d. (2021). *Conceptos basicos del ruido ambiental*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiPrs3apO-FAxUJSjABHaZuCgIQFnoECB0QAQ&url=https%3A%2F%2Fsicaweb.cedex.es%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F08%2FConceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf&usg=AOvVaw0A0gj>
- Rincón, J., Rinón, P., Torres, E., Mondragón, A., Sánchez, M., Arana, A., . . . Jiménez, E. (2016). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA FIBRA DE MESOCARPIO DE COCO (Cocos nucifera L.)*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf>
- Savia. (2024). *Látex Caucho Natural*. Obtenido de <https://savia.ec/producto/latex-caucho->

natural/

SICA. (2021). *Conceptos basicos del ruido ambiental*. Obtenido de <https://sicaweb.cedex.es/wp-content/uploads/2021/08/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

Tipiani, J. (2018). *Determinación de la eficacia de placas de fibra de caña de azúcar para atenuar el nivel de ruido en el Centro de salud José Olaya, Callao Peru 2018*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74878>

UTN. (2023). *PLAN ESTRATEGICO DE INVESTIGACION “CTEX”*. Obtenido de <https://textiles.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2023/01/1.-Plan-Estrategico-de-Investigacion-de-CTEX.pdf>

Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>

ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica del látex

	
Empresa: SAVIA WEB: www.savia.ec IG: savia1.ec Dirección: Santo Domingo/ Vía Quito km 7	
LÁTEX NATURAL	CÓDIGO: LC2-58
El látex de hule natural es una emulsión acuosa blanca y presenta excelentes características mecánicas, es decir, tiene muy buena resistencia a la tensión, elongación y desgarre.	
Especificaciones físico - químicas	
Contenido total de sólidos (TSC)	Mín. 58 %
PH	Máx. 9
Contenido de amoniaco en látex	Mín. 0.4 %
Contenido de ácidos grasos volátiles (VFA)	Máx. 0.15
Indice de KOH	Máx. 0.9%
Tiempo de estabilidad mecánica, segundos (MST)	Mín. 800
Viscosidad Copa EZ #2	20s - 40s
Apariencia	Blanco
Temperatura de almacenamiento	15°C - 22°C
Vida de almacenamieto en el envase bien sellado	12 meses

APLICACIONES:

Rendimiento y calidad para tú éxito

Se aplica básicamente en todos los procesos y producción de artículos por inmersión (guantes, globos, preservativos, ligas, tioris); por extrusión (hilos, bandas); espuma (cojines, colchones); adhesivos, respaldo de alfombras, máscaras, en varios tipos de fibras o textiles y muchas aplicaciones más.

Nota: El tiempo de solidificación va a variar en función del tipo de secado que puede ser: al aire libre, mediante horno, aire caliente o geometría de la película.

ADVERTENCIA: Los datos contemplados en esta ficha técnica han sido realizados bajo condiciones estándar a nivel de laboratorio. Se pueden presentar algunos cambios debido a variaciones de humedad, temperatura e incorporación de agentes químicos al momento de la aplicación; por lo tanto, siempre se recomienda hacer ensayos previos y representativos para asegurar resultados exitosos en campo.

Es nuestra política, *asegurar la calidad constante y el mejoramiento continuo de los productos*, pero no asumimos, ninguna responsabilidad por los resultados no exitosos, debido al empleo inadecuado de los productos o a una impropia aplicación de los mismos. Sin embargo, estamos prestos para brindar nuestra **asesoría técnica que tiene una base de 30 años de experiencia (aplica protocolos)**.

Si observa alguna reacción indeseada al contacto físico con el látex, lavar con abundante agua, suspender su uso y si el caso lo requiera consulte un médico.

Nota: NO nos responsabilizamos por adulteración del documento una vez emitida al solicitante

Att, SAVIA

Nota: se muestra las especificaciones físico-químicas del latex de caucha natural usado para el proceso de unión química con las fibras de coco.

Anexo 2

Preparación del no tejido



Nota: se muestra el proceso en el cual las fibras de coco son colocadas capa por capa en los moldes de madera para obtener el no tejido con 3 diferentes espesores.

Anexo 3

Formación del no tejido



Nota: se muestra el proceso de unión química para la formación del no tejido haciendo uso de los moldes de madera, latex de caucho natural y una brocha.

Anexo 4

Proceso de secado de no tejido



Nota: se muestra el proceso por el cual el no tejido es introducido en el túnel de secado a una temperatura de 105 °C con el objetivo de obtener las muestras finales de no tejido.

Anexo 5

Caracterización del no tejido



Nota: se muestra el proceso de pesaje y medición de espesor, haciendo uso de una balanza digital y espesímetro digital con el objetivo de caracterizar el no tejido.

Anexo 6

Proceso de recubrimiento de la caja de cristal



Nota: se muestra el proceso de recubrimiento de la caja de cristal con los 3 diferentes espesores de no tejido, recubriendo toda la caja de cristal la cual tiene un área total de 0,063 m³.

Anexo 7

Tabla de caracterización del no tejido

Parámetro de medición	Norma de referencia	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Espesor (mm)	ASTM D1777	2,469	3,614	5,604
Gramaje (g/m ²)	ISO 3801	8,763	10,691	15,981
Resistencia a la tracción (N)	ISO 9073-3	82,42	159,65	166,65
Resistencia a la elongación (%)	ISO 9073-3	21,13	19,92	16,71

Fuente: Propia

Nota: se muestra la tabla de resultados luego de realizar el pesaje del no tejido y medición de espesor.

Anexo 8

Ficha técnica del túnel de secado

Características técnicas		
Descripción	Cantidad	Unidades
Velocidad máxima	61±5	m/min
Velocidad mínima	5±3	m/min
Temperatura máxima	345±5	°C
Temperatura mínima	5±2	°C

Nota: se muestra la tabla de características técnicas del túnel del secado que se usó en la fase de proceso de secado de no tejido para obtener las muestras finales.

Anexo 9

Ficha técnica del espesímetro digital

Longitud aproximada	93 mm
Altura aproximada	122 mm
Diámetro aproximado	57 mm
Resolución digital	0,001 mm
Temperatura de funcionamiento	0 °C-40 °C
Temperatura de funcionamiento	-20 °C-70 °C
Humedad relativa	≤ 80%
Voltaje de funcionamiento	3,0 V
Rango de medición	(0-4 in), (0-10 mm)
Capacidad	240 mAh
Nivel de impermeabilidad	IP54

Nota: se muestra la tabla de características técnicas del espesímetro digital usado en la fase de caracterización del no tejido para obtener las densidades de los tres no tejidos usados para pruebas de atenuación de sonido.

Anexo 10

Ficha técnica del sonómetro digital

Characteristics	
Standard accessories	Batteries, windscreen, English manual
Power	1.5V battery (R03) x 3
Display	32 x 26mm
Product size	150 x 52 x 27mm
Product net weight	116g
Standard individual packing	Blister
Standard quantity per carton	UT353: 40pcs; UT353BT: 20pcs
Standard carton measurement	UT353: 505 x 330 x 280mm; UT353BT: 367 x 262 x 290mm
Standard carton gross weight	UT353: 8.42kg; UT353BT: 4.2kg