



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

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

**TEMA:**

“PROCESO DE APLICACIÓN A ESCALA DE LABORATORIO DEL OZONO PARA  
OTORGAR RESISTENCIA A LA TRACCIÓN- ELONGACIÓN Y A LA ABRASIÓN A  
UN TEJIDO PLANO ACABADO ALGODÓN 100%.”

**ELABORADO POR:**

DENNISSE MONTSERRAT AGUIRRE FUENTES

**DIRECTOR:**

MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL

**IBARRA-ECUADOR**

**2022**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401537295		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Aguirre Fuentes Dennisse Montserrat		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra- Bellavista de Caranqui, Río Quinindé y Shirys		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:dmaguirref@utn.edu.ec">dmaguirref@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	-----	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0960786760

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“PROCESO DE APLICACIÓN A ESCALA DE LABORATORIO DEL OZONO PARA OTORGAR RESISTENCIA A LA TRACCIÓN- ELONGACIÓN Y A LA ABRASIÓN A UN TEJIDO PLANO ACABADO ALGODÓN 100%.”
<b>AUTOR (ES):</b>	Aguirre Fuentes Dennisse Montserrat
<b>FECHA:</b>	24 de mayo de 2022
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE SE OPTA:</b>	Ingeniería Textil
<b>ASESOR/ DIRECTOR:</b>	MSc. Wilson Adrián Herrar Villarreal



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

ii



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

El autor manifiesta que la obra 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 esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 24 de mayo de 2022

**LA AUTORA:**

**Firma:** 

**Nombre:** Dennisse Montserrat Aguirre Fuentes

**C.I.:** 0401537295



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



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

En calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada **Dennisse Montserrat Aguirre Fuentes**, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “Proceso de aplicación a escala de laboratorio del ozono para otorgar resistencia a la tracción- elongación y a la abrasión a un tejido plano acabado algodón 100%.”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 24 de mayo de 2022



Firmado digitalmente por:  
**WILSON ADRIAN  
HERRERA  
VILLARREAL**

MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

*En memoria de mi abuelita Inés Fuentes y a toda mi familia por su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación personal y profesional, en especial a mis padres por hacer suyos mis sueños y acompañarme en este camino.*

*Dennisse Montserrat*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco de corazón a mi abuelita, mis padres, mis hermanos y a toda mi familia por creer en mí, por brindarme sus consejos, su apoyo y todo su amor.*

*Gracias por acompañarme en este proceso y siempre ser mi soporte.*

*De manera especial quiero agradecer a mi tutor de tesis, Magister Wilson Herrera, por su paciencia, dedicación y aliento. Para mí ha sido un privilegio contar con su ayuda, orientación y guía.*

*A todos y cada uno de mis docentes que conforman la carrera de Ingeniería Textil, personas de sabiduría que guiaron este proceso de formación.*

*A mis amigos por las anécdotas y vivencias durante todo este periodo, gracias por ser cómplices y fieles compañeros.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSTANCIA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ANEXOS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO I .....	1
1. Introducción .....	1
1.1. Descripción del Tema.....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Importancia.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Características del Sitio del Proyecto.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. Estudio del Arte .....	4
2.1. Estudios Previos .....	4
2.1.1. Ozono.....	4
2.1.2. Ozono Industrial.....	7
2.1.3. Aplicaciones del Ozono. ....	8
2.1.4. El Ozono en la Industria Textil.....	8
2.2. Marco Legal .....	11

2.3.	Marco Conceptual .....	12
2.3.1.	Datos del Ozono.....	12
2.3.2.	Tejido Plano.....	12
2.3.3.	Acabados Textiles.....	15
2.3.4.	Norma ISO 13934-2.....	17
2.3.5.	Norma ISO 12947-2.....	17
2.4.	Método de Ozonización .....	18
2.4.1.	Generación Industrial de Ozono. ....	18
2.4.2.	Características de la Máquina .....	19
CAPÍTULO III.....		22
3.	Metodología .....	22
3.1.	Método .....	22
3.1.1.	Método Experimental.....	22
3.1.2.	Método Científico.....	22
3.2.	Diseño del Proceso de Aplicación de Ozonización.....	23
3.2.1.	Antecedentes de la Aplicación de Ozono. ....	23
3.2.2.	Diagrama de Flujo del Proceso.....	24
3.2.3.	Diseño de la Cámara de Aplicación.....	26
3.2.4.	Cálculo del Volumen de la Cámara.....	27
3.3.	Planificación de Pruebas .....	28
3.3.1.	Datos técnicos de la Muestra a Analizar.....	28
3.3.2.	Planificación de las Pruebas Destinadas a la Aplicación de Ozono.....	28
3.3.3.	Proceso de Ozonización.....	30
3.3.4.	Parámetros de la Norma.....	33
3.4.	Procedimiento de Pruebas .....	34
3.4.1.	Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.	34



3.4.2.	Fichas de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.	37
3.4.3.	Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #1 y la Gabardina #2.....	44
3.4.4.	Fichas de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo, Gabardina #1 y Gabardina #2. ....	47
3.4.5.	Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Abrasión Gabardina #1. ....	55
3.4.6.	Fichas de la Prueba de Resistencia a la Abrasión. ....	61
CAPÍTULO IV.....		65
4.	Resultados y Discusión de Resultados.....	65
4.1.	Resultados de la Prueba de Tracción- Elongación.....	65
4.1.1.	Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco. 65	
4.1.2.	Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #1. ....	66
4.1.3.	Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #2. ....	68
4.2.	Resultados de la Prueba a la Abrasión.....	69
4.3.	Análisis de Resultados.....	70
4.3.1.	Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.....	70
4.3.2.	Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo de la Gabardina #1.....	72
4.3.3.	Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo de la Gabardina #2.....	75
4.3.4.	Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Abrasión. ....	77
4.4.	Análisis de Confiabilidad.....	77
4.4.1.	Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación de la Gabardina en Estado Seco.....	77

4.4.2. Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación de la Gabardina #1 y #2 en Estado Húmedo.....	78
4.4.3. Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Abrasión.....	79
CAPÍTULO V.....	80
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	80
5.1. Conclusiones.....	80
5.2. Recomendaciones.....	81
Referencias Bibliográficas.....	82
Bibliografía.....	82
Anexos.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Trama y urdimbre.....	13
<b>Figura 2.</b> Tafetán.....	14
<b>Figura 3.</b> Sarga.....	15
<b>Figura 4.</b> Satín.....	15
<b>Figura 5.</b> Tipos de acabados físicos.....	16
<b>Figura 6.</b> Tipos de acabados químicos.....	17
<b>Figura 7.</b> Proceso de electrolisis.....	18
<b>Figura 8.</b> Producción de ozono estratosférico.....	19
<b>Figura 9.</b> Método de descarga eléctrica de ozono.....	19
<b>Figura 10.</b> Flujograma de procesos.....	25
<b>Figura 11.</b> Cámara de ozono.....	26 <sup>oo</sup>
<b>Figura 12.</b> Entrada lateral.....	26
<b>Figura 13.</b> Entradas de la puerta lateral.....	27
<b>Figura 14.</b> Gabardina en color gris.....	28
<b>Figura 15.</b> Probetas destinadas al acondicionamiento previo al proceso de ozonización.....	31
<b>Figura 16.</b> Apertura de la puerta lateral de la cámara ozonizadora.....	31
<b>Figura 17.</b> Fijación de las muestras con la ayuda de una soga de cabuya se grapan las muestras en cada una de las sogas.....	31
<b>Figura 18.</b> Adherencia con cinta adhesiva de cada una de las cuerdas en las paredes de la cámara.....	32
<b>Figura 19.</b> Hermetismo de la cámara se completa cuando se asegurar la puerta lateral por la que entraron las probetas.....	32
<b>Figura 20.</b> Programación de la máquina para que no sufra ningún daño, determinando si se trata de minutos u horas de trabajo y descanso.....	32
<b>Figura 21.</b> Funcionamiento de la máquina ozonizadora. Una vez que se encuentre hermetizada y programada se pulsa el botón de encendido para continuar con el tiempo de ozonización..	33
<b>Figura 22.</b> El corte en la tela se realiza con la ayuda del molde especificado por la norma ISO 13934-2 de 10 cm x 15 cm en dirección de la urdimbre y la trama.....	35
<b>Figura 23.</b> La dotación de ozono se emplea según los tiempos estimados y se prepara el equipo, tal como se explica en el punto 3.3.3.....	35
<b>Figura 24.</b> Encendido del equipo de laboratorio Dinamómetro.....	35

<b>Figura 25.</b> Ingreso de datos del laboratorista en el equipo Dinamómetro, para la numeración de las pruebas.....	36
<b>Figura 26.</b> Ajuste manual de las mordazas para el inicio de la prueba.....	36
<b>Figura 27.</b> Confirmación el máquina para el inicio del proceso de prueba de resistencia a la tracción- elongación.....	36
<b>Figura 28.</b> Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización, estado seco. ....	37
<b>Figura 29.</b> Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización, estado seco.....	37
<b>Figura 30.</b> Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización, estado seco. ....	38
<b>Figura 31.</b> Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización, estado seco.....	38
<b>Figura 32.</b> Probeta de urdimbre sometida a 15 min de ozonización, estado seco. ....	39
<b>Figura 33.</b> Probeta de trama sometida a 15 min de ozonización, estado seco.....	39
<b>Figura 34.</b> Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización, estado seco. ....	40
<b>Figura 35.</b> Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización, estado seco.....	40
<b>Figura 36.</b> Probeta de urdimbre sometida a 25 min de ozonización, estado seco. ....	41
<b>Figura 37.</b> Probeta de trama sometida a 25 min de ozonización, estado seco.....	41
<b>Figura 38.</b> Probeta de urdimbre sometida a 35 min de ozonización, estado seco. ....	42
<b>Figura 39.</b> Probeta de trama sometida a 35 min de ozonización, estado seco.....	42
<b>Figura 40.</b> Probeta de urdimbre sometida a 50 min de ozonización, estado seco. ....	43
<b>Figura 41.</b> Probeta de trama sometida a 50 min de ozonización, estado seco.....	43
<b>Figura 42.</b> Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización, estado seco. ....	44
<b>Figura 43.</b> Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización, estado seco.....	44
<b>Figura 44.</b> Con la ayuda del molde especificado por la norma ISO 13934-2 se realiza el corte de 10 cm x 15 cm en dirección de la urdimbre y trama.....	45
<b>Figura 45.</b> Pesaje de cada una de las muestras a evaluar.....	45
<b>Figura 46.</b> Pesaje del agua destilada necesaria para humectar a las probetas.....	45
<b>Figura 47.</b> Humectación de las muestras. ....	46
<b>Figura 48.</b> Ozonización a cada una de las probetas, con el mismo procedimiento 3.3.3. ....	46
<b>Figura 49.</b> Inicio de las pruebas, en el equipo Dinamómetro. ....	47
<b>Figura 50.</b> Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	48
<b>Figura 51.</b> Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1. ....	48
<b>Figura 52.</b> Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	49

<b>Figura 53.</b> Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1. .....	49
<b>Figura 54.</b> Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	50
<b>Figura 55.</b> Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	50
<b>Figura 56.</b> Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	51
<b>Figura 57.</b> Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.....	51
<b>Figura 58.</b> Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	52
<b>Figura 59.</b> Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2. .....	52
<b>Figura 60.</b> Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	53
<b>Figura 61.</b> Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2. .....	53
<b>Figura 62.</b> Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	54
<b>Figura 63.</b> Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	54
<b>Figura 64.</b> Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	55
<b>Figura 65.</b> Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.....	55
<b>Figura 66.</b> Selección del troquel especificado por la norma ISO 12947-2. ....	55
<b>Figura 67.</b> Tela testigo, debe ser troquelada como la norma lo especifica. ....	56
<b>Figura 68.</b> Verificación de la tela testigo cortada con los troqueles. ....	56
<b>Figura 69.</b> Preparación de los cinco tambores del equipo de laboratorio Martindale. ....	56
<b>Figura 70.</b> Incorporación del fieltro base en los tambores de la máquina. ....	57
<b>Figura 71.</b> Colocación de la tela testigo sobre el fieltro base .....	57
<b>Figura 72.</b> Con la pesa se fija cada una de las telas testigos en los tambores de la máquina. ....	57

<b>Figura 73.</b> Incorporación del seguro en cada uno de los tambores para la fijación de la tela testigo.....	58
<b>Figura 74.</b> Ozonización a cada una de las probetas, con el mismo procedimiento 3.3.3. ....	58
<b>Figura 75.</b> El troquelado de la tela ozonizada se lo realiza como lo especifica la norma. ....	58
<b>Figura 76.</b> Troquelado del mismo tamaño que el de la tela ozonizada.....	59
<b>Figura 77.</b> Con la base se coloca el armazón inicial para incorporar todos los elementos.....	59
<b>Figura 78.</b> Incorporación de la tela ozonizada en el armazón. ....	59
<b>Figura 79.</b> La esponja troquelada debe ser colocada sobre la tela ozonizada para que exista el realce necesario de esta. ....	60
<b>Figura 80.</b> Unión del seguro interno en el armazón.....	60
<b>Figura 81.</b> Instalación de la parte final del armazón que asegura la fijación de cada pieza. ..	60
<b>Figura 82.</b> Fijación con la ayuda de la llave para colocar la pesa.....	61
<b>Figura 83.</b> Programación de la máquina y el comienzo de los ciclos. ....	61
<b>Figura 84.</b> Muestra sometida a 0 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.....	62
<b>Figura 85.</b> Muestra sometida a 0 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.....	62
<b>Figura 86.</b> Muestra sometida a 5 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.....	62
<b>Figura 87.</b> Muestra sometida a 5 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.....	62
<b>Figura 88.</b> Muestra sometida a 15 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.....	63
<b>Figura 89.</b> Muestra sometida a 15 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.....	63
<b>Figura 90.</b> Muestra sometida a 35 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.....	64
<b>Figura 91.</b> Muestra sometida a 35 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.....	64
<b>Figura 92.</b> Muestra sometida a 65 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.....	64
<b>Figura 93.</b> Muestra sometida a 65 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.....	64

<b>Figura 94.</b> Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco. ....	70
<b>Figura 95.</b> Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco. ....	71
<b>Figura 96.</b> Análisis de resultados de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco. ....	71
<b>Figura 97.</b> Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco. ....	72
<b>Figura 98.</b> Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.....	72
<b>Figura 99.</b> Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.....	73
<b>Figura 100.</b> Análisis de resultado de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.....	74
<b>Figura 101.</b> Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.....	74
<b>Figura 102.</b> Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.....	75
<b>Figura 103.</b> Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.....	75
<b>Figura 104.</b> Análisis de resultados de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.....	76
<b>Figura 105.</b> Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.....	76
<b>Figura 106.</b> Análisis comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión. ....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Propiedades del ozono .....	6
<b>Tabla 2.</b> Características de la máquina de ozono .....	20
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones del uso .....	20
<b>Tabla 4.</b> Datos técnicos de las gabardinas.....	28
<b>Tabla 5.</b> Planificación de pruebas de ozonización en estado seco.....	29
<b>Tabla 6.</b> Planificación de pruebas de ozonización en estado húmedo gabardina #1. ....	29
<b>Tabla 7.</b> Planificación de pruebas de ozonización es estado húmedo gabardina #2.....	29
<b>Tabla 8.</b> Planificación de 5 pruebas de ozonización en estado seco gabardina #1 color gris. .....	30
<b>Tabla 9.</b> Ficha técnica de la muestra #0 en estado seco.....	37
<b>Tabla 10.</b> Ficha técnica de la muestra #1 en estado seco.....	38
<b>Tabla 11.</b> Ficha técnica de la muestra #2 en estado seco.....	38
<b>Tabla 12.</b> Ficha técnica de la muestra #3 en estado seco.....	39
<b>Tabla 13.</b> Ficha técnica de la muestra #4 en estado seco.....	40
<b>Tabla 14.</b> Ficha técnica de la muestra #5 en estado seco.....	41
<b>Tabla 15.</b> Ficha técnica de la muestra #6 en estado seco.....	42
<b>Tabla 16.</b> Ficha técnica de la muestra #7 en estado seco.....	43
<b>Tabla 17.</b> Ficha técnica de la muestra #0 en estado húmedo, gabardina 1. ....	47
<b>Tabla 18.</b> Ficha técnica de la muestra #1 en estado húmedo, gabardina 1. ....	48
<b>Tabla 19.</b> Ficha técnica de la muestra #2 en estado húmedo, gabardina 1. ....	49
<b>Tabla 20.</b> Ficha técnica de la muestra #3 en estado húmedo, gabardina 1. ....	50
<b>Tabla 21.</b> Ficha técnica de la muestra #0 en estado húmedo, gabardina 2. ....	51
<b>Tabla 22.</b> Ficha técnica de la muestra #1 en estado húmedo, gabardina 2. ....	52
<b>Tabla 23.</b> Ficha técnica de la muestra #2 en estado húmedo, gabardina 2. ....	53
<b>Tabla 24.</b> Ficha técnica de la muestra #3 en estado húmedo, gabardina 2. ....	54
<b>Tabla 25.</b> Ficha técnica de la muestra #0, prueba de resistencia a la abrasión. ....	61
<b>Tabla 26.</b> Ficha técnica de la muestra #1, prueba de resistencia a la abrasión. ....	62
<b>Tabla 27.</b> Ficha técnica de la muestra #2, prueba de resistencia a la abrasión. ....	63
<b>Tabla 28.</b> Ficha técnica de la muestra #3, prueba de resistencia a la abrasión. ....	63
<b>Tabla 29.</b> Ficha técnica de la muestra #4, prueba de resistencia a la abrasión. ....	64
<b>Tabla 30.</b> Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco. .....	65



<b>Tabla 31.</b> Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco.....	65
<b>Tabla 32.</b> Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco. ....	66
<b>Tabla 33.</b> Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción-elongación en estado seco. ....	66
<b>Tabla 34.</b> Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1. ....	67
<b>Tabla 35.</b> Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1. ....	67
<b>Tabla 36.</b> Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1. ....	67
<b>Tabla 37</b> Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción-elongación en estado húmedo de la gabardina #1.....	68
<b>Tabla 38.</b> Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2. ....	68
<b>Tabla 39.</b> Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción-elongación en estado húmedo de la gabardina #2.....	68
<b>Tabla 40.</b> Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2. ....	69
<b>Tabla 41.</b> Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción-elongación en estado húmedo de la gabardina #2.....	69
<b>Tabla 42.</b> Resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión. ....	69
<b>Tabla 43.</b> Análisis de confiabilidad de la urdimbre en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación.....	77
<b>Tabla 44.</b> Análisis de confiabilidad de la trama en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación.....	78
<b>Tabla 45.</b> Análisis de confiabilidad de la urdimbre en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2.....	78
<b>Tabla 46.</b> Análisis de confiabilidad de la trama en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2.....	78
<b>Tabla 47.</b> Análisis de confiabilidad de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión. ....	79

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Fichas Internacionales de Seguridad Química .....	87
<b>Anexo 2.</b> Certificación RoHS .....	88
<b>Anexo 3.</b> Certificación CE.....	89
<b>Anexo 4.</b> Ficha Técnica de la Máquina de Ozono.....	91
<b>Anexo 5.</b> Información de la Máquina de Ozono.....	93

## RESUMEN

En la presente investigación se evidenció el comportamiento del tejido plano acabado algodón 100% ante el ozono. Existe la necesidad de innovar en estudios que puedan potenciar el sector textil con procesos que aseguren el cuidado ambiental, aplicando técnicas nuevas de acabados que mejoren las características del tejido, ha sido una de las principales causas para el desarrollo de esta investigación. Para la aplicación del ozono en el tejido plano se trabajó con el factor tiempo, siendo este elemento la variante en la exposición de la probeta con el ozono.

La ejecución práctica de esta investigación asegura un campo de aplicación nuevo, saliendo de métodos convencionales. En la creación y experimentación de este proceso se evidenció la necesidad de implementar una cámara ozonizadora, capaz de contener al gas e impregnar de este a las probetas previamente ambientadas según las normas de laboratorio.

Para la comprobación del uso de ozono se realizaron pruebas de laboratorio como es la prueba a la tracción- elongación y abrasión que ayudaron a la obtención de resultados y tabulaciones que demostraron el efecto del ozono en el tejido plano acabado. La comparación de las probetas y de los resultados han ayudado a conocer el método de ozonización más adecuado para los textiles acabados, como tejido plano 100% algodón.

## ABSTRACT

The behavior of a 100 percent cotton finished flat cloth in the presence of ozone was demonstrated in this study. One of the key reasons for the development of this research was the need to innovate in studies that can improve the textile sector with procedures that are environmentally friendly and innovative finishing techniques that increase the fabric's features. We used the time factor to apply ozone to the flat cloth, with this element acting as a variation in the ozone exposure of the test tube. This research's actual implementation ensures a new field of application that goes beyond conventional methods. It was required to implement an ozonization chamber capable of confining the gas and impregnating the specimens previously arranged according to laboratory standards throughout the development and testing of this method. Laboratory studies, such as tensile, elongation, and abrasion tests, were used to verify the usage of ozone. These tests served to produce findings and tabulations that indicated the effect of ozone on the completed flat fabric. The results of comparing the test pieces helped to determine the best ozonization procedure for finished 100 percent cotton flat woven fabrics.



*Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri*

# CAPÍTULO I

## 1. Introducción

El mundo textil está dispuesto a implementar cambios en sus procesos convencionales, por medio de la experimentación con materiales y químicos desconocidos, se puede acertar o errar en los métodos, pero siempre será un aporte si se habla de creación. El ozono en la industria textil es un tema poco explotado, para conocer la reacción que este elemento tendrá con los textiles es necesario la experimentación en todos los campos posibles, desde la preparación de la materia prima, la elaboración del hilo, la conformación del tejido, el ennoblecimiento de la tela hasta el tratamiento de aguas residuales.

Para esta investigación se apreciará en el área de ennoblecimiento textil, para que la tela acabada tenga una característica adicional como es la de la resistencia a la tracción-elongación y a la abrasión. Contemplando el tiempo de exposición y las ppm de ozono dotadas a la probeta, se indagó en la práctica de esta técnica y su futuro uso en esta rama.

La experimentación de este elemento en el campo textil, ha generado expectativas que deberán cumplirse con investigaciones y prácticas en todas las áreas.

### 1.1. Descripción del Tema

Con la presente investigación se conoció el proceso a escala de laboratorio sobre el uso de ozono en tejido plano acabado 100% algodón para dotar de resistencia a la tracción-elongación y abrasión al sustrato.

Para que las probetas de algodón se doten de ozono fue necesario someterlas durante determinados límites de tiempo con producción constante de este elemento, las diferentes probetas que pasaron por este proceso fueron evaluadas en las pruebas de resistencia a la tracción- elongación y a la abrasión, dando como resultado datos sobre el aumento y disminución de estas características en la tela.

Al analizar los datos obtenidos durante las pruebas de laboratorio se pudo constatar que el ozono puede ser usado como una alternativa al momento de dar un acabado adicional a las telas, así como el uso de un método nuevo y amigable con el ambiente.

## **1.2. Antecedentes**

En la incursión del ozono en la industria textil existen estudios poco conocidos y aún hay áreas que no han sido experimentadas con este elemento. La gran parte de estudios se ha centrado en el uso de ozono para el tratamiento de aguas residuales, también para sustituir el pre- blanqueo de las telas de algodón y algunas veces como auxiliar al momento de tinturar telas, pero es necesario expandir este campo de visión.

Las tecnologías alternativas como la ozonización se centran en lograr la oxidación a través de vías químicas. [...] El uso de ozono en el tratamiento de aguas residuales es responsable de la decoloración y oxidación parcial de tintes industriales. La efectividad del ozono en el tratamiento de aguas residuales depende de la transferencia de masa desde el gas a la fase líquida y cinética de reacción del ozono con los compuestos químicos. (Tzitzis, Vayenas, & Lyberatos, pág. 151)

Otros de los usos del ozono en la industria textil también se han demostrado en el blanqueamiento de algodón, esto lo explica (Prabaharan, Chandran, Selva, & Venkata, 2006): “la llamada oxidación avanzada implica la generación de especies hidroxilo de radicales libres. El ozono, un compuesto altamente inestable libera tales radicales, que pueden usarse para blanquear”. El motivo de esta investigación se centró en el ozono como un tratamiento para el ennoblecimiento de las telas, un tema no muy tratado y poco investigado.

## **1.3. Importancia**

La continua innovación del mundo actual hace necesario el estudio de nuevos métodos, el progresivo crecimiento de población y la contaminación sucesiva hace necesaria que estos métodos sean amigables con el ambiente. Entre menos sea la contaminación que se pueda obtener, mayor será la ganancia. Este es uno de los motivos por lo que es necesario la implementación de técnicas más consientes en una industria que ocupa uno de los primeros puestos de contaminación.

Potenciar al sector textil con procesos nuevos mediante la aplicación de técnicas nuevas de acabados, que mejoren la vida útil del sustrato, llama a la experimentación con elementos desconocidos y pocos usados, el uso del ozono en ciertas áreas textiles ha sido una de las principales causas para expandir la implementación de este elemento directamente sobre los hilos, telas o no tejidos. Todo podrá ser comprobado mediante la experimentación, investigación y prácticas con ozono, explorando generación de ozono y su estado.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General.***

- Establecer un proceso de aplicación a escala de laboratorio del ozono para otorgar resistencia a la tracción- elongación y a la abrasión a un tejido plano acabado algodón 100%.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos.***

- Recolectar datos bibliográficos para la determinación del método de ozonización.
- Determinar los parámetros para la aplicación del ozono en el tejido plano acabado algodón 100% a través de un proceso experimental.
- Aplicar el ozono en diferentes concentraciones y tiempos al tejido plano acabado algodón 100% para obtener las muestras que se utilizarán en las pruebas de laboratorio.
- Realizar pruebas de laboratorio para determinar la resistencia a la tracción- elongación según la norma ISO 13934-2 y a la abrasión según la norma ISO 12947-2 de las probetas de tejido plano acabado algodón 100%.
- Evaluar los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio para determinar su comportamiento y los respectivos análisis cuantitativos.

## **1.5. Características del Sitio del Proyecto**

El presente estudio se llevó cabo en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala. El proceso se realizó dentro de las instalaciones del establecimiento, usando los equipos de análisis de calidad para textiles.

## CAPÍTULO II

### 2. Estudio del Arte

#### 2.1. Estudios Previos

El ozono por muchos años ha sido un elemento muy valorado, pues hace posible la existencia de vida en el planeta. En los últimos años los seres humanos se han visto en la necesidad de cuidar de esta capa, el estudio tan intensivo ha hecho posible el saber las propiedades que se pueden obtener. La generación de ozono y las máquinas usadas para este fin hacen posible el uso de estas propiedades en diferentes campos. Para la industria textil sigue siendo un tema para explorar, pues los estudios existentes no son suficientes para determinar patrones y procesos de su uso.

Este estudio nace de la exploración del ozono como elemento generado por medio de una máquina y su interacción con el tejido plano acabado algodón 100% para dar un acabado resistente a la tracción- elongación y abrasión, que fue comprobado por medio de pruebas de laboratorio.

##### *2.1.1. Ozono.*

Para comprender lo que el ozono representa y cómo usarlo es necesario conocer su estado natural y su principio. El ozono es una molécula de tres átomos de oxígeno que, en condiciones normales de temperatura y presión, se halla en estado gaseoso. Sus concentraciones más altas se encuentran en la parte más baja de la estratosfera, dando lugar a la conocida capa de ozono estratosférico (Maury, 2005, pág. 22). Este elemento siempre se encontró presente en la atmósfera mucho antes que la existencia misma de los seres humanos.

El ozono juega un papel muy importante en nuestra atmósfera porque protege a cualquier organismo vivo en la superficie de la Tierra contra la dañina radiación solar UVB y UVC. En la estratosfera, el ozono juega un papel fundamental en el balance energético porque absorbe tanto la radiación solar ultravioleta como la radiación infrarroja terrestre. (Staehelin, Harris, Appenzeller, & Eberhard, 2001)

En la tierra el ozono es la capa que da vida y protege a cada uno de sus habitantes, en los últimos años esta capa se ha deteriorado gracias a los productos nocivos usados por los humanos, para que la vida pueda seguir subsistiendo es necesario que esta capa se mantenga en condiciones estables.



- **Historia del ozono**

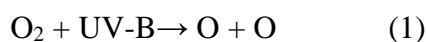
En 1785 el químico holandés M. Van Marum observó que el oxígeno sometido a las descargas de chispas eléctricas poseía un olor exclusivamente irritante y que tenía la propiedad de empañar el mercurio. Cruikshank (1801) observó el mismo olor en oxígeno recién preparado por electrólisis, pero fue el químico alemán C.F. Schönbein (1799-1868) el primero en buscar (1840) que dicho olor obedecía a la formación de una sustancia distinta derivada del oxígeno, a la que llamó ozono (del griego que significa oler) (Delgado, 2005, pág. 1)

En esta época las investigaciones nacen de la intuición de cada uno de estos científicos, sin conocer lo que están produciendo y con peligro del manejo de químicos desconocidos, arriesgan su vida para las futuras generaciones. La fórmula molécula de ozono se determinó en 1865 por Soret y confirmado por él en 1867, poco antes de la muerte de Schönbein (Rubin, 2001, pág. 40). Gracias a estas investigaciones se tiene conocimiento necesario para generar ozono de forma segura en la actualidad.

- **Producción natural de ozono**

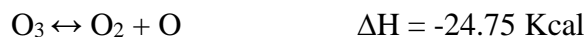
En la experimentación con el ozono es vital conocer la formación natural de la misma, (Sánchez, 2008) explica su producción en la atmósfera.

El ozono de la estratosfera es un producto de la acción de la radiación ultravioleta (UV) y las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ). La elevada energía de la radiación hace que algo de este oxígeno molecular se separe en átomos libres (O), que entonces se combinan con las moléculas y forman el ozono, tal como se ilustra a continuación: (p.67)



- **Las propiedades químicas del ozono**

El estudio de las propiedades del ozono ayuda a determinar y manejar a este elemento de manera adecuada sin poner en peligro la integridad humana. “El ozono es estable a elevada temperatura. Puede obtenerse en reacción reversible a partir del oxígeno a  $1500^\circ C$ . por el contrario, en frío es un gas relativamente inestable tiende a descomponerse para formar oxígeno según la reacción:” (Delgado, 2005, pág. 2).



En interacciones con otros elementos se puede destacar la oxidación en frío del yodo y la mayoría de los metales, especialmente al mercurio y la plata. El cloro, bromo y yodo son desplazados por el ozono, oxida a los ácidos del azufre, del fósforo y del arsénico. En su estado frío puede transformar el amoniaco en nitrito y nitrato amónicos.

- **Propiedades físico- químicas del ozono**

La determinación de las propiedades tanto físicas como químicas son importantes en el estudio del ozono, la determinación de estas dos propiedades especifica características de su uso y reacción con otros elementos, así como la detección de este elemento.

**Tabla 1.**  
*Propiedades del ozono*

<b>Propiedades físico- químicas del ozono</b>	
<b>Peso Molecular</b>	48 g/mol
<b>Densidad (a 0 °C y 101,3 KPa)</b>	2,154 g/l
<b>Punto de ebullición (a 101,3 Kpa)</b>	-111,9 °C
<b>Punto de Fusión del O<sub>3</sub> Sólido</b>	-192,5 °C
<b>Umbral Olfativo</b>	0,02 ppm
<b>Potencial Redox</b>	2,07 V
<b>Solubilidad en agua: -A 0 °C</b>	20 mg/l
<b>-A 30 °C</b>	1,5 mg/l

*Fuente: (Rodríguez, 2003)*

- **Seguridad química**

La seguridad internacional del ozono (**ver Anexo1**) describe el uso de este elemento y los parámetros que se deben tener en cuenta al momento de su manipulación.

Los tipos de peligro son: incendio y explosión, no es combustible, pero en contacto con otras sustancias facilita la combustión, pueden llegar a producir incendio o explosión. Evitar las llamas, no producir chispas, no fumar y no poner en contacto con combustibles, debe tener un sistema cerrado con ventilación, de preferencia un equipo eléctrico y contar con un alumbrado a prueba de explosión son las prevenciones que se deben tomar.

En caso de derrames y fugas se debe evacuar la zona de peligro, ventilar la zona afectada con el uso de un traje de protección química, incluyendo un equipo autónomo de respiración.

- **Seguridad a la salud**

Los riesgos a la salud se describen en el **Anexo 1**.

Con la inhalación del ozono se presenta dolor de garganta, tos, dolor de cabeza y jadeo con dificultad respiratoria. En este caso la prevención es la ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. El aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica inmediatamente son los primeros auxilios que se pueden brindar.

Al contacto con la piel en estado líquido se produce la congelación, la prevención son los guantes aislantes del frío. Para brindar los primeros auxilios es necesario aclarar con agua abundante, no se debe quitar la ropa y se debe proporcionar asistencia médica.

Al contacto con los ojos se presenta enrojecimiento y dolor, el uso de pantallas faciales o protección ocular combinada con protección respiratoria son las prevenciones que se deben tomar. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos y la asistencia médica son los primeros auxilios que se deben brindar.

- **Límites de exposición**

MAK: Cancerígeno: categoría 3B. Especificando el trabajo ligero, moderado y pesado con el uso de ozono **Anexo 1**.

Los límites de exposición en el uso profesional son:

- a) VLA-ED (trabajo pesado): 0.05 ppm; 0.1 mg/m<sup>3</sup>
- b) VLA-ED (trabajo moderado): 0.08 ppm; 0.16 mg/m<sup>3</sup>
- c) VLA-ED (trabajo ligero): 0.01 ppm; 0.2 mg/m<sup>3</sup>
- d) VLA-ED (trabajo pesado, moderado o ligero, menor o igual a 2 horas): 0.2 ppm; 0.41 mg/m<sup>3</sup>

### **2.1.2. Ozono Industrial.**

“La corta vida media del ozono (tanto en fase como en disolución acuosa) no permite su almacenamiento y distribución como cualquier otro gas industrial, sino que debe generarse *in situ* (Rodríguez, 2003, pág. 14)”, por lo que es necesario el uso inmediato de este gas, controlando factores de tiempo y ppm de este.

### **2.1.3. Aplicaciones del Ozono.**

Hoy en día, el ozono se utiliza en varios miles de plantas de agua potable en todo el mundo. Las 25 instalaciones más grandes consumen, en promedio más de 1 MW para el ozono generadores por sí solos, indicativo del hecho de que la síntesis de ozono se ha convertido en un importante proceso plasmó-químico. Además de sus aplicaciones en la preparación del agua potable, el ozono está siendo cada vez más utilizado: en el tratamiento de aguas residuales (desinfección, eliminación de color, olor); en circuitos de refrigeración cerrados; en el tratamiento de residuos industriales (compuestos fenólicos, residuos de cianuro); en procesos de blanqueo (caolín, textiles, cera, pulpa de papel); y en síntesis química (oxidación de ácido oleico, producción de hidroquinona, ciertas hormonas y vitaminas, alcanfor, perfumes). (Kogelschatz, 1988, pág. 88)

Las aplicaciones en las que el ozono puede ser usado son variadas, la experimentación con cada una de estas áreas es el punto clave en los estudios previos con el ozono.

- **Análisis del ozono**

El análisis del ozono es difícil porque de la inestabilidad del ozono puro, la volatilización de la solución, la rápida descomposición del ozono en el agua y las reacciones con trazas de contaminantes en el agua, etc. El ozono puede analizarse mediante métodos que se indican a continuación: (Körlü, 2018, págs. 3, 4)

- a) Titrimetría
- b) Espectrometría directa y colorimétrica
- c) Amperometría
- d) Potencial de oxidación- reducción (ORP)
- e) Quimioluminiscencia
- f) Calorimetría
- g) Conductividad térmica
- h) Titulación en fase gaseosa con NO
- i) Cambio de presión isotérmica por descomposición

### **2.1.4. El Ozono en la Industria Textil.**

Si se desea hablar de innovación el uso de ozono en el área textil es un campo abierto en este tipo de experimentaciones. Lograr la fusión de estos dos elementos en los distintos

campos de trabajo que posee el área textil es una meta que se han propuesto varios investigadores. El punto de vista ecología muestra una cara favorable al uso de ozono como implementación en procesos textiles.

El procesamiento húmedo de materiales textiles consume una gran cantidad de electricidad, combustible y agua. Por tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero y los efluentes contaminados son un problema ambiental. [...] La contaminación ambiental en los procesos textiles húmedos puede reducirse en cuatro formas principales. Son optimización de procesos (reducción en agua, consumo de energía química y pérdida de tiempo), uso de productos químicos ecológicos, reutilización de agua y nuevas tecnologías de ozono; plasma transferencia impresión, procesos enzimáticos, etc. (Körlü, 2018, pág. 1)

- **Estados de aplicación del ozono**

En la industria textil el ozono puede ser usado de dos formas, esto lo explica (Körlü, 2018).

- a) Aplicación en fase gaseosa y
- b) Aplicación en fase acuosa.

Para procesos húmedos, el ozono acuoso es más práctico que el ozono gaseoso por el principio de funcionamiento de las máquinas de acabado es adecuado para la solución. (p.6) Pero las áreas en las que han ido implementando han aumentado, expandiendo un tema nuevo en la industrial convencional.

Además de todas las aplicaciones del ozono mencionadas anteriormente, la industria textil ha intentado adaptarlo a los procesos de acabado. Por ejemplo, puede limpiar ropa comercial con poca o ninguna necesidad de agua caliente, lo que reduce la demanda de agua y productos químicos debido a su poder desinfectante y limpiador. El ozono facilita el proceso de lavado normal porque altera los suelos insolubles en productos solubles que se pueden eliminar de telas fácilmente. Se puede realizar cualquier lavado que manipule grandes cantidades de textiles fácilmente con la ayuda del proceso de ozonización. (Perincek, Duran, Körlü, & Bahtiyari, 2008, pág. 2)

- **Ozono en el tratamiento de aguas residuales**

Los procesos a los que son sometidos los sustratos textiles dejan una huella de contaminación inmensa en el residuo de aguas, esto lo explica (Selcuk & Meric, 2006)

La industria textil origina un complejo de aguas residuales que contienen diversos productos químicos utilizados en los procesos tales como colorantes, materiales tensioactivos y aditivos textiles. Muchos tintes azoicos que provocan un color intenso en las aguas residuales y los efluentes de la industria textil han sido denominados mutágeno/ carcinógeno/ tóxico para los organismos acuáticos. (p.97)

Para la industria textil el uso de ozono ha destacado en un descubrimiento significativo en el tratamiento de sus aguas residuales, pues ha demostrado ser un compuesto capaz de eliminar la contaminación en las aguas residuales.

El ozono es un poderoso agente oxidante. La reacción del ozono con compuestos orgánicos en los medios acuosos ha logrado una variedad de objetivos de tratamiento. La ventaja de la ozonización sobre el otro oxidante es que los productos degradables de la ozonización son generalmente no tóxicos, los productos finales son CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y también el O<sub>3</sub> residual en el sistema, que en pocos minutos se convierte en O<sub>2</sub>. (Hoda, 2007, pág. 98)

- **El ozono como decolorante**

“La ozonización que decolora el color de la mezclilla es diferente de otras aplicaciones de ozono, ya que se emplea con parámetros distintivos y productos especiales” (ZhengLei, Mengru, DanYing, & ChangHai, 2019). Aunque es un proceso costoso se ha demostrado su efectividad en este campo, siendo completamente diferente en el tratamiento de aguas residuales, todavía se habla de experimentación como en el tipo de fibras que se pueden usar y la generación del ozono.

El ozono (O<sub>3</sub>) se ha utilizado ampliamente para blanquear, decolorar ciertos productos y subproductos en el tejido industrial como es el algodón y los efluentes de teñido. O<sub>3</sub> Se ve como un oxidante ecológico debido a su fuerte oxidación sin contaminación secundaria sobre la base de la capacidad termodinámicamente inestable que podría ser descompuesta rápidamente en O<sub>2</sub> después del proceso. (ZhengLei, Mengru, DanYing, & ChangHai, 2019, pág. 1)

- **Ozonización de fibras proteicas y otras fibras**

Uno de los primeros estudios trata sobre la ozonización de prendas de lana. El objetivo del estudio es obtener prendas y tejidos de lana resistente al encogimiento. Por lo tanto, se diseñó un tratador continuo o por lotes, y se colgaron telas y prendas de lana en una cabina que contenía ozono. [...] La construcción de la tela es muy importante para el grado deseado de resistencia al encogimiento. Se afirma que el proceso con vapor de ozono es una solución al problema del fieltro de la lana. (Körlü, 2018)

No se ha encontrado un procedimiento que determine un proceso correcto del uso de ozono sobre este tipo de fibras, pero la exploración ha dado buenos resultados, los necesarios para seguir experimentando con otras fibras.

La hidrofília de las superficies de polímero sintético se puede lograr mediante ozono. Las moléculas reactivas en las estructuras 3-D se cubren uniformemente durante la ozonización. El ozono no solo trata la superficie y penetra a través de la masa del polímero. El ozono se auto-descompone rápidamente en el agua produciendo radicales libres, un oxidante más fuerte que el propio ozono. (Körlü, 2018)

## 2.2. Marco Legal

Actualmente Ecuador no posee una ley que imposibilite la producción industrial de ozono, así como las condiciones de su uso.

Un elemento natural como la capa de ozono sufre las consecuencias del deterioro en la actualidad, es por este motivo que se han creado diversas leyes y protocolos que ayudarán a la supervivencia de esta.

- **Protocolo de Montreal**

Este protocolo fue implementado en primera instancia por los países del primer mundo, por la excesiva contaminación que generan en la actualidad los países tercermundistas lo aplican, debido al desarrollo progresivo de estos.

Este instrumento es un tratado internacional de las Naciones Unidas. Fue acordado en 1987 pero entró en vigor en 1989. Este Convenio está encaminado a reducir poco a poco... **“la producción y consumo de peligrosos grupos de sustancias químicas, con capacidad para agotar la capa de ozono...”**, logrando un gran éxito dentro de los países desarrollados, y posteriormente comenzarán a trabajar dentro de los países subdesarrollados. (Paredes, 2013, pág. 16)

- **El convenio de Viena**

En mayo de 1981, el Consejo de Administración del PNUMA emprendió negociaciones para un convenio de marco mundial para la protección a la Capa de Ozono. En marzo de 1985 se adoptó el Convenio de Viena, en el cual las Naciones convinieron: “*adoptar medidas apropiadas... para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la Capa de Ozono*”. (PNUMA, 2010)

## 2.3. Marco Conceptual

La recopilación de información basada en la materia prima que se usará en el proyecto es uno de los pasos más importantes, los datos del ozono, el tipo de tejido, los acabados a los que se someten los textiles y las formas de ozonizar son algunos de los conceptos que deben ser especificados y determinados, pues comprenden toda la materia prima y la esencia misma de la investigación.

### 2.3.1. Datos del Ozono.

El ozono (O<sub>3</sub>) es una molécula formada por tres átomos de oxígeno (O) y se encuentra principalmente en la estratosfera, donde nos protege de la dañina radiación ultravioleta (UV) del Sol. Aunque representa sólo una pequeña fracción de la atmósfera, el ozono es crucial para la vida en la Tierra. (NASA, s.f.)

Los datos importantes del ozono (ver **Anexo 1.** ), lo define como un gas incoloro o azulado, de olor característico, siendo más denso que el aire. La descomposición de esta sustancia ocurre al calentarla de manera suave, produce oxígeno lo que origina peligro de incendio y explosión. Su reacción es violenta ante compuestos orgánicos e inorgánicos y ataca a el caucho.

### 2.3.2. Tejido Plano.

Desde el punto de vista técnico textil, es el género obtenido en forma de lámina, resistente, elástica y flexible que se consigue mediante el cruzamiento y enlace de dos series de hilos uno longitudinal y otro transversal a lo que llamamos urdimbre y trama respectivamente. (Vilatuña, 2007, pág. 31)

También explica (Fonseca, 2020)citando a (Hollen y Saddler, 1997, p.51): “el tejido plano en perspectiva textil es el entrecruzamiento de dos tipos de hilos. La serie horizontal de



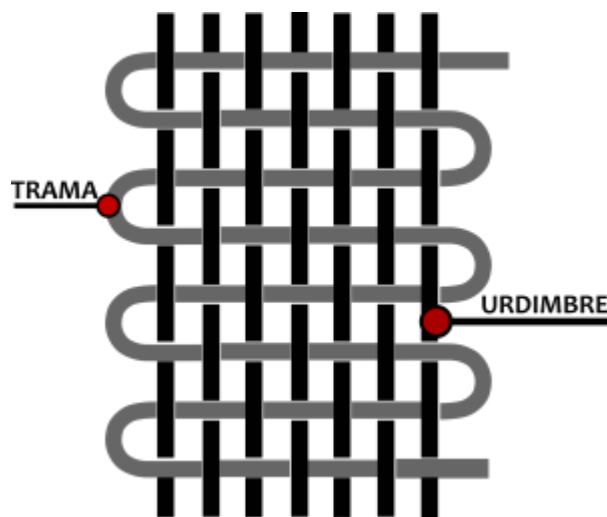
los hilos recibe el nombre de urdimbre y los hilos de la serie vertical reciben el nombre de trama”

- **Historia del tejido plano**

La producción de Tejido Plano es un arte muy antiguo. [...] Antes de que el señor Kay inventar la “Lanzadera Voladora” en 1733 solo era posible una inserción de trama hasta 20 pasadas por minuto, y esto solo se lograba con dos operarios (uno a cada lado del telar). La invención del señor Kay permitió que un operario pudiera trabajar solo. Mas o menos 50 años después el doctor Cartwright inventó el telar mecánico. (Terence, 1978, pág. 1)

- **Partes del tejido plano**

Para que el textil sea considerado tejido plano debe estar conformado por dos partes importantes, como explica (Garrido, 2014) son la trama y la urdimbre: la trama se refiere a un grupo de hilos que se encuentran ordenados de forma transversal y que van intercalando y enlazándose con los hilos de urdimbre de varias formas. La urdimbre se define como el conjunto de hilos que están ordenados de manera longitudinal y se entrelazan con los hilos de trama. (p. 1,2)



*Figura 1. Trama y urdimbre*

Fuente: Recuperado de <https://mariajurado.es/los-tejidos-textiles/>

Otro elemento que distingue al tejido plano es el orillo.

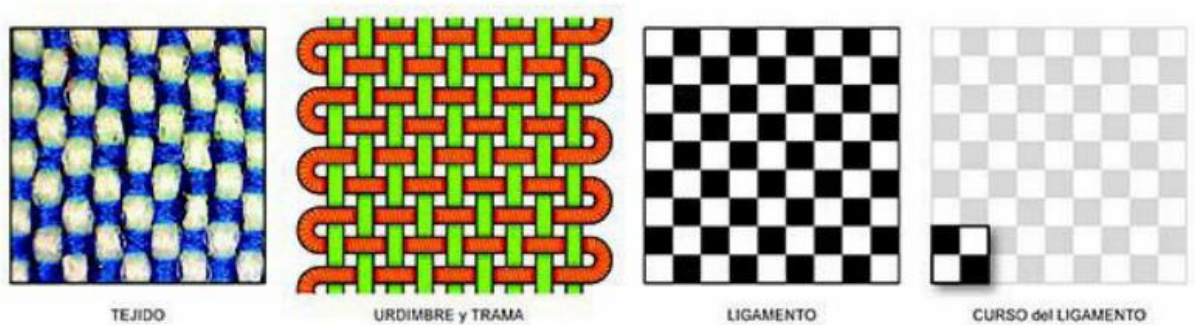
Por orillo se extiende las bandas exteriores que van a lo largo, en cada lado de la tela. Para tejeduría es importante que los hilos tengan una resistencia a la rotura, acorde al tipo de tela que se trabaje, al igual que su contracción. (Valderrama, 1980)

- **Ligamentos Fundamentales**

Se define como ligamentos fundamentales a aquellos que se usan de base para la creación de otros ligamentos.

**Tafetán:**

Se puede definir como el ligamento más pequeño de curso, tiene la misma proporción tanto de hilos como de pasadas. Sus dos caras son iguales, es decir que al revés y al derecho luce igual (Andrade, 2018).



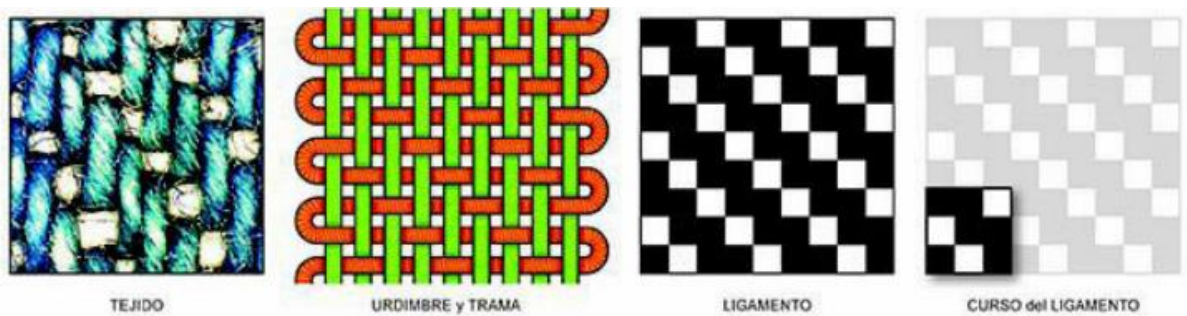
*Figura 2. Tafetán.*

Fuente: Recuperado de:

[http://fashionlaboratory.org/images/practicas/p2\\_gc\\_es\\_Ficha\\_tecnica\\_de\\_un\\_tejido\\_de\\_calada.pdf](http://fashionlaboratory.org/images/practicas/p2_gc_es_Ficha_tecnica_de_un_tejido_de_calada.pdf)

**Sarga:**

Su curso mínimo es de tres, la mayoría de sus escalonados es uno tanto en urdimbre como en trama. Cuando se habla de variaciones con base en este ligamento las densidades y diferentes títulos de hilo hacen cambiar la inclinación de 45° que caracteriza a este tejido (Andrade, 2018).

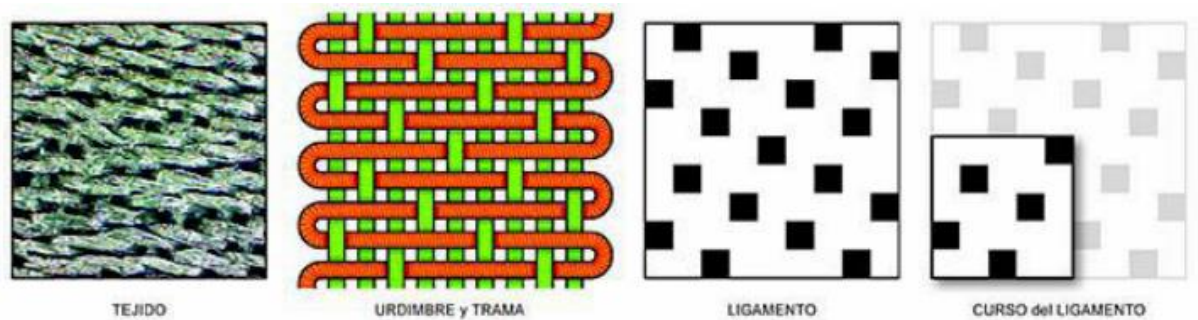


*Figura 3. Sarga.*

Fuente: Recuperado de [http://fashionlaboratory.org/images/practicass/p2\\_gc\\_es\\_Ficha\\_tecnica\\_de\\_un\\_tejido\\_de\\_calada.pdf](http://fashionlaboratory.org/images/practicass/p2_gc_es_Ficha_tecnica_de_un_tejido_de_calada.pdf)

### **Satín**

Uno de los factores que ayuda a su diferenciación es el alto brillo, aspecto terso y la delicadeza de esta tela. Presenta escalonados repartidos y una superficie lisa. Por lo general el mayor brillo es dado por la urdimbre (Andrade, 2018).



*Figura 4. Satín.*

Fuente: Recuperado de [http://fashionlaboratory.org/images/practicass/p2\\_gc\\_es\\_Ficha\\_tecnica\\_de\\_un\\_tejido\\_de\\_calada.pdf](http://fashionlaboratory.org/images/practicass/p2_gc_es_Ficha_tecnica_de_un_tejido_de_calada.pdf)

### **2.3.3. Acabados Textiles.**

Los acabados textiles son todos los procesos que se realiza a la tela luego de abandonar el telar, en donde se puede incluir los procesos de blanqueo y tintura considerándoles como propios de los acabados húmedos, la finalidad del acabado es la de aumentar una buena apariencia y la utilidad del género, teniendo en cuenta factores que son de gran remembranza en este proceso como:

La fibra y su disposición en el hilo del tejido: propiedades físicas de la fibra, particularmente su capacidad de hinchamiento, que determina su comportamiento cuando se aplica presión y fracción, en fases húmedas y a diferentes temperaturas. (Peñañiel, 2018, pág.

1)

- **Acabados Físicos**

También llamado acabado mecánico, es el tipo de acabado que solo interfiere con la textura y aspecto del textil, sin necesidad de usar productos químicos. “Los principales riesgos son el calor, las elevadas temperaturas que se aplican y las líneas de contacto entre rodillos en las piezas móviles de las máquinas” (Ivester & Neefus, pág. 89.21)



*Figura 5.* Tipos de acabados físicos.

- **Acabados Químicos**

El acabado químico se aplica con diversas máquinas (impregnadoras, barcas de impregnación, máquinas de impregnación al chorro, cubetas barras atomizadoras, autoclaves, máquinas de paletas, rodillos tangenciales y espumadores). [...] El principal riesgo asociado a este tipo de acabado es que la mayoría de las resinas liberan formaldehído durante la reacción. (Ivester & Neefus, pág. 89.21)

Al hablar de una interacción química se usa la aplicación de diferentes sustancias que pueden ser químicas y naturales.



Figura 6. Tipos de acabados químicos.

#### 2.3.4. Norma ISO 13934-2.

Esta parte de la Norma ISO 13934 ha sido elaborada en el contexto de varios métodos de ensayo que utilizan esencialmente aparatos de ensayo de tracción, para determinar ciertas propiedades mecánicas de los textiles, como las propiedades de resistencia a la tracción de los tejidos y de las costuras, las propiedades de resistencia al desgarro y el deslizamiento de las costuras. Los métodos de estas diferentes normas internacionales indican cuando es apropiado. Conviene no comparar los resultados obtenidos por cada uno de estos métodos con los obtenidos por los otros métodos. (INEN, 2014)

Con la ayuda de esta norma se validará el proceso que se llevó a cabo para la prueba de resistencia a la tracción- elongación de las probetas ya dotadas de ozono. Gracias a la certificación de esta normativa se puede especificar en tamaño y corte de cada una de las probetas, evitando posibles errores al momento de generar las muestras.

#### 2.3.5. Norma ISO 12947-2.

Explica (INEN, 2013), en el uso de su normativa ISO- 12947-2 para la determinación de la abrasión o formación de bolas con la ayuda del equipo Martindale.

En concordancia con la norma DIN EN ISO 13934-1 se ensayan probetas de 50 mm en forma de tira, tanto en clima normal como en estado mojado, una vez en sentido de la urdimbre y una vez en dirección a la trama. Debido a la textura de la superficie del tejido empleado se utilizan preferentemente mordazas neumáticas. En la norma mencionada se exige la determinación de la fuerza máxima de tracción y la fuerza máxima de tracción- extensión. (Zwick/Roell, s.f.)

## 2.4. Método de Ozonización

### 2.4.1. Generación Industrial de Ozono.

Para que la producción de este gas se realice eficientemente el ser humano ha diseñado varios métodos de generación, (Rodríguez, 2003) lo explica:

- a) *Electrólisis*: electrólisis del ácido sulfúrico. El rendimiento es mediocre y no se utiliza habitualmente (el consumo de energía es 2-5 veces mayor que en el método de descargas eléctricas). También se ha descrito la producción de ozono a partir de la electrólisis del ácido perclórico concentrado.

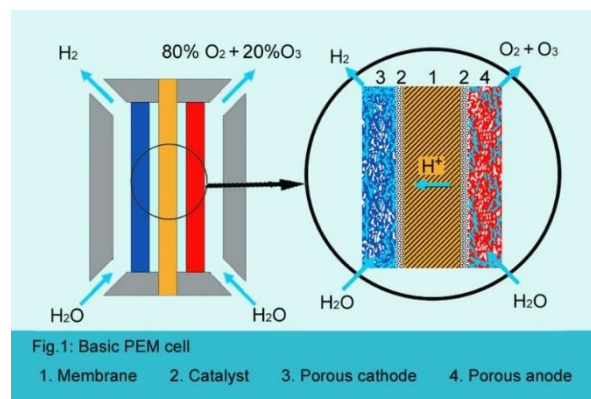


Figura 7. Proceso de electrólisis.

Fuente: Recuperado de [https://kangqiao.diytrade.com/sdp/80067/4/cp-1081191/0/PEM\\_Ozone\\_Generation\\_System.html](https://kangqiao.diytrade.com/sdp/80067/4/cp-1081191/0/PEM_Ozone_Generation_System.html)

- b) *Generación fotoquímica*: mediante reacción del oxígeno con luz ultravioleta (140-190 nm). Este procedimiento no se utiliza industrialmente debido al bajo rendimiento de generación de ozono ( $[O_3] < 1 \text{ g/m}^3$ ) y al alto consumo energético (del orden de 3 kWh/g). Este es el método de producción natural del ozono estratosférico.

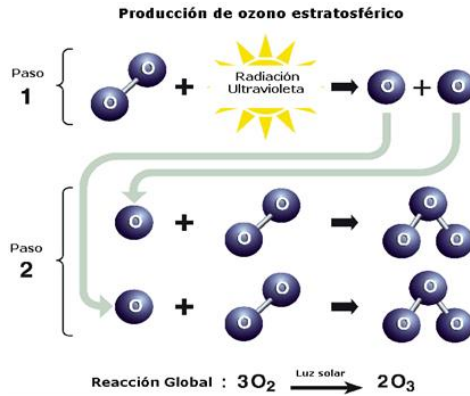


Figura 8. Producción de ozono estratosférico.

Fuente: Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/formacion-y-destruccion-del-ozono-estratosferico>

- c) *Generación radioquímica*: mediante radiación ( $\gamma$ ,  $\beta$  neutrones) procedente de isótopos radiactivos ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ). No se utiliza en la práctica debido a la complejidad de los requerimientos del proceso.
- d) *Descarga eléctrica de alto voltaje*: la técnica de plasma frío es el método que se emplea habitualmente; se hace pasar oxígeno (o aire desecado) a través de un campo eléctrico (generado entre un electrodo de media tensión- diferencia de potencial de 10 a 20 kV- y un electrodo de masa), generándose diversas especies químicas excitadas o no (átomos, iones, radicales, etc.) que se recombinan para formar ozono. [...] (p.17)

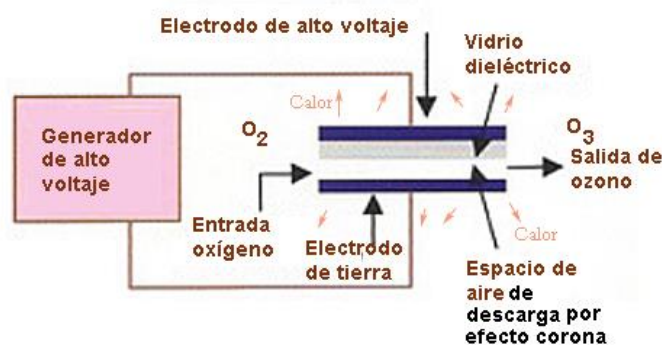


Figura 9. Método de descarga eléctrica de ozono.

Fuente: Recuperado de <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/ozono.php>

#### 2.4.2. Características de la Máquina

- **Características Técnicas**

Garantizando su uso y a alimentación eléctrica que necesita la máquina cuenta con las siguientes características:

**Tabla 2.**

*Características de la máquina de ozono*

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Nombre de la máquina:</b>	Cañón de OZONO 60.000 mg/h
<b>Método de generación de ozono:</b>	Descargas eléctricas
<b>Material:</b>	Carcasa acero inoxidable 304 + ABS
<b>Color:</b>	Plata
<b>Tamaño:</b>	aprox. 42.0 x 22.0 x 17.5
<b>Fuente de alimentación:</b>	110V, 60Hz
<b>Consumo de energía:</b>	260W
<b>Nivel de ruido:</b>	30-50 db

*Fuente: Datos obtenidos del catálogo. (Ver Anexo 4)*

- **Área de trabajo y tiempo**

**Tabla 3.**

*Especificaciones del uso*

<b>Ozono</b> Producción	<b>Área de trabajo</b>	<b>Ajuste de tiempo</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>
35 g/h	0-50 m <sup>3</sup>	1-5 minutos	Casa particular, hotel, habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100 m <sup>3</sup>	5-8 minutos	
	100-200 m <sup>3</sup>	8-12 minutos	
	200-280 m <sup>3</sup>	12-24 minutos	
	280-400 m <sup>3</sup>	24-48 minutos	
	400-650 m <sup>3</sup>	48-58 minutos	
<b>Ozono</b> Producción	<b>Área de trabajo</b>	<b>Ajuste de tiempo</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>
40 g/h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel, habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100 m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200 m <sup>3</sup>	5-10 minutos	
	200-280 m <sup>3</sup>	10-20 minutos	
	280-400 m <sup>3</sup>	20-40 minutos	



Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
	400-700 m <sup>3</sup>	40-55 minutos	
50 g/h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel, habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100 m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200 m <sup>3</sup>	5-8 minutos	
	200-280 m <sup>3</sup>	8-18 minutos	
	280-400 m <sup>3</sup>	18-38 minutos	
	400-800 m <sup>3</sup>	38-58 minutos	
Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
60 g/h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel, habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100 m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200 m <sup>3</sup>	5-8 minutos	
	200-280 m <sup>3</sup>	8-15 minutos	
	280-400 m <sup>3</sup>	15-30 minutos	
	400-800 m <sup>3</sup>	30-40 minutos	

*Fuente: Datos obtenidos del catálogo. (Ver Anexo 5)*

- **Certificación RoHS**

Esta certificación asegura la restricción del uso de ciertas sustancias peligrosas en la máquina, entro en vigor desde el 2006. **Anexo 2** asegura el uso y funcionamiento no dañino de la máquina en su entorno.

- **Certificación CE**

Asegura la libre circulación del producto dentro del mercado europeo. Cuando se declara un producto con la certificación CE se anuncia su cumplimiento con los requisitos legales y su validez es asegurada. (Ver **Anexo 3**)

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología

En el presente estudio la metodología de exposición a las muestras se realizó mediante la variación de tiempo en cada una de las probetas. Siendo el tiempo el factor determinante en la experimentación y el análisis de estas. Luego de esta exposición se evaluaron las muestras en los equipos de laboratorio, para el primer análisis se sometieron al equipo dinamómetro que estudia la resistencia a la tracción- elongación y para finalizar se expusieron al equipo Martindale que analiza la resistencia a la tracción. De esta manera se obtuvieron los datos necesarios para la elaboración de tabulaciones, conclusiones y recomendaciones.

#### 3.1. Método

El método de investigación ayudó a la experimentación con procesos desconocidos pero eficaces, así como el análisis de pruebas y resultados obtenidos.

##### *3.1.1. Método Experimental.*

La experimentación con el ozono en una probeta con acabados es el factor fundamental de la investigación, con la ayuda de este método se llegaron a alcanzar resultados que determinan el funcionamiento del estudio y la metodología de aplicación.

Gracias al uso de los instrumentos y pruebas la experimentación, se crea métodos y técnicas que garantizan la interacción del ozono con la industria textil, en este caso como un proceso de ennoblecimiento. Con la ayuda de esta técnica se creó un estándar para el uso del ozono en interacción con telas de 100% algodón tejido plano acabado.

##### *3.1.2. Método Científico.*

El método científico se basa en el análisis estadístico y netamente irrefutable de los resultados obtenidos, la certeza de este método ayuda en la confiabilidad de los procesos aplicados.

La interacción del ozono con las probetas asegura un proceso químico gracias a la alteración del algodón 100%, el desarrollo y observación de esta técnica es evaluada con los análisis y normas de laboratorio.

### **3.2. Diseño del Proceso de Aplicación de Ozonización**

Para el diseño del proceso de ozonización y las diferentes probetas que van a intervenir en esta etapa, se han identificado los antecedentes basados en el uso del ozono en la industria textil, con la ayuda de estos datos se obtuvo un estándar para la identificación del proceso.

El diseño de la cámara de aplicación es el desarrollo en función de volumen y dimensiones de la máquina ozonizadora, es en esta cámara donde se encuentran las probetas que serán dotadas de ozono, es gracias a los antecedentes que se logra obtener el diseño de la cámara hermética para su uso en este proyecto. Debido a la interacción del ozono como gas se optó por el uso de vidrio para la creación de la cámara ozonizadora.

El trabajo en función del tiempo es el factor que ayudará a determinar los parámetros de aplicación del ozono en cada una de las probetas. Con este factor se pudo trabajar las probetas de algodón 100%; y, se aplicó diferentes proporciones de ozono en las telas a analizar. Es en este proceso en el que la intervención de ozono con las probetas se realiza de forma directa y hermética.

Una vez determinado y realizado el proceso de aplicación se procedió con las pruebas de laboratorio en los equipos Martindale y dinamómetro, donde se obtuvieron resultados y parámetros que serán tabulados y analizados.

#### **3.2.1. Antecedentes de la Aplicación de Ozono.**

- **El ozono en el blanqueamiento de la tela de algodón**

Para este proyecto los parámetros que se aplicaron llegaron a ser determinantes, los más importantes como el pH, dosis de ozono y el tiempo en el que se tratará a las probetas. Dando como resultado una tela blanqueada durante 45 min a exposición con ozono y un pH de 5, la temperatura en la que se suscitó todo este proceso es a temperatura ambiente. De este estudio también se puede obtener la degradación de las probetas en medios ácidos y ozonización prolongada. (Arooj, Ahmad, Ahmed, & Nawaz, 2014)

- **El ozono como decolorante en la tintura de jean de mezclilla**

Se determina gracias a este estudio que el ozono funcionó como decolorante durante el acabado, transformando el agua azul en agua amarillenta. Todo este proceso se debe a la ruptura del doble enlace de carbono del colorante índigo. El estudio es prometedor en cuanto a blanqueamiento de jeans. (Kamppuri & Mahmood, 2019)

### **3.2.2. *Diagrama de Flujo del Proceso.***

En el desarrollo de este estudio se implicaron varios parámetros, desde la búsqueda de información y antecedentes hasta las pruebas de aplicación, cada uno de los pasos a seguir se encuentran especificados en el siguiente flujo de procesos.

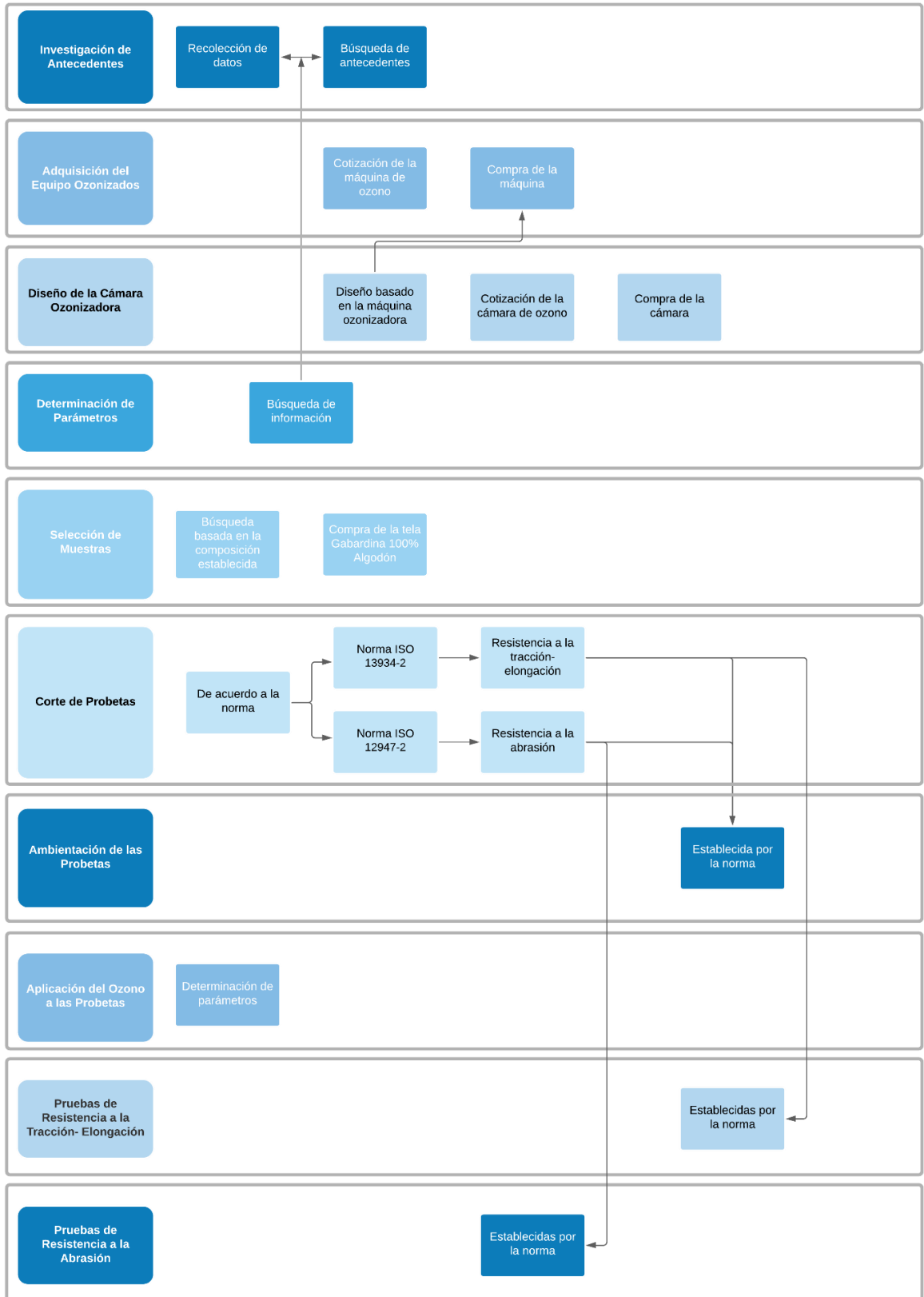


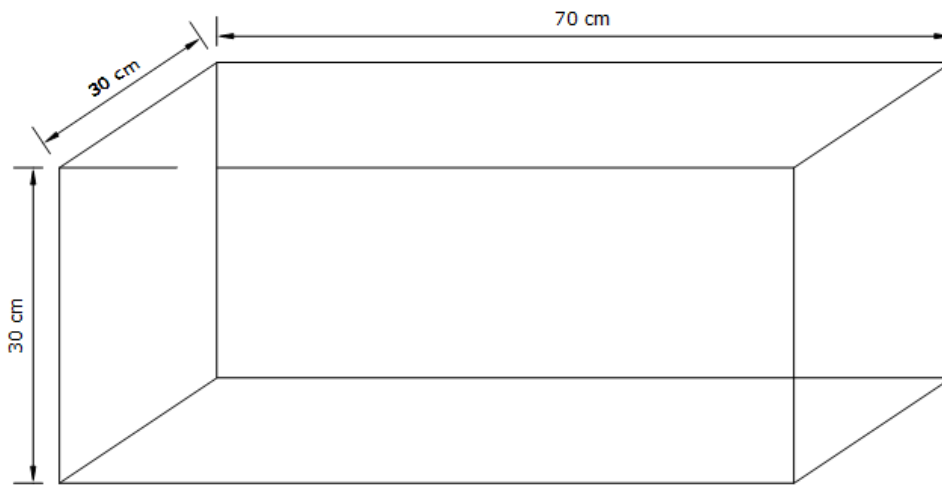
Figura 10. Flujograma de procesos.

### 3.2.3. *Diseño de la Cámara de Aplicación.*

El diseño de la cámara de aplicación es el proceso por el cual se crea una atmósfera impenetrable para la dotación de ozono a las probetas de algodón 100%, las dimensiones de la máquina, es la base para la creación de esta cámara de aplicación.

- **Diseño de la cámara**

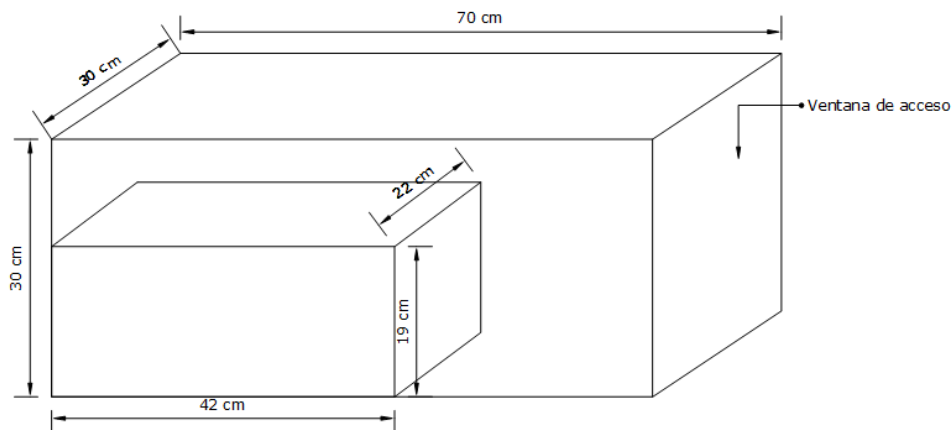
La cámara de aplicación incluye a la máquina de ozono y la rejilla para las probetas o muestras de algodón 100%.



*Figura 11. Cámara de ozono*

- **Diseño de la entrada lateral**

Para que las probetas puedan ingresar a la cámara es necesario la creación de una entrada lateral, esta entrada tendrá como función el ingreso de las probetas y de la máquina de ozono, la protección de esta puerta debe ser total, para prevenir las fugas de ozono.



*Figura 12. Entrada lateral*

- **Puerta lateral**

El diseño de esta puerta debe contener el orificio para el ventilador y otro para los controles y la alimentación eléctrica. Estas entradas deben estar protegidas y aisladas para evitar las fugas.

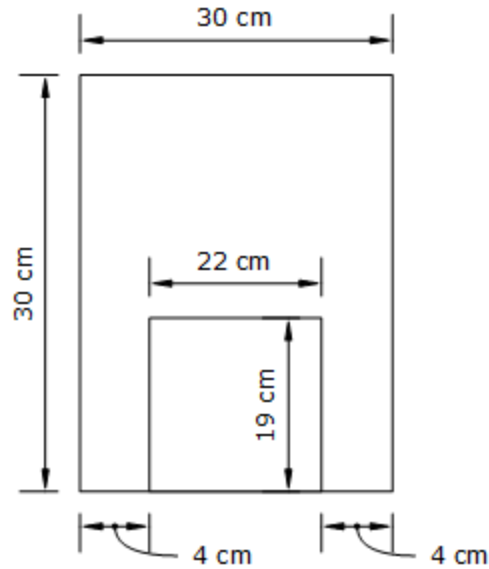


Figura 13. Entradas de la puerta lateral

### 3.2.4. Cálculo del Volumen de la Cámara.

Es necesario que el volumen de aplicación de ozono se encuentre relacionado a las dimensiones de la cámara ozonizadora.

$$V = lxbxh$$

$$V = 70 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$$

$$V = 63\,000 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.063 \text{ m}^3$$

Donde:

V= Volumen

l= Largo

b= Ancho

h= Altura

### 3.3. Planificación de Pruebas

En la planificación de las pruebas de confiabilidad a realizarse se ha determinado que el tiempo en la cámara de ozono será el factor con el que se contará para variar las condiciones de permanencia de las probetas.

#### 3.3.1. Datos técnicos de la Muestra a Analizar.

**Tabla 4.**

*Datos técnicos de las gabardinas.*

<b>Muestra:</b>	Gabardina 1; 2														
<b>Densidad</b>															
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>									
<b>Urdimbre:</b>	88	88	88	88	88	88									
<b>Trama:</b>	77	77	77	77	77	77									
<b>Armazón</b>															
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>									X		X		X		
		X													
	X														
X															
<b>Composición:</b>	100% Co														

**Muestra:**



*Figura 14. Gabardina en color gris.*

Nota: La densidad de la gabardina #1 color gris y la gabardina #2 es la misma.

#### 3.3.2. Planificación de las Pruebas Destinadas a la Aplicación de Ozono.

Gracias a la definición del proceso de ozonización se inicia la planificación de cada una de las pruebas que serán parte de este estudio.

El comienzo de estos ensayos se realizó en estado seco, tomando como probetas a siete muestras de telas.



**Tabla 5.**  
*Planificación de pruebas de ozonización en estado seco.*

<b>N° Muestra</b>	<b>Tiempo de Aplicación de Ozono</b>	<b>Estado de la Muestra</b>
M <sub>0</sub>	0 min	Seco
M <sub>1</sub>	5 min	Seco
M <sub>2</sub>	15 min	Seco
M <sub>3</sub>	20 min	Seco
M <sub>4</sub>	25 min	Seco
M <sub>5</sub>	35 min	Seco
M <sub>6</sub>	50 min	Seco
M <sub>7</sub>	65 min	Seco

Nota: Estas probetas están destinadas a la prueba de laboratorio de resistencia a la tracción-elongación en estado seco.

- **Gabardina #1 y #2 en estado húmedo**

Para las probetas en estado húmedo se realizaron dos ensayos, el primero que corresponde a la gabardina #1 color gris y el segundo a la gabardina #2 en color negro, con los mismos tiempos de ozonización en cada una de las muestras.

**Tabla 6.**  
*Planificación de pruebas de ozonización en estado húmedo gabardina #1.*

<b>N° Muestra</b>	<b>Tiempo de Aplicación de Ozono</b>	<b>Estado de la Muestra</b>
M <sub>0</sub>	0 min	Húmedo
M <sub>1</sub>	5 min	Húmedo
M <sub>2</sub>	20 min	Húmedo
M <sub>3</sub>	65 min	Húmedo

Nota: Estas muestras fueron sometidas a la prueba de laboratorio de resistencia a la tracción-elongación en estado húmedo, siendo la gabardina #1 en color gris. Con 60 % de humectación en relación con el peso de cada una de las probetas.

**Tabla 7.**  
*Planificación de pruebas de ozonización es estado húmedo gabardina #2.*

<b>N° Muestra</b>	<b>Tiempo de Aplicación de Ozono</b>	<b>Estado de la Muestra</b>
M <sub>0</sub>	0 min	Húmedo
M <sub>1</sub>	5 min	Húmedo

M <sub>2</sub>	20 min	Húmedo
M <sub>3</sub>	65 min	Húmedo

Nota: Estas probetas se someterán a la prueba de laboratorio de resistencia a la tracción-elongación en estado húmedo, la gabardina #2 en color negro está destinada a esta prueba. Con 60 % de humectación en relación con el peso de cada una de las probetas.

- **Planificación de las 4 pruebas de ozonización**

En estas pruebas se ha determinado el uso de 5 probetas, partiendo desde la muestra sin ozono. Para determinar los siguientes tiempos de exposición de ozono se tomaron dos intervalos de tiempo con buen resultado en la prueba de resistencia a la tracción- elongación y dos intervalos con un resultado bajo en la prueba de resistencia a la tracción- elongación.

**Tabla 8.**

*Planificación de 5 pruebas de ozonización en estado seco gabardina #1 color gris.*

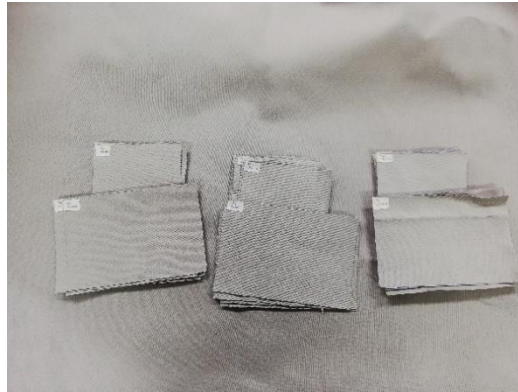
Nº Muestra	Tiempo de Aplicación de Ozono	Estado de la Muestra
M <sub>0</sub>	0 min	Seco
M <sub>1</sub>	5 min	Seco
M <sub>2</sub>	15 min	Seco
M <sub>3</sub>	35 min	Seco
M <sub>4</sub>	65 min	Seco

Nota: Las cinco probetas serán sometidas a la prueba de laboratorio de resistencia a la abrasión.

### 3.3.3. *Proceso de Ozonización.*

La ozonización de las probetas se realizó en dos fases de experimentación. Una de estas fases es destinada para las pruebas en estado seco y la segunda fase es para las probetas en estado húmedo, una vez que las muestras se encuentren cortadas como indican las normas a usarse se procede a la ozonización. Contando con los siguientes pasos:

### 1. Acondicionamiento de las muestras.



*Figura 15.* Probetas destinadas al acondicionamiento previo al proceso de ozonización.

### 2. Preparación de la puerta lateral de la cámara ozonizadora.



*Figura 16.* Apertura de la puerta lateral de la cámara ozonizadora

### 3. Fijación de las muestras.



*Figura 17.* Fijación de las muestras con la ayuda de un hilo de cabuya se grapan las muestras en cada una de las cuerdas.

#### 4. Adherencia de las cuerdas en la cámara ozonizadora.

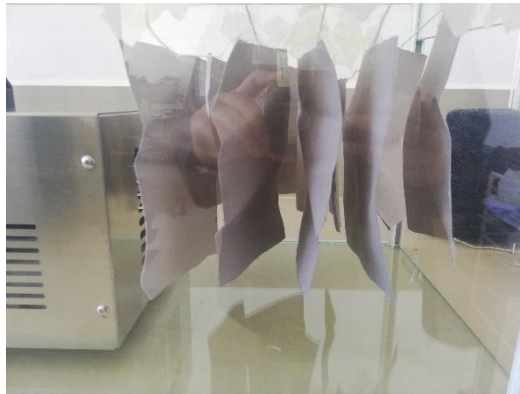


Figura 18. Adherencia con cinta adhesiva de cada una de las cuerdas en las paredes de la cámara.

#### 5. Cierre en la puerta lateral.



Figura 19. Hermetismo de la cámara se completa *una vez cerrada* la puerta lateral por la que entraron las probetas.

#### 6. Programación de la máquina ozonizadora.



Figura 20. Programación de la máquina para que no sufra ningún daño, determinando si se trata de minutos u horas de trabajo y descanso.

## 7. Encendido de la máquina.



Figura 21. Funcionamiento de la máquina ozonizadora. Una vez que se encuentre hermetizada y programada se pulsa el botón de encendido para continuar con el tiempo de ozonización.

### 3.3.4. Parámetros de la Norma.

En las normas para el procedimiento que se desea desarrollar en este estudio se encuentran una serie de parámetros que deben ser cumplidos para que el uso de esta normativa sea cumplido, este es uno de los motivos por el cual es importante conocer los principios de este proyecto.

- **Prueba de Resistencia a la tracción- elongación**

Se cortan dos juegos de probetas de cada muestra para laboratorio, un juego en dirección de la urdimbre y el otro en la dirección de la trama. Cada juego debe comprender cinco probetas como mínimo; si se requiere una mayor precisión de resultados, se ensayará con un número mayor de probetas.

- **Dimensiones**

La anchura de cada una de las probetas debe ser de  $100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  y su longitud debe ser suficiente para permitir una longitud de ensayo de 100 mm.

- **Preparación de las probetas**

En cada probeta se traza una línea a una distancia de 38 mm de uno de los bordes paralelamente a los hilos de trama o de urdimbre o, según el caso, en la dirección de la máquina o en la dirección transversal de la misma, en toda la longitud de la probeta.

- **Longitud de ensayo**

Se regula la longitud de ensayo del aparato de ensayo de tracción a  $(100 \pm 1) \text{ mm}$  o, si se acuerda, a  $(75 \pm 1) \text{ mm}$ .

- **Velocidad de extensión**

Regular la velocidad de extensión del aparato de ensayo a 50 mm/min.

- **Prueba de Resistencia a la Abrasión.**

Antes de tomar las probetas de las muestras para laboratorio, acondicionar las muestras, sin ejercer tensión durante 18 h como mínimo sobre una superficie lisa y horizontal, con circulación de aire libre en condiciones ambientales.

- **Dimensiones de las probetas**

El diámetro de las probetas debe ser de  $38,0_0^{+0.5}$  mm.

- **Dimensiones del abrasivo**

Las dimensiones del abrasivo deben ser de 140 mm de diámetro o 140 mm de largo y ancho, como mínimo.

- **Dimensiones del soporte del abrasivo de fieltro**

El diámetro del soporte de fieltro de lana tejida debe ser de  $140_0^{+5}$  mm.

- **Dimensiones del respaldo de espuma del porta probetas**

El diámetro del soporte de fieltro de lana tejida debe ser de  $38,0_0^{+0.5}$  mm.

### **3.4. Procedimiento de Pruebas**

#### ***3.4.1. Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.***

El proceso de planificación de pruebas iniciará con lo establecido en la norma para cada una de las probetas. Este método ayudará a la secuencia del análisis con las pruebas de confiabilidad previamente establecidos.

##### **1. Corte de las probetas.**



*Figura 22.* El corte en la tela se realiza con la ayuda del molde especificado por la norma ISO 13934-2 de 10 cm x 15 cm en dirección de la urdimbre y la trama.

## **2. Ozonización de las probetas.**



*Figura 23.* La dotación de ozono se emplea según los tiempos estimados y se prepara el equipo, tal como se explica en el punto 3.3.3.

## **3. Preparación del equipo de laboratorio Dinamómetro.**



*Figura 24.* Encendido del equipo de laboratorio Dinamómetro.

## **4. Ingreso de datos en equipo de laboratorio.**

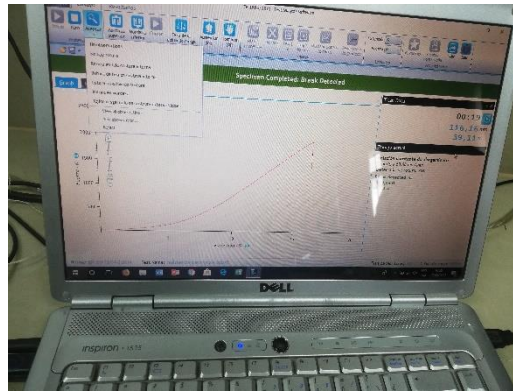


Figura 25. Ingreso de datos del laboratorista en el equipo Dinamómetro, para la numeración de las pruebas.

### 5. Ajuste de las mordazas de la máquina.



Figura 26. Ajuste manual de las mordazas para el inicio de la prueba.

### 6. Inicio de la prueba.



Figura 27. Confirmación de la máquina para el inicio del proceso de prueba de resistencia a la tracción-elongación.



### 3.4.2. Fichas de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.

La ficha técnica que se usó para la recopilación de datos de la prueba de resistencia a la tracción- elongación contiene información del tiempo de ozonización y los resultados obtenidos, así como la temperatura y humedad del laboratorio, todos y cada uno de estos datos genera conocimiento sobre lo usado e implementando en el proceso de prueba.

- **Muestra sometida a 0 min de ozonización/ tracción- elongación**

**Tabla 9.**

*Ficha técnica de la muestra #0 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	0 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	8:30 am	<b>Hora final:</b>	8:50 am
<b>N° de muestra: 0</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1996,71	<b>Mínimo:</b>	1946,65
		<b>Máximo:</b>	2052,5
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	16,14%	<b>Mínimo:</b>	15,87%
		<b>Máximo:</b>	16,62%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1389,8	<b>Mínimo:</b>	1357,08
		<b>Máximo:</b>	1454,39
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	19,92%	<b>Mínimo:</b>	19,54%
		<b>Máximo:</b>	20,64%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h

#### Imagen

**Imagen de Urdimbre**



*Figura 28. Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización, estado seco.*

**Imagen de Trama**



*Figura 29. Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización, estado seco.*

#### Observaciones:

- **Muestra sometida a 5 min de ozonización/ tracción- elongación**

**Tabla 10.***Ficha técnica de la muestra #1 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	5 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	9:00 am	<b>Hora final:</b>	9:50 am
<b>N° de muestra: 1</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	2056,74	<b>Mínimo:</b>	1914,46
		<b>Máximo:</b>	2149,96
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	16,01%	<b>Mínimo:</b>	15,59%
		<b>Máximo:</b>	16,43%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1375,3	<b>Mínimo:</b>	1289,89
		<b>Máximo:</b>	1498,09
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	20,53%	<b>Mínimo:</b>	19,52%
		<b>Máximo:</b>	21,07%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h

**Imagen****Imagen de Urdimbre***Figura 30. Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización, estado seco.***Imagen de Trama***Figura 31. Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización, estado seco.***Observaciones:**

- Muestra sometida a 15 min de ozonización/ tracción- elongación

**Tabla 11.***Ficha técnica de la muestra #2 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	15 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	10:00 am	<b>Hora final:</b>	10:50 am
<b>N° de muestra: 2</b>			

<b>URDIMBRE</b>					
<b>Media:</b>	1953,6	<b>Mínimo:</b>	1878,79	<b>Máximo:</b>	2050,23
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>					
<b>Media:</b>	15,32%	<b>Mínimo:</b>	14,76%	<b>Máximo:</b>	15,58%
<b>TRAMA</b>					
<b>Media:</b>	1127,61	<b>Mínimo:</b>	1020,04	<b>Máximo:</b>	1295,55
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>					
<b>Media:</b>	21,26%	<b>Mínimo:</b>	20,47%	<b>Máximo:</b>	22,19%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm		<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h	

**Imagen****Imagen de Urdimbre**

Figura 32. Probeta de urdimbre sometida a 15 min de ozonización, estado seco.

**Imagen de Trama**

Figura 33. Probeta de trama sometida a 15 min de ozonización, estado seco.

**Observaciones:**

- **Muestra sometida a 20 min de ozonización/ tracción- elongación**

**Tabla 12.**

*Ficha técnica de la muestra #3 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %		
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	20 min		
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2		
<b>Hora inicial:</b>	11:00 am	<b>Hora final:</b>	11:50 am		
<b>N° de muestra: 3</b>					
<b>URDIMBRE</b>					
<b>Media:</b>	2046,15	<b>Mínimo:</b>	1939,96	<b>Máximo:</b>	2097,7
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>					
<b>Media:</b>	15,19%	<b>Mínimo:</b>	14,75%	<b>Máximo:</b>	15,76%
<b>TRAMA</b>					
<b>Media:</b>	1235,25	<b>Mínimo:</b>	1120,63	<b>Máximo:</b>	1338,54
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>					
<b>Media:</b>	19,03%	<b>Mínimo:</b>	18,8%	<b>Máximo:</b>	19,4%

---

**Tamaño de la muestra:** 10 x 15 cm      **Ambientación de la muestra:** 18 h

---

**Imagen**

---

**Imagen de Urdimbre**



*Figura 34.* Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización, estado seco.

**Imagen de Trama**



*Figura 35.* Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización, estado seco.

---

**Observaciones:**

---

- **Muestra sometida a 25 min de ozonización/ tracción- elongación**

**Tabla 13.**

*Ficha técnica de la muestra #4 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	25 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	12:00 am	<b>Hora final:</b>	12:50 am
<b>N° de muestra: 4</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1912,19	<b>Mínimo:</b>	1790,9
		<b>Máximo:</b>	1979,58
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	15,49%	<b>Mínimo:</b>	15,03%
		<b>Máximo:</b>	16,06%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1208,93	<b>Mínimo:</b>	1182,44
		<b>Máximo:</b>	1231,66
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	19,49%	<b>Mínimo:</b>	19,01%
		<b>Máximo:</b>	19,89%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 36. Probeta de urdimbre sometida a 25 min de ozonización, estado seco.



Figura 37. Probeta de trama sometida a 25 min de ozonización, estado seco.

---

**Observaciones:**

---

- Muestra sometida a 35 min de ozonización/ tracción- elongación

**Tabla 14.**

*Ficha técnica de la muestra #5 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	35 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	13:00 pm	<b>Hora final:</b>	13:50 pm
<b>N° de muestra: 5</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1869,47	<b>Mínimo:</b>	1819,79
		<b>Máximo:</b>	1943,55
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	15,26%	<b>Mínimo:</b>	14,75%
		<b>Máximo:</b>	15,76%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1236,39	<b>Mínimo:</b>	1170,95
		<b>Máximo:</b>	1309,04
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	18,7%	<b>Mínimo:</b>	18,22%
		<b>Máximo:</b>	19,02%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 38. Probeta de urdimbre sometida a 35 min de ozonización, estado seco.



Figura 39. Probeta de trama sometida a 35 min de ozonización, estado seco.

### Observaciones:

- Muestra sometida a 50 min de ozonización/ tracción- elongación

**Tabla 15.**

*Ficha técnica de la muestra #6 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	50 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	8:30 am	<b>Hora final:</b>	9:50 am
<b>N° de muestra: 6</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1697,89	<b>Mínimo:</b>	1614,32
		<b>Máximo:</b>	1818,15
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	13,93%	<b>Mínimo:</b>	13,08%
		<b>Máximo:</b>	14,38%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1148,25	<b>Mínimo:</b>	1043,36
		<b>Máximo:</b>	1206,25
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	18,55%	<b>Mínimo:</b>	17,76%
		<b>Máximo:</b>	19,09%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 40. Probeta de urdimbre sometida a 50 min de ozonización, estado seco.



Figura 41. Probeta de trama sometida a 50 min de ozonización, estado seco.

### Observaciones:

- Muestra sometida a 65 min de ozonización/ tracción- elongación

**Tabla 16.**

*Ficha técnica de la muestra #7 en estado seco.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	65 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	10:00 am	<b>Hora final:</b>	10:50 am
<b>N° de muestra: 7</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1661,74	<b>Mínimo:</b>	1589,56
		<b>Máximo:</b>	1773,1
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	14,05%	<b>Mínimo:</b>	13,71%
		<b>Máximo:</b>	14,46%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	974,08	<b>Mínimo:</b>	878,07
		<b>Máximo:</b>	1064,29
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	18,26%	<b>Mínimo:</b>	17,54%
		<b>Máximo:</b>	19,47%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 42. Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización, estado seco.



Figura 43. Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización, estado seco.

---

**Observaciones:**

---

**3.4.3. Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #1 y la Gabardina #2.**

Para el procedimiento de resistencia a la tracción elongación en estado seco no se realizará ningún cálculo adicional, mientras que para el proceso húmedo se ejecutará el pesaje de cada una de las muestras para determinar al 70% el agua destilada que se usará para humectar a las probetas. Usando la siguiente ecuación:

$$\text{Gramos de Humectación} = \frac{P_t \times 70\%}{100\%}$$

Donde:

Pt= Peso de la tela en gramos

70%= Es la humectación destinada a las probetas

100%= Es el peso completo de la probeta

El resultado de esta ecuación ayuda a determinar el peso en gramos de agua destilada que se debe usar en cada una de las muestras pesadas.



### 1. Corte de las probetas.



Figura 44. Con la ayuda del molde especificado por la norma ISO 13934-2 se realiza el corte de 10 cm x 15 cm en dirección de la urdimbre y trama.

### 2. Pesaje de las probetas.

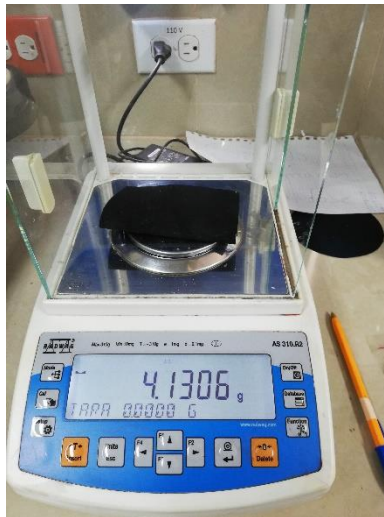


Figura 45. Pesaje de cada una de las muestras a evaluar.

### 3. Determinación de la cantidad de agua destilada a usar.



Figura 46. Pesaje del agua destilada necesaria para humectar a las probetas.

#### 4. Humectación de las muestras.



*Figura 47.* Humectación de las muestras.

#### 5. Ozonización de las probetas húmedas.



*Figura 48.* Ozonización a cada una de las probetas, con el mismo procedimiento 3.3.3.

#### 6. Inicio de la prueba de resistencia a la tracción- elongación.



Figura 49. Inicio de las pruebas, en el equipo Dinamómetro.

#### 3.4.4. Fichas de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo, Gabardina #1 y Gabardina #2.

En cada uno de los ensayos para la prueba de resistencia a tracción- elongación en estado húmedo se usa la misma norma ISO 13934-2 que, para las pruebas en seco, la humectación de estas pruebas hace la diferencia en el proceso, pero se mantienen los protocolos. En este caso se usarán los dos tipos de gabardinas que están destinadas a la evaluación.

- Gabardina #1
- Muestra sometida a 0 min de ozonización/ tracción- elongación

Tabla 17.

Ficha técnica de la muestra #0 en estado húmedo, gabardina 1.

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	0 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	11:00 am	<b>Hora final:</b>	11:50 am
<b>N° de muestra: 0</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	2009,83	<b>Mínimo:</b>	1939,19
		<b>Máximo:</b>	2066,71
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	18,79%	<b>Mínimo:</b>	18,35%
		<b>Máximo:</b>	19,55%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1245,58	<b>Mínimo:</b>	1219,92
		<b>Máximo:</b>	1282,37
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	27,09%	<b>Mínimo:</b>	24,55%
		<b>Máximo:</b>	30,39%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h

---

**Imagen**


---

**Imagen de Urdimbre**

Figura 50. Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.

**Imagen de Trama**

Figura 51. Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.

---

**Observaciones:**


---

- **Muestra sometida a 5 min de ozonización**

**Tabla 18.**

*Ficha técnica de la muestra #1 en estado húmedo, gabardina 1.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	5 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	12:00 am	<b>Hora final:</b>	12:50 am
<b>N° de muestra: 1</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1984,96	<b>Mínimo:</b>	1854,56
		<b>Máximo:</b>	2088,15
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	17,69%	<b>Mínimo:</b>	17,13%
		<b>Máximo:</b>	18,72%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1232,3	<b>Mínimo:</b>	1099,94
		<b>Máximo:</b>	1376,92
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	25,53%	<b>Mínimo:</b>	24,12%
		<b>Máximo:</b>	28,43%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	

---



Figura 52. Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.



Figura 53. Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.

### Observaciones:

- Muestra sometida a 20 min de ozonización

**Tabla 19.**

*Ficha técnica de la muestra #2 en estado húmedo, gabardina 1.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	20 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	13:00 pm	<b>Hora final:</b>	13:50 pm
<b>N° de muestra: 2</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1964,41	<b>Mínimo:</b>	1835,77
		<b>Máximo:</b>	2155,9
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	16,66%	<b>Mínimo:</b>	15,7%
		<b>Máximo:</b>	17,64%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1171,15	<b>Mínimo:</b>	995,1
		<b>Máximo:</b>	1268,82
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	23,95%	<b>Mínimo:</b>	22,7%
		<b>Máximo:</b>	25,12%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 54. Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.



Figura 55. Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.

### Observaciones:

- **Muestra sometida a 65 min de ozonización**

**Tabla 20.**

*Ficha técnica de la muestra #3 en estado húmedo, gabardina 1.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	65 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	8:30 am	<b>Hora final:</b>	9:30 am
<b>N° de muestra: 3</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1378,83	<b>Mínimo:</b>	1252,47
		<b>Máximo:</b>	1635,44
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	12,8%	<b>Mínimo:</b>	11,98%
		<b>Máximo:</b>	13,16%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1029,3	<b>Mínimo:</b>	975,38
		<b>Máximo:</b>	1068,16
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	22,56%	<b>Mínimo:</b>	20,06%
		<b>Máximo:</b>	25,32%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 56. Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.



Figura 57. Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 1.

### Observaciones:

- Gabardina #2
- Muestra sometida a 0 min de ozonización

Tabla 21.

Ficha técnica de la muestra #0 en estado húmedo, gabardina 2.

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	0 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	9:30 am	<b>Hora final:</b>	10:00 am
<b>N° de muestra: 0</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	2035,59	<b>Mínimo:</b>	1951,4
		<b>Máximo:</b>	2143,08
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	19,92%	<b>Mínimo:</b>	19,14%
		<b>Máximo:</b>	21,31%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	972,95	<b>Mínimo:</b>	900,97
		<b>Máximo:</b>	1022,19
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	23,37%	<b>Mínimo:</b>	22,11%
		<b>Máximo:</b>	25,03%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 58. Probeta de urdimbre sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.



Figura 59. Probeta de trama sometida a 0 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.

### Observaciones:

- **Muestra sometida a 5 min de ozonización**

**Tabla 22.**

*Ficha técnica de la muestra #1 en estado húmedo, gabardina 2.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	5 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	10:30 am	<b>Hora final:</b>	11:00 am
<b>N° de muestra: 1</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	2034,01	<b>Mínimo:</b>	1906,81
		<b>Máximo:</b>	2149,11
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	17,33%	<b>Mínimo:</b>	16,9%
		<b>Máximo:</b>	17,89%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1147,95	<b>Mínimo:</b>	1106,9
		<b>Máximo:</b>	1202,2
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	24,27%	<b>Mínimo:</b>	23,11%
		<b>Máximo:</b>	26,06%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	





Figura 60. Probeta de urdimbre sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.



Figura 61. Probeta de trama sometida a 5 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.

### Observaciones:

- **Muestra sometida a 20 min de ozonización**

**Tabla 23.**

*Ficha técnica de la muestra #2 en estado húmedo, gabardina 2.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	20 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	11:30 am	<b>Hora final:</b>	12:30 am
<b>N° de muestra: 2</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	2017,96	<b>Mínimo:</b>	1938,92
		<b>Máximo:</b>	2096,29
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	16,88%	<b>Mínimo:</b>	16,21%
		<b>Máximo:</b>	17,63%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	1155,15	<b>Mínimo:</b>	1110,37
		<b>Máximo:</b>	1190,22
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	24,16%	<b>Mínimo:</b>	23,61%
		<b>Máximo:</b>	24,74%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 62. Probeta de urdimbre sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.



Figura 63. Probeta de trama sometida a 20 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.

### Observaciones:

- **Muestra sometida a 65 min de ozonización**

**Tabla 24.**

*Ficha técnica de la muestra #3 en estado húmedo, gabardina 2.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Dinamómetro	<b>Tiempo de ozonización:</b>	65 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 13934-2
<b>Hora inicial:</b>	8:30 am	<b>Hora final:</b>	10:30 am
<b>N° de muestra: 3</b>			
<b>URDIMBRE</b>			
<b>Media:</b>	1699,84	<b>Mínimo:</b>	1517,33
		<b>Máximo:</b>	1852,51
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	13,94%	<b>Mínimo:</b>	13,46%
		<b>Máximo:</b>	14,34%
<b>TRAMA</b>			
<b>Media:</b>	884,88	<b>Mínimo:</b>	705,77
		<b>Máximo:</b>	973,88
<b>Porcentaje de elongación a la ruptura</b>			
<b>Media:</b>	21,1%	<b>Mínimo:</b>	20,03%
		<b>Máximo:</b>	21,65%
<b>Tamaño de la muestra:</b>	10 x 15 cm	<b>Ambientación de la muestra:</b>	18 h
<b>Imagen</b>			
<b>Imagen de Urdimbre</b>		<b>Imagen de Trama</b>	



Figura 64. Probeta de urdimbre sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.

Fuente: Autor



Figura 65. Probeta de trama sometida a 65 min de ozonización en estado húmedo, gabardina 2.

Fuente: Autor

---

**Observaciones:**

---

**3.4.5. Procedimiento de Prueba de Resistencia a la Abrasión Gabardina #1.**

Las pruebas de resistencia a la abrasión usan el mismo proceso de ozonización, que el de las pruebas de tracción- elongación. Los parámetros dados por la norma ayudan a la validación del proceso.

**1. Selección de troqueles.**



Figura 66. Selección del troquel especificado por la norma ISO 12947-2.

**2. Troquelado de la tela testigo.**



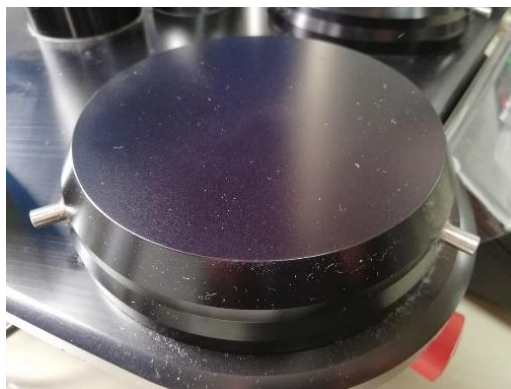
*Figura 67.* Tela testigo, debe ser troquelada como la norma lo especifica.

### **3. Verificación de los testigos cortados.**



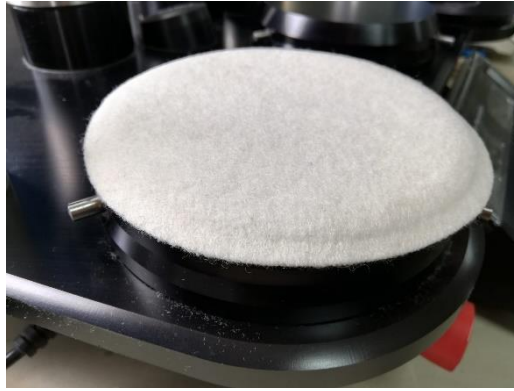
*Figura 68.* Verificación de la tela testigo cortada con los troqueles.

### **4. Preparación de los tambores.**



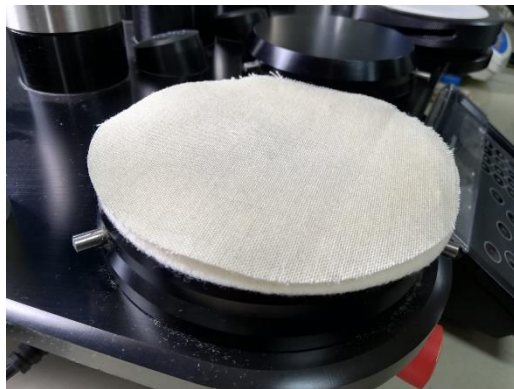
*Figura 69.* Preparación de los cinco tambores del equipo de laboratorio Martindale.

### **5. Colocación de la tela fieltro.**



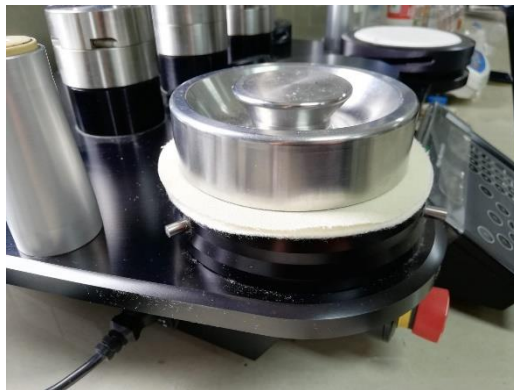
*Figura 70.* Incorporación del fieltro base en los tambores de la máquina.

## **6. Implementación de la tela testigo.**



*Figura 71.* Colocación de la tela testigo sobre el fieltro base

## **7. Fijación de los testigos.**



*Figura 72.* Con la pesa se fija cada una de las telas testigos en los tambores de la máquina.

## **8. Seguros del tambor.**



*Figura 73.* Incorporación del seguro en cada uno de los tambores para la fijación de la tela testigo.

## **9. Ozonización de las telas.**



*Figura 74.* Ozonización a cada una de las probetas, con el mismo procedimiento 3.3.3.

## **10. Troquelado de las telas ozonizadas.**



*Figura 75.* El troquelado de la tela ozonizada se lo realiza como lo especifica la norma.

## **11. Troquelado de la esponja base.**



*Figura 76.* Troquelado del mismo tamaño que el de la tela ozonizada.

## **12. Preparación del armazón.**



*Figura 77.* Con la base se coloca el armazón inicial para incorporar todos los elementos.

## **13. Colocación de la tela ozonizada troquelada.**



*Figura 78.* Incorporación de la tela ozonizada en el armazón.

## **14. Incorporación de esponja.**



*Figura 79.* La esponja troquelada debe ser colocada sobre la tela ozonizada para que exista el realce necesario de esta.

### **15. Sobrepuesto del seguro interno**



*Figura 80.* Unión del seguro interno en el armazón.

### **16. Fijación de todo el armazón.**



*Figura 81.* Instalación de la parte final del armazón que asegura la fijación de cada pieza.



### 17. Consolidación de la pesa.



Figura 82. Fijación con la ayuda de la llave para colocar la pesa.

### 18. Incorporación de cada testigo en los tambores.



Figura 83. Programación de la máquina y el comienzo de los ciclos.

#### 3.4.6. Fichas de la Prueba de Resistencia a la Abrasión.

- Muestra sometida a 0 min de ozonización

**Tabla 25.**

*Ficha técnica de la muestra #0, prueba de resistencia a la abrasión.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Martindale	<b>Tiempo de ozonización:</b>	0 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 12947-2
<b>Fecha inicial:</b>	13/07/21	<b>Fecha final:</b>	15/07/21
<b>N° de muestra: 0</b>			
<b>Número de frotos:</b> 15168			
<b>Ambientación de la muestra:</b> 18 h			
<b>Imagen</b>			

**Imagen en el armazón**

*Figura 84.* Muestra sometida a 0 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.

**Imagen a contraluz**

*Figura 85.* Muestra sometida a 0 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.

**Observaciones:**

- **Muestra sometida a 5 min de ozonización**

**Tabla 26.**

*Ficha técnica de la muestra #1, prueba de resistencia a la abrasión.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Martindale	<b>Tiempo de ozonización:</b>	5 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 12947-2
<b>Fecha inicial:</b>	13/07/21	<b>Fecha final:</b>	15/07/21
<b>N° de muestra: 1</b>			
<b>Número de frotos: 16749</b>			
<b>Ambientación de la muestra: 18 h</b>			

**Imagen****Imagen en el armazón**

*Figura 86.* Muestra sometida a 5 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.

**Imagen a contraluz**

*Figura 87.* Muestra sometida a 5 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.

**Observaciones:**

- **Muestra sometida a 15 min de ozonización**

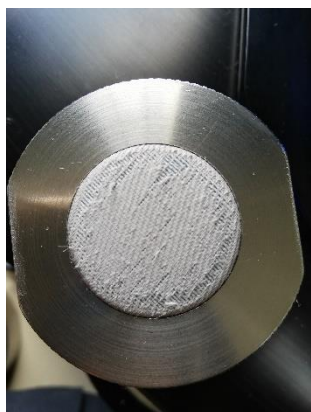
**Tabla 27.**

*Ficha técnica de la muestra #2, prueba de resistencia a la abrasión.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Martindale	<b>Tiempo de ozonización:</b>	15 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 12947-2
<b>Fecha inicial:</b>	13/07/21	<b>Fecha final:</b>	15/07/21
<b>N° de muestra: 2</b>			
<b>Número de frotos:</b> 17015			
<b>Ambientación de la muestra:</b> 18 h			

**Imagen**

**Imagen en el armazón**



*Figura 88. Muestra sometida a 15 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.*

**Imagen a contraluz**



*Figura 89. Muestra sometida a 15 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.*

**Observaciones:**

- **Muestra sometida a 35 min de ozonización**

**Tabla 28.**

*Ficha técnica de la muestra #3, prueba de resistencia a la abrasión.*

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Martindale	<b>Tiempo de ozonización:</b>	35 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 12947-2
<b>Fecha inicial:</b>	13/07/21	<b>Fecha final:</b>	15/07/21
<b>N° de muestra: 3</b>			
<b>Número de frotos:</b> 13475			
<b>Ambientación de la muestra:</b> 18 h			

**Imagen**

**Imagen en el armazón**

**Imagen a contraluz**

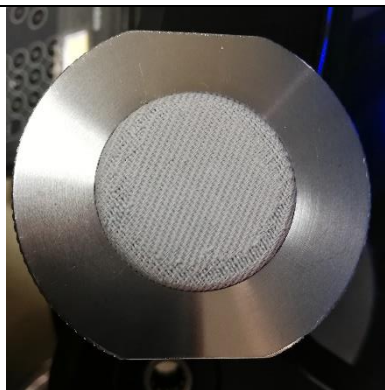


Figura 90. Muestra sometida a 35 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.



Figura 91. Muestra sometida a 35 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.

### Observaciones:

La probeta #3 fue la primera en romperse, este resultado es anacrónico.

- **Muestra sometida a 65 min de ozonización**

**Tabla 29.**

Ficha técnica de la muestra #4, prueba de resistencia a la abrasión.

<b>Temperatura del laboratorio:</b>	20 °C	<b>Humedad relativa:</b>	65 %
<b>Equipo:</b>	Martindale	<b>Tiempo de ozonización:</b>	65 min
<b>Volumen de ozonización:</b>	0.063 m <sup>3</sup>	<b>Norma N°:</b>	ISO 12947-2
<b>Fecha inicial:</b>	13/07/21	<b>Fecha final:</b>	15/07/21
<b>N° de muestra: 4</b>			
<b>Número de frotos: 18419</b>			
<b>Ambientación de la muestra: 18 h</b>			

### Imagen

#### Imagen en el armazón



Figura 92. Muestra sometida a 65 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión en el armazón.

#### Imagen a contraluz



Figura 93. Muestra sometida a 65 min de ozonización, prueba de resistencia a la abrasión contraluz.

### Observaciones:

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados y Discusión de Resultados

En este capítulo se da a conocer los resultados obtenidos durante la fase experimental del estudio. Cada una de las pruebas que se han desarrollado en el laboratorio de procesos físicos y químicos de la carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte.

#### 4.1. Resultados de la Prueba de Tracción- Elongación

##### 4.1.1. Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.

Una vez que las pruebas de laboratorio han concluido es importante realizar el análisis de resultados de los datos obtenidos en esta prueba.

- **Fuerza máxima (N)**

**Tabla 30.**

*Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco.*

	MAXIMUM FORCE (N)					
	URDIMBRE			TRAMA		
	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX
<b>Muestra #0</b>	1996,71	1946,65	2052,5	1389,8	1357,08	1454,39
<b>Muestra #1</b>	2056,74	1914,46	2149,96	1357,3	1289,89	1498,09
<b>Muestra #2</b>	1953,6	1878,79	2050,23	1127,61	1020,04	1295,55
<b>Muestra #3</b>	2046,15	1939,96	2097,7	1235,25	1120,63	1338,54
<b>Muestra #4</b>	1912,19	1790,9	1979,58	1208,93	1182,44	1231,66
<b>Muestra #5</b>	1869,47	1819,79	1943,55	1236,39	1170,95	1309,04
<b>Muestra #6</b>	1697,89	1614,32	1818,15	1148,36	1043,36	1206,25
<b>Muestra #7</b>	1661,74	1589,56	1773,1	974,08	878,07	1064,29

- **Alargamiento en fuerza máxima (%)**

**Tabla 31.**

*Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco.*

	ELONGATION AT MAX FORCE (%)					
	URDIMBRE			TRAMA		
	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX
<b>Muestra #0</b>	16,07	15,74	16,58	19,81	19,46	20,55
<b>Muestra #1</b>	15,93	15,5	16,34	20,42	19,43	20,98
<b>Muestra #2</b>	15,22	14,67	15,46	20,8	19,63	21,77
<b>Muestra #3</b>	15,12	14,7	15,71	18,76	18,13	19,36

<b>Muestra #4</b>	15,37	14,95	15,97	19,34	18,8	19,8
<b>Muestra #5</b>	15,16	14,67	15,6	18,55	18,13	18,89
<b>Muestra #6</b>	13,86	13	14,29	18,38	17,43	18,92
<b>Muestra #7</b>	13,94	13,62	14,42	17,82	17,1	19,26

- **Fuerza en la ruptura (N)**

**Tabla 32.**

*Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco.*

	<b>FORCE AT RUPTURE (N)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	1315,44	1109,78	1444,25	930,91	679,79	1076,59
<b>Muestra #1</b>	1398,39	1232,84	1645,17	87,35	768,07	1009,41
<b>Muestra #2</b>	1342,92	1062,13	1604,38	813,47	654,63	1034,26
<b>Muestra #3</b>	1408,95	1087,83	1658,3	834,19	754,47	911,01
<b>Muestra #4</b>	1344,62	1062,8	1511,08	860,95	781,62	941,03
<b>Muestra #5</b>	1272,18	1038,74	1544,59	842,02	605,24	1022,19
<b>Muestra #6</b>	1015,15	533,49	1210,6	814,84	691,36	923,54
<b>Muestra #7</b>	1125,81	1004,26	1280,41	696,24	609,65	793,85

- **Alargamiento a la ruptura (%)**

**Tabla 33.**

*Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado seco.*

	<b>ELONGATION AT RUPTURE (%)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	16,14	15,87	16,62	19,92	19,54	20,64
<b>Muestra #1</b>	16,01	15,59	16,43	20,53	19,52	21,07
<b>Muestra #2</b>	15,32	14,76	15,58	21,26	20,47	22,19
<b>Muestra #3</b>	15,19	14,75	15,76	19,03	18,8	19,4
<b>Muestra #4</b>	15,49	15,03	16,06	19,49	19,01	19,89
<b>Muestra #5</b>	15,26	14,75	15,76	18,7	18,22	19,02
<b>Muestra #6</b>	13,93	13,08	14,38	18,55	17,76	19,09
<b>Muestra #7</b>	14,05	13,71	14,46	18,26	17,54	19,47

#### **4.1.2. Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #1.**

En este análisis se consideran las muestras evaluadas para la gabardina #1 color gris.

- **Fuerza máxima (N)**

**Tabla 34.**

*Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1.*

	<b>MAXIMUM FORCE (N)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	2009,83	1939,19	2066,71	1245,58	1219,92	1282,37
<b>Muestra #1</b>	1984,96	1854,56	2088,15	1232,3	1099,94	1376,92
<b>Muestra #2</b>	1964,41	1835,77	2155,9	1171,15	995,1	1268,82
<b>Muestra #3</b>	1378,83	1252,47	1635,44	1029,3	975,38	1068,16

- **Alargamiento en fuerza máxima (%)**

**Tabla 35.**

*Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1.*

	<b>ELONGATION AT MAX FORCE (%)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	18,73	18,3	19,46	26,86	24,46	30,14
<b>Muestra #1</b>	17,61	17,1	18,63	25,17	23,49	28,22
<b>Muestra #2</b>	16,54	15,62	17,55	23,25	21,1	24,96
<b>Muestra #3</b>	12,59	11,48	13,12	22,24	19,93	24,45

- **Fuerza en la ruptura (N)**

**Tabla 36.**

*Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1.*

	<b>FORCE AT RUPTURE (N)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	1457,39	1271,54	1577,55	947,68	887,92	974,79
<b>Muestra #1</b>	1378,4	1119,17	1597,86	902,51	842,71	999,6
<b>Muestra #2</b>	1294,68	1166,16	1471,43	912,95	795,55	987,07
<b>Muestra #3</b>	1006,9	931,68	1172,98	767,88	708,21	843,23

- **Alargamiento a la ruptura (%)**

**Tabla 37**

Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #1.

	<b>ELONGATION AT RUPTURE (%)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
Muestra #0	18,79	18,35	19,55	27,09	24,55	30,39
Muestra #1	17,69	17,13	18,72	25,53	24,12	28,43
Muestra #2	16,66	15,7	17,64	23,95	22,7	25,12
Muestra #3	12,8	11,98	13,16	22,56	20,06	25,32

#### 4.1.3. Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo para la Gabardina #2.

Los resultados que se describen a continuación han sido obtenidos de las pruebas de laboratorio de la gabardina #2.

- **Fuerza máxima (N)**

**Tabla 38.**

Fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2.

	<b>MAXIMUM FORCE (N)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	2035,59	1951,4	2143,08	972,95	900,97	1022,19
<b>Muestra #1</b>	2034,01	1906,81	2149,11	1147,95	1106,9	1202,2
<b>Muestra #2</b>	2017,96	1938,92	2096,29	1155,15	1110,37	1190,22
<b>Muestra #3</b>	1699,84	1517,33	1852,51	884,88	705,77	973,88

- **Alargamiento en fuerza máxima (%)**

**Tabla 39.**

Porcentaje de alargamiento en fuerza máxima de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2.

	<b>ELONGATION AT MAX FORCE (%)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	19,86	19,09	21,28	22,58	21,6	24,41
<b>Muestra #1</b>	17,23	16,77	17,76	23,89	22,77	25,76
<b>Muestra #2</b>	19,79	16,12	17,54	23,7	22,94	24,49
<b>Muestra #3</b>	13,86	13,37	14,3	20,22	19,51	20,77



- **Fuerza en la ruptura (N)**

**Tabla 40.**

*Fuerza en la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2.*

	<b>FORCE AT RUPTURE (N)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	1532,35	1388,85	1703,55	767,84	719,59	808,87
<b>Muestra #1</b>	1306,98	1088,57	1423,63	849,22	818,57	889,8
<b>Muestra #2</b>	1282,06	896,26	1585,35	867,06	754,43	939,9
<b>Muestra #3</b>	1273,26	1073,57	1432,89	656,79	547,9	753,56

- **Alargamiento a la ruptura (%)**

**Tabla 41.**

*Porcentaje de alargamiento a la ruptura de las probetas sometidas a la tracción- elongación en estado húmedo de la gabardina #2.*

	<b>ELONGATION AT RUPTURE (%)</b>					
	<b>URDIMBRE</b>			<b>TRAMA</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Muestra #0</b>	19,92	19,14	21,31	23,37	22,11	25,03
<b>Muestra #1</b>	17,33	16,9	17,89	24,27	23,11	26,06
<b>Muestra #2</b>	16,88	16,21	17,63	24,16	23,61	24,74
<b>Muestra #3</b>	13,94	13,46	14,34	21,1	20,3	21,65

## 4.2. Resultados de la Prueba a la Abrasión

**Tabla 42.**

*Resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión.*

<b>Número de Muestra</b>	<b>Tiempo de Ozonización</b>	<b>Número de ciclos</b>
Muestra #0	0 min de ozonización	15168
Muestra #1	5 min de ozonización	16749
Muestra #2	15 min de ozonización	17015
Muestra #3	35 min de ozonización	13475
Muestra #4	65 min de ozonización	18419

### 4.3. Análisis de Resultados

#### 4.3.1. Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Seco.

Para el análisis comparativo de cada uno de los resultados obtenidos se evaluará la media de las tablas de resultados, pues consta de un promedio de todos los datos logrados por el equipo de laboratorio.

- Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (N)

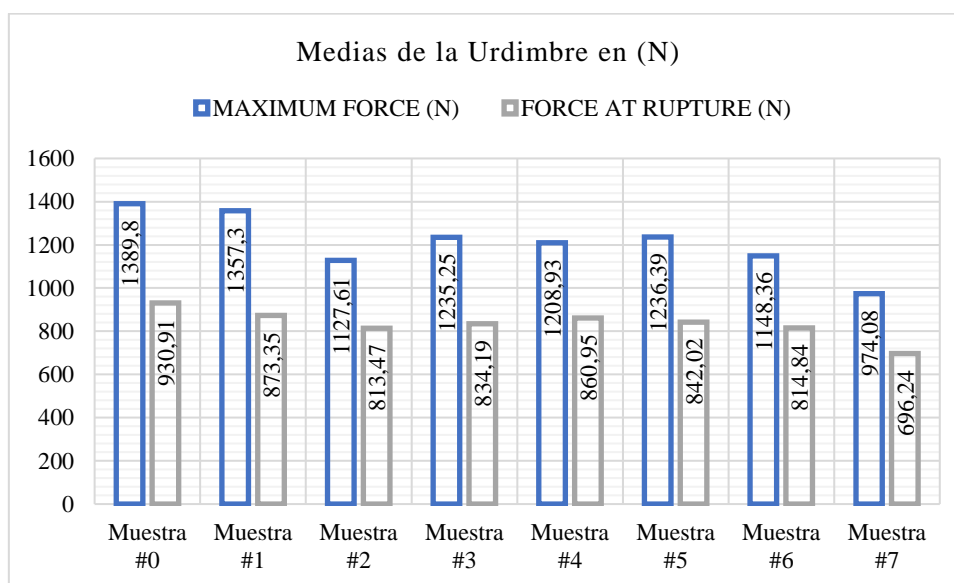


Figura 94. Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco.

**Análisis:** El resultado obtenido en Nétwtones demuestra que la prueba de fuerza máxima por unidad de finura en cada una de las fibras no ha obtenido una mejora, puesto que la muestra #0 sin ozonización es la que presenta un valor acertado en comparación a las otras muestras. La fuerza en la ruptura obtiene el mismo resultado que en el anterior procedimiento, pues la muestra #0 sigue encabezando la lista.

- Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (%)

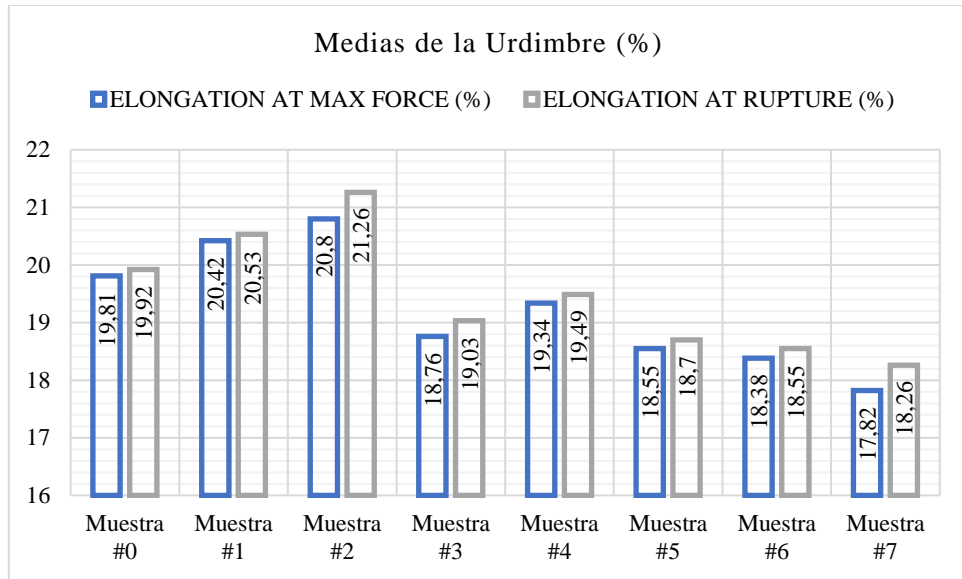


Figura 95. Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco.

**Análisis:** En los porcentajes que se obtienen para cada una de las probetas se presenta un avance significativo en el a muestra #2 en cuanto elongación en la fuerza máxima y elongación en la ruptura, pero a partir de la muestra #3 se puede observar un decaimiento lo que significa una degradación en los sustratos.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (N)**

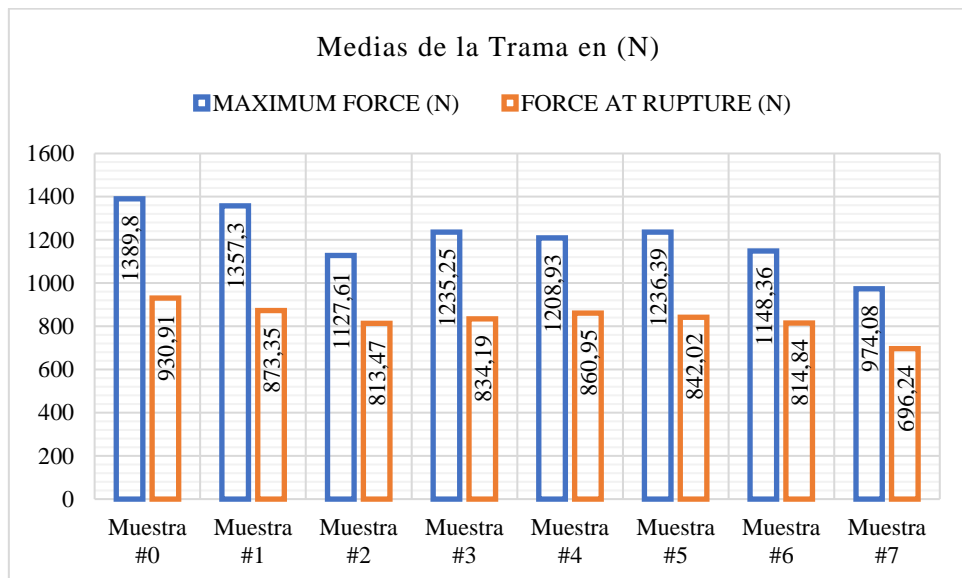


Figura 96. Análisis de resultados de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco.

**Análisis:** En el sentido de la trama no se han encontrado mejoras significativas a la muestra #0 tanto en fuerza máxima y fuerza a la ruptura.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (%)**

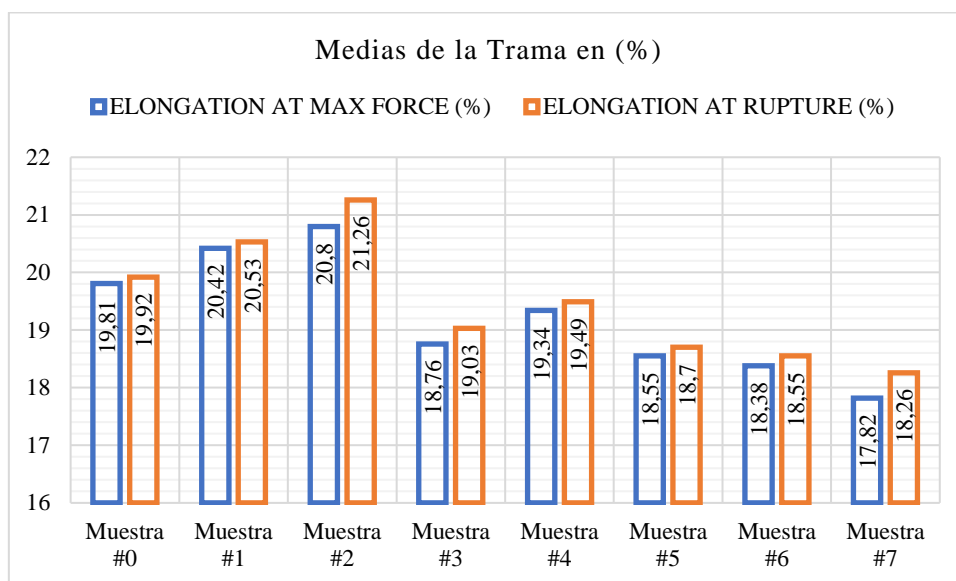


Figura 97. Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco.

**Análisis:** Para el porcentaje en el sentido de la trama se puede observar la mejora significativa en la muestra #2, tal como se muestra en la urdimbre, lo que demuestra que el tiempo óptimo para obtener un resultado favorable es de 5 min de ozonización.

#### 4.3.2. Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo de la Gabardina #1.

- **Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (N)**

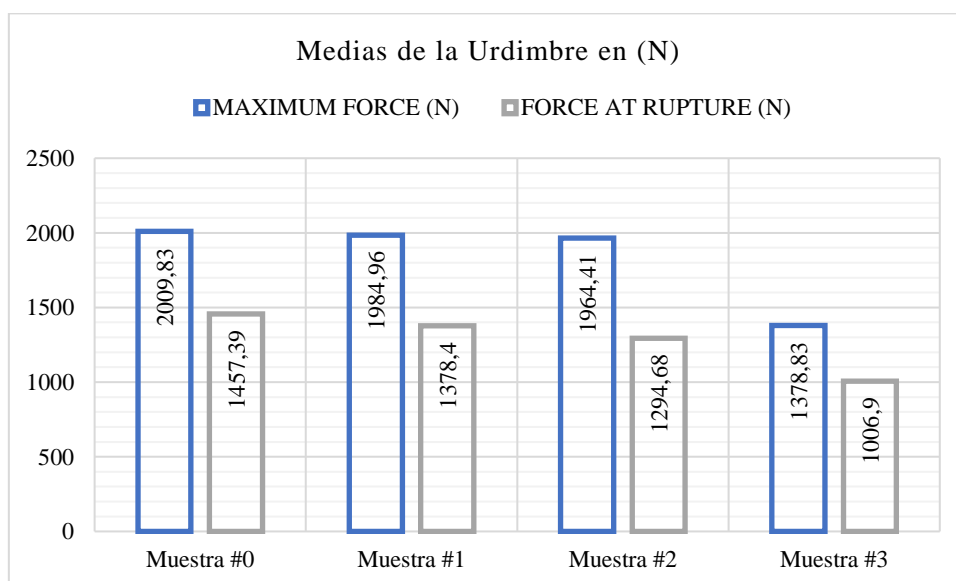
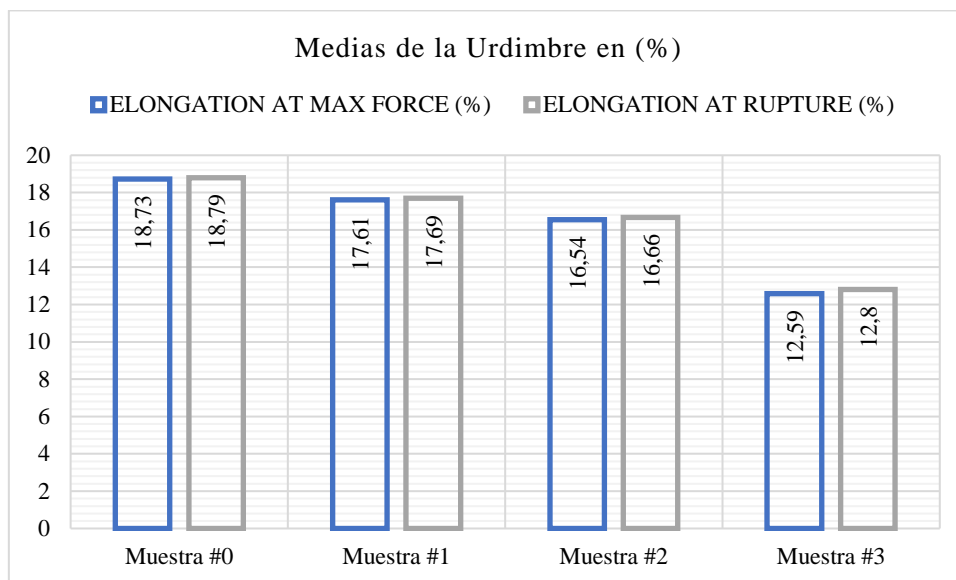


Figura 98. Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.

**Análisis:** En el proceso húmedo y la evaluación de las cuatro muestras se puede observar que no existe una mejora continua con el proceso de ozonización, pero la degradación no es tan palpable como en las probetas secas.

- **Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (%)**



*Figura 99.* Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.

**Análisis:** El porcentaje obtenido en el sentido de la urdimbre se puede confirmar lo obtenido en los resultados en newtones, siendo la muestra #3 con degradación avanzada, lo que hace que la probeta con 65 min de ozonización no sea apta.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (N)**

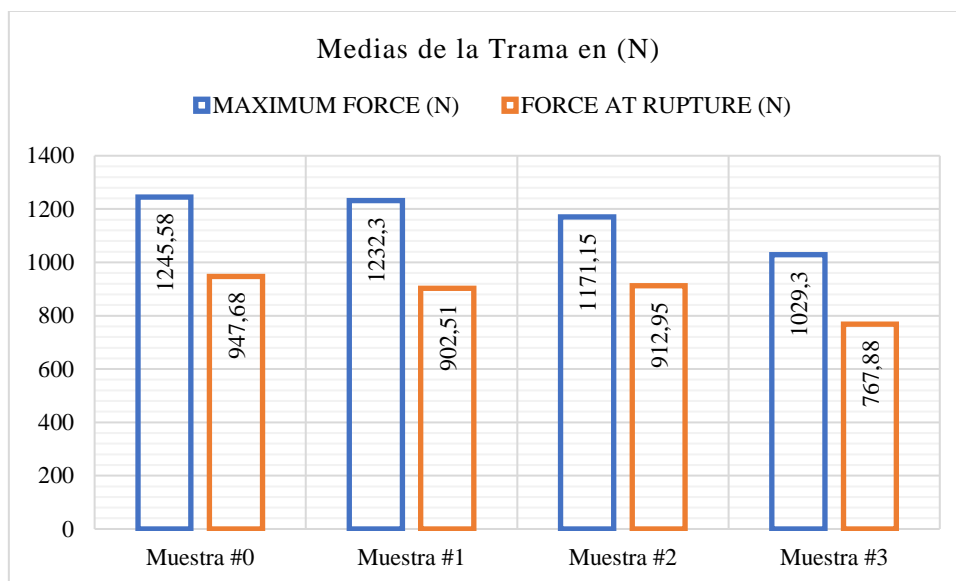


Figura 100. Análisis de resultado de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.

**Análisis:** La degradación de la trama es igual que en el sentido de la urdimbre, presentando el mismo ciclo de descenso.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (%)**

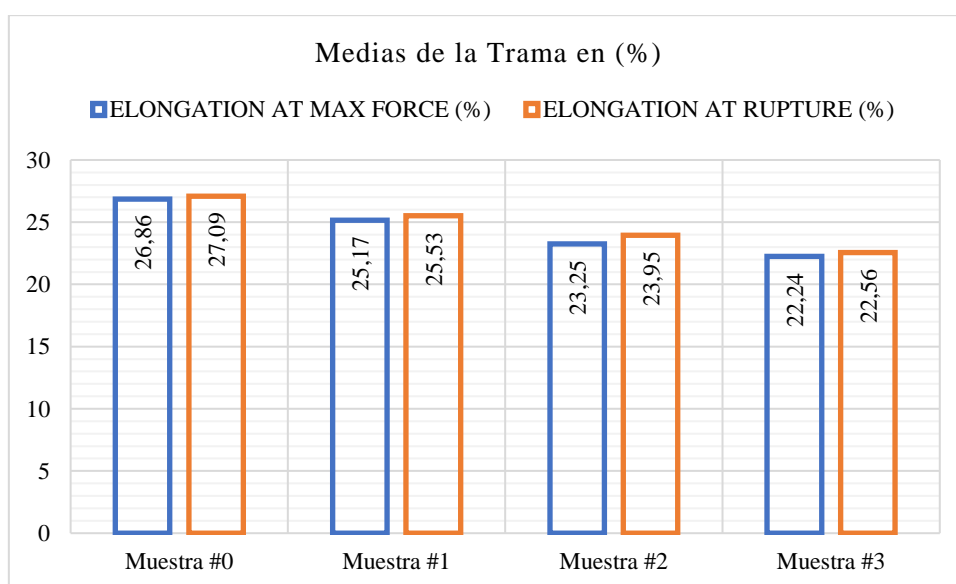


Figura 101. Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #1.

**Análisis:** Para el porcentaje en las pruebas de estado húmedo se puede observar el mismo declive en cada una de las probetas, pero no tan notable en la muestra #3 que llega a tener un constante en comparación a las otras muestras.

### 4.3.3. Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación en Estado Húmedo de la Gabardina #2.

- Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (N)

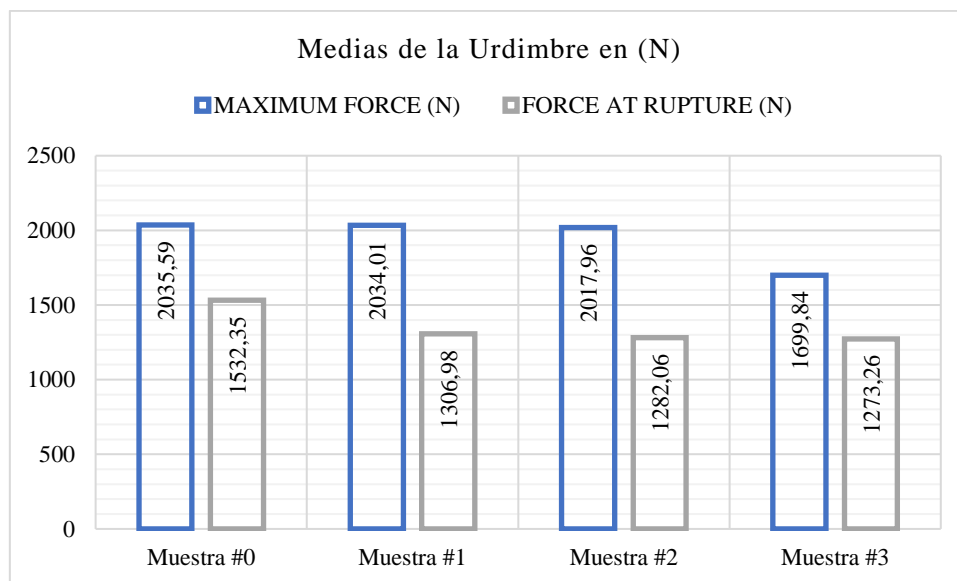


Figura 102. Análisis de resultados de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.

**Análisis:** Para la gabardina #2 en estado húmedo se puede observar el mismo patrón que en la gabardina #1. El declive en cada una de las probetas significa que la ozonización llega a incidir en la debilitación de las telas.

- Análisis de resultados obtenidos en la urdimbre (%)

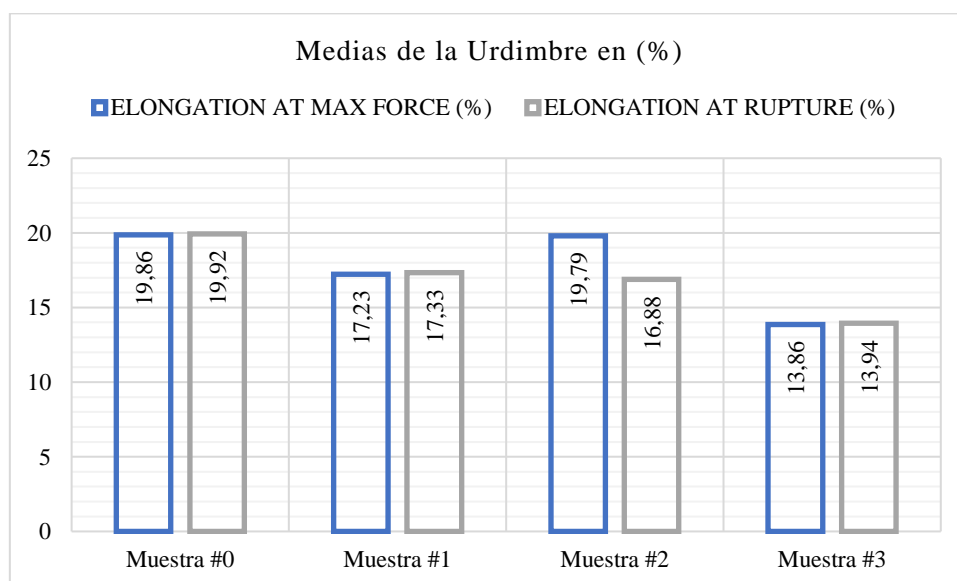


Figura 103. Análisis del porcentaje de la urdimbre obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.

**Análisis:** El porcentaje presentado en el sentido de la trama tiene una mejora significativa en la muestra #2 pero no llega a sobrepasar la muestra #0.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (N)**

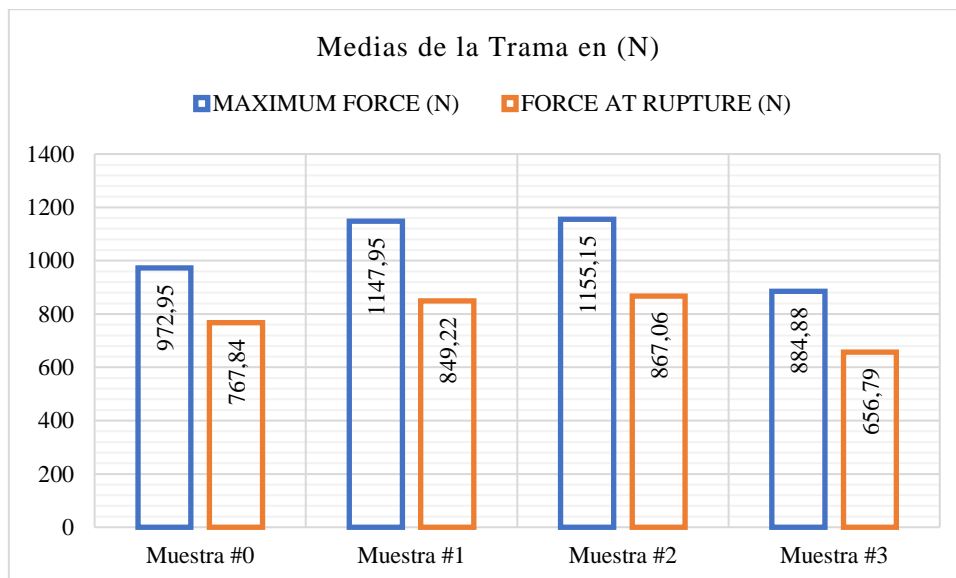


Figura 104. Análisis de resultados de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.

**Análisis:** El resultado que tiene una mejora significativa es en las muestras #2 y #1, 20 min y 5 min de ozonización respectivamente son los que tienen un aumento en comparación a la muestra #0, la fuerza máxima y la fuerza a la ruptura en la trama avanzan significativamente.

- **Análisis de resultados obtenidos en la trama (%)**

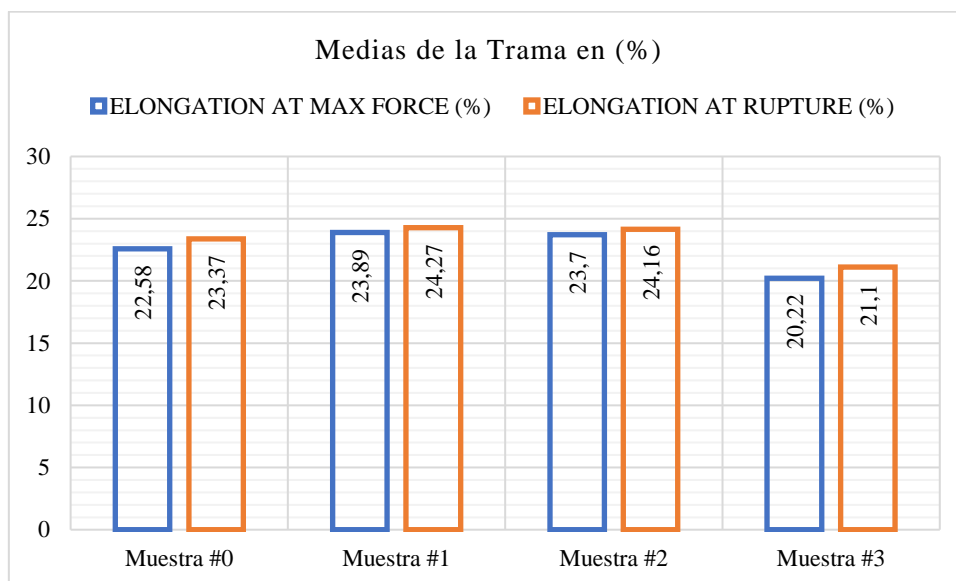


Figura 105. Análisis del porcentaje de la trama obtenidos en la prueba de fuerza máxima y fuerza de ruptura de la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo, gabardina #2.



**Análisis:** El porcentaje máximo de fuerza a la elongación y la elongación a la ruptura en el sentido de la trama presenta los mismos resultados que, en el anterior proceso, siendo la muestra #2 y la muestra #1 las óptimas para este proceso.

#### 4.3.4. Análisis de Resultados de la Prueba de Resistencia a la Abrasión.

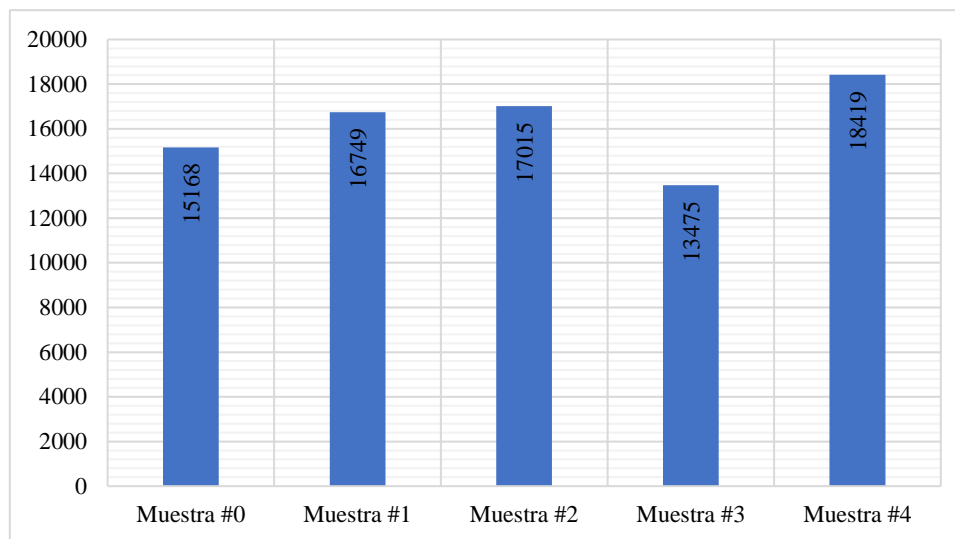


Figura 106. Análisis comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión.

**Análisis:** La muestra #4 con 18419 ciclos y 65 min de ozonización es el óptimo en comparación a las otras muestras, pues se presenta un avance significativo partiendo de la muestra #1 con 5 min de ozonización, esta cifra va en aumento, pero en la muestra #3 llega a sufrir un deterioro lo que genera un dato atípico.

## 4.4. Análisis de Confiabilidad

### 4.4.1. Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación de la Gabardina en Estado Seco.

- Análisis de confiabilidad Kruskal- Wallis de la urdimbre en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación

Tabla 43.

Análisis de confiabilidad de la urdimbre en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación.

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Maximum force (n)	8	28,5
Elongation at max force (%)	8	7,75
Force at rupture (n)	8	20,5
Elongation at rupture (%)	8	9,25

Nota: Estadístico = 26,2841 Valor-P = 0,00000831645

- Análisis de confiabilidad Kruskal- Wallis de la trama en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación

**Tabla 44.**

*Análisis de confiabilidad de la trama en estado seco de la prueba de resistencia a la tracción- elongación.*

	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
<b>Maximum force (n)</b>	8	28,5
<b>Elongation at max force (%)</b>	8	7,9375
<b>Force at rupture (n)</b>	8	20,5
<b>Elongation at rupture (%)</b>	8	9,0625

Nota: Estadístico = 26,2442 Valor-P = **0,00000847817**

Como se muestran en las tablas del análisis de confiabilidad para la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco, el Valor- P es menor a 0.05, el rango de confiabilidad permitido que especifica el 95% de la misma, esto asegura que los datos no se relacionan entre sí y su dispersión es pareja.

#### **4.4.2. Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Tracción- Elongación de la Gabardina #1 y #2 en Estado Húmedo.**

- **Análisis de confiabilidad Kruskal- Wallis de la urdimbre en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2**

**Tabla 45.**

*Análisis de confiabilidad de la urdimbre en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2.*

	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
<b>Maximum force (n) Gabardina #1</b>	4	26,75
<b>Elongation at max force (%) Gabardina #1</b>	4	7,0
<b>Force at rupture (n) Gabardina #1</b>	4	20,75
<b>Elongation at rupture (%) Gabardina #1</b>	4	8,0
<b>Maximum force (n) Gabardina #2</b>	4	29,75
<b>Elongation at max force (%) Gabardina #2</b>	4	10,0
<b>Force at rupture (n) Gabardina #2</b>	4	20,75
<b>Elongation at rupture (%) Gabardina #2</b>	4	9,0

Nota: Estadístico = 26,2614 Valor-P = **0,000452273**

- **Análisis de confiabilidad Kruskal- Wallis de la trama en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2**

**Tabla 46.**

*Análisis de confiabilidad de la trama en estado húmedo de la prueba de resistencia a la tracción- elongación de la gabardina #1 y #2.*

	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
<b>Maximum force (n) Gabardina #1</b>	4	30,0
<b>Elongation at max force (%) Gabardina #1</b>	4	9,25
<b>Force at rupture (n) Gabardina #1</b>	4	22,75
<b>Elongation at rupture (%) Gabardina #1</b>	4	11,0

<b>Maximum force (n) Gabardina #2</b>	4	26,25
<b>Elongation at max force (%) Gabardina #2</b>	4	5,75
<b>Force at rupture (n) Gabardina #2</b>	4	19,0
<b>Elongation at rupture (%) Gabardina #2</b>	4	8,0

Nota: Estadístico = 26,9659 Valor-P = 0,000338022

Para las gabardinas en estado húmedo se puede observar que la prueba Kruskal- Wallis usado en las medianas de cada una de las muestras, tato en urdimbre como en trama llega a obtener el rango menor a 0.05 que equivale al 95% de confianza.

#### 4.4.3. *Análisis de Confiabilidad de la Prueba de Resistencia a la Abrasión.*

**Tabla 47.**

*Análisis de confiabilidad de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión.*

	<b>Normal</b>
<b>DMAS</b>	0,126972
<b>DMENOS</b>	0,220948
<b>DN</b>	0,220948
<b>Valor-P</b>	0,967621

## CAPÍTULO V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Gracias a la experimentación en el estudio a escala de laboratorio con el uso de ozono se pudo establecer un proceso para dotar con este gas de forma hermética a las telas de algodón acabado 100%. Para continuar con las pruebas de resistencia a la tracción-elongación y resistencia a la abrasión.
- Con la recolección de datos bibliográficos se pudo guiar el estudio para la determinación del proceso y el desarrollo de la cámara ozonizadora, así como los antecedentes de este gas en la industria textil.
- El parámetro con el que se trabajó para la dotación de ozono a las diferentes probetas fue el tiempo, también la implementación de la cámara ozonizadora y el posicionamiento de las muestras en el proceso, con la ayuda de un flujograma de procesos ya establecido y previamente estudiado.
- Cada una de las probetas fue sometida al proceso de ozonización, durante un tiempo determinado, tal como se estableció en la planificación de pruebas, todo gracias al estudio previo y la consolidación del flujo de proceso experimental.
- En el laboratorio de la Planta Académica de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte se llevaron a cabo las pruebas de resistencia a la tracción- elongación y resistencia a la abrasión sometida al proceso de ozonización en la planificación establecida, estas pruebas siguen la norma señalada según el equipo de laboratorio a usarse.
- Para la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado seco se determinó que en máxima ruptura y fuerza de ruptura las probetas dotadas con ozono en diferentes tiempos no generaron una optimización en este aspecto, pero en el porcentaje de elongación máxima y elongación a la ruptura el aumento en la muestra #2 es considerable, haciendo que la muestra sometida a 15 min de ozonización eleve su capacidad en el porcentaje de elongación gracias al ozono.
- En la prueba de resistencia a la tracción- elongación en estado húmedo para la gabardina #1 y #2 la degradación de la fuerza máxima de ruptura y fuerza de ruptura era consecutiva conforme aumentaba el tiempo de ozonización en las probetas. Pero para

la gabardina #2 en el porcentaje de elongación máxima y elongación a la ruptura se destaca que la muestra #2 sometida a 20 min de ozonización tiene resistencia a la elongación en estos dos campos.

- La abrasión muestra un comportamiento totalmente diferente a la prueba de resistencia a la tracción- elongación. El número de ciclos que representa mayor resistencia en la tela es el de la probeta #5, sometida a 65 min de ozono, es en esta prueba en donde se puede determinar un acenso en cuanto a resistencia se habla, pues la mayoría de las probetas lo cumplen, siendo la muestra #4 el dato atípico por su decaimiento en la sucesión de avance.

## 5.2. Recomendaciones

- Es recomendable realizar una investigación exhaustiva en este tema, el ozono en la industria textil no ha sido explotado en todas las áreas posibles, por tal motivo la falta de información y de un proceso específico para su aplicación no ha sido determinado.
- La experimentación para la adaptación de los intereses a crearse en torno a este gas es necesaria, con la ayuda de los datos bibliográficos recolectados se tiene conocimiento de prácticas anteriores en este campo. Lo que ayuda a generar un proceso y adaptación del uso de ozono.
- La amplificación de los parámetros de evaluación, es decir que se recomienda aumentar los intervalos de tiempo, si se posee un rango amplio los resultados tendrán una credibilidad alta y por tal la prueba será validada.
- Para que el proceso sea hermético es importante asegurar la cámara ozonizadora con la que se trabajará, así como el cálculo del volumen de esta, así se puede conocer cuál es la cantidad de ozono con la que se está trabajando.
- Para que las pruebas de laboratorio sean congruentes es necesario mejorar el proceso de dotación de ozono, así como la identificación de datos atípicos, que pueden estar presentes por factores desconocidos.
- Si se desea que en este campo se siga incursionando en métodos desconocidos, es un deber de los futuros ingenieros textiles dar un seguimiento al presente trabajo, creando expectativas, metodología y técnicas que podrán ser abordadas en un futuro próximo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

- © IPCS. (2009). *Fichas Internacionales de Seguridad Química* . Obtenido de OZONO:  
<http://www.elaguapotable.com/Ficha%20Ozono.pdf>
- Andrade, M. (2018). "TEORÍA Y PRACTICA DE TEXTILES". UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO.
- Arooj, F., Ahmad, N., Ahmed, I., & Nawaz, M. (2014). Application of ozone in cotton bleaching with multiple reuse of a water bath. *Textile Research Journal*, 84(5), 527-538.
- Delgado, J. (01 de Febrero de 2005). Validación e implementación de técnicas de capacitación para el estudio de los niveles y efecos de ozono troposférico y dióxido de nitrogeno en un área costera mediterranea. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10539/capitulo1.pdf?sequence=2&isAllo wed=y>
- Fonseca, E. (2020). Prototipos en tejido plano y aseguramiento de la calidad. Lima, Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN.
- Garrido, K. (2014). DETERMINACIÓN DEL TEJIDO PLANO MÁS ÓPTIMO PARA LA FABRICACIÓN DE CORSETS. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Hoda, G. (2007). OZONE TREATMENT OF TEXTILE WASTEWATER RELEVANT TO TOXIC EFFECT ELIMINATION IN MARINE ENVIRONMENT. *EGYPTIAN JOURNAL OF AQUATIC RESEARCH*, 33, 98-115.
- INEN. (2013). DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LOS TEJIDOS POR EL MÉTODO MARTINDALE - PARTE 1: EQUIPO DE ENSAYO DE ABRASIÓN MARTINDALE (ISO 12947-1:1998,IDT). Ecuador: Normativa Técnica Ecuatoriana.
- INEN. (2014). TEXTILES. PROPIEDADES DE LOS TEJIDOS FRENTE A LA TRACCIÓN. PARTE 1: DETERMINACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA Y DEL

ALARGAMIENTO A LA FUERZA MÁXIMA POR EL MÉTODO DE LA TIRA (ISO 13934-1:2013, IDT. NTE INEN-ISO 13934-1. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_13934-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_13934-1.pdf)

Ivester, L., & Neefus, J. (s.f.). Industrias Textiles y de la Confección. En *Industria de Productos Textiles*. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Kamppuri, T., & Mahmood, S. (2019). Finishing of denim fabrics with ozone in water. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*.

Kogelschatz, U. (1988). Advanced Ozone Generation. *Process Technologies for Water Treatment*, 87-118.

Körlü, A. (2018). *Use of Ozone in the Textile Industry*.

Maury, E. (2005). *Impacto Ambiental de Sustancias Agotadoras*. Tecnología Química.

NASA. (s.f.). *What is Ozone?* Obtenido de NASA: [https://www.nasa.gov/pdf/752034main\\_Ozone\\_Hole\\_Poster.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/752034main_Ozone_Hole_Poster.pdf)

Paredes, A. (2013). “ANÁLISIS DE LAS NORMAS INTERNACIONALES QUE REGULAN LOS COMPORTAMIENTOS QUE INCIDEN EN LA AFECTACIÓN DE LA CAPA DE OZONO, Y SU ADAPTACIÓN EN EL ECUADOR”. Quito, Pichincha, Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

Peñañiel, J. (2018). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FOULARD AUTOMATIZADO PARA DESARROLLAR PRÁCTICAS DE LABORATORIO. Ibarra, Imbabura, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Perincek, S., Duran, K., Körlü, A., & Bahtiyari, M. (08 de Febrero de 2008). OZONE: NEW TENDENCY IN TEXTILE FINISHING. Izmir: Ege University.

PNUMA. (2010). TRATADOS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN A LA CAPA DE OZONO.

Prabaharan, M., Chandran, R., Selva, N., & Venkata, J. (2006). A study on the advanced oxidation of a cotton fabric by ozone. *Coloration Technology*, 116, 83-86.

Rodríguez, F. (2003). *Procesos de Potabilización del Agua e Influencia del Tratamiento de Ozonización*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A. .

- Rubin, M. (2001). THE HISTORY OF OZONE. THE SCHÖNBEIN PERIOD, 1839-1868. *Bull. Hist. Chem.*, 26, 40-56.
- Sánchez, M. (2008). La Capa de Ozono. *Biocenosis* , 65-68.
- Selcuk, H., & Meric, S. (2006). OZONE PRE-OXIDATION OF A TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER FOR ACUTE TOXICITY REMOVAL. *Global NEST Journal*, 8, 95-102.
- Stahelin, J., Harris, N., Appenzeller, C., & Eberhard, J. (01 de Mayo de 2001). Ozone trends: A review. *Reviews of Geophysics*, 39, 231-290.
- Terence, W. (1978). Importancia del tejido plano. *Diseño de Tejido Plano*. Medellín: ANDI SENA.
- Tzitzzi, M., Vayenas, D., & Lyberatos, G. (s.f.). PRETREATMENT OF TEXTILE INDUSTRY WASTEWATERS WITH OZONE . *Pergamon* , 151-160.
- Valderrama, F. (1980). Orillos en Tejido Plano. *Centro Nacional Textil* (págs. 8-9). Medellín: SENA.
- Vilatuña, A. (Enero de 2007). ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE TELAS DE TEJIDO PLANO QUE SERVIRÁ DE BASE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE TEXTIL”. Ibarra, Imbabura, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- ZhengLei, H., Mengru, L., DanYing, Z., & ChangHai, Y. (2019). The effect of denim color fading ozonation on yarns. *Ozone: Science & Engineering*, 41, 60-68.
- Zwick/Roell. (s.f.). Recuperado el 20 de Marzo de 2021, de Ensayos en telas, tejidos laminados y geotextiles: <https://www.zwickroell.com/es/sectores/textiles/ensayo-de-tejidos-y-geotextiles/>



## ANEXOS

<b>OZONO</b>			<b>ICSC: 0068</b> Abril 2009
<b>CAS:</b> 10028-15-6 <b>O<sub>3</sub></b> <b>RTECS:</b> RS8225000 <b>Masa molecular: 48.0</b> <b>CE / EINECS:</b> 233-069-2			
<b>TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN</b>	<b>PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS</b>	<b>PREVENCIÓN</b>	<b>PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS</b>
<b>INCENDIO</b>	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con combustibles.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias combustibles.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión.	Combatir el incendio desde un lugar protegido.
<b>EXPOSICIÓN</b>		¡HIGIENE ESTRICTA!	
<b>Inhalación</b>	Dolor de garganta. Tos. Dolor de cabeza. Jadeo. Dificultad respiratoria.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio y reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
<b>Piel</b>	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento. Dolor.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
<b>Ingestión</b>			
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>		<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
¡Evacuar la zona de peligro! Consultar a un experto. Ventilar. Traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración.		Clasificación GHS Peligro Puede provocar o agravar un incendio; comburente. Mortal si se inhala. Provoca irritación ocular. Provoca daños en los pulmones si se inhala. Provoca daños en los pulmones tras exposiciones prolongadas o repetidas si se inhala.	
<b>RESPUESTA DE EMERGENCIA</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	

	A prueba de incendio, si está en local cerrado. Separado de todas las sustancias. Mantener en lugar fresco.
<p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009</p> <p><b>IPCS</b> International Programme on Chemical Safety</p>	

<b>OZONO</b> <span style="float: right;"><b>ICSC: 0068</b></span>	
<b>DATOS IMPORTANTES</b>	
<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Gas incoloro o azulado, de olor característico.</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS</b> El gas es más denso que el aire.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla suavemente, produciendo oxígeno y originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con compuestos orgánicos e inorgánicos, originando peligro de incendio y explosión. Ataca al caucho.</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV: (trabajo ligero) 0.1 ppm como TWA; TLV: (trabajo moderado) 0.08 ppm como TWA; TLV: (trabajo pesado) 0.05 ppm como TWA; TLV: (trabajo pesado, moderado o ligero &lt;= 2 horas) 0.2 ppm como TWA; A4 (no clasificable como cancerígeno humano) (ACGIH 2009). MAK: Cancerígeno: categoría 3B (DFG 2008).</p>	<p><b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones funcionales. La inhalación de gas a una concentración por encima de 5 ppm, puede causar edema pulmonar (ver Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. El líquido puede producir congelación.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al gas.</p>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
<p>Punto de ebullición: -112°C Punto de fusión: -193°C Solubilidad en agua: ninguna Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.6</p>	
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	
Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente; debe prestarse atención especial a los vegetales.	
<b>NOTAS</b>	

Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en Abril 2010: ver Lucha contra incendios y Clasificación GHS.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED (trabajo pesado): 0,05 ppm; 0,1 mg/m<sup>3</sup>

VLA-ED (trabajo moderado): 0,08 ppm; 0,16 mg/m<sup>3</sup>

VLA-ED (trabajo ligero): 0,1 ppm; 0,2 mg/m<sup>3</sup>

VLA-ED (trabajo pesado, moderado o ligero, menor o igual a 2 horas): 0,2 ppm; 0,4 mg/m<sup>3</sup>

#### NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

© IPCS, CE 2009

### Anexo 1. Fichas Internacionales de Seguridad Química

Fuente: (© IPCS, 2009)

BCTC Building & 1-2F, East of B Building, Pengzhou Industrial Park,  
Fuyuan 1st Road, Qiaotou, Fuyong Street, Bao'an District, Shenzhen,  
Guangdong, China



# Certificate of Compliance

**Certificate Number: BCTCY2006000624C**

**Applicant** : SHENZHEN HOME SMART TECH CO., LTD  
Youth E-commerce, No. 2 Lianwei Street, Hualian Community, Dalang  
Street, Longhua District, Shenzhen City

**Manufacturer** : SHENZHEN HOME SMART TECH CO., LTD  
Youth E-commerce, No. 2 Lianwei Street, Hualian Community, Dalang  
Street, Longhua District, Shenzhen City

**Product** : OZONE GENERATOR

**Testing M/N** : PS-122

**Additional M/N** : PS-123、PS-124、PS-125、PS-126、PS-127、PS-128、PS-129、PS-130

**Test Standard** : IEC 62321-3-1:2013, IEC 62321-5:2013, IEC 62321-4:2013+AMD1:2017,  
IEC 62321-7-1:2015, IEC 62321-7-2:2017, IEC 62321-6:2015, IEC 62321-8:2017

The EUT described above has been consolidated by us and found in compliance with the council RoHS directive—2011/65/EU. It is possible to use CE marking to demonstrate the compliance with this RoHS Directive and amendment Commission Delegated Directive (EU)2015/863. This certificate is only valid for the test results in this report number: BCTCY2006000624R.



This certificate is for the exclusive use of BCTC's client and is provided pursuant to agreement between BCTC and its client. BCTC's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. The observation and test results referenced from this certificate are relevant only to the sample tested. This Certificate by itself does not imply that the material, product, or service is or has ever been a BCTC certification program.



Tel: 400-788-9558 or 0755-32936262  
Http://www.bctc-lab.com

## Anexo 2. Certificación RoHS

Fuente: Datos obtenidos del catálogo

BCTC Building & 1-2F, East of B Building, Pengzhou Industrial Park,  
Fuyuan 1st Road, Qiaotou, Fuyong Street, Bao'an District, Shenzhen,  
Guangdong, China



# Certificate of Compliance

**Certificate Number: BCTC2004001643C**

**Applicant** : SHENZHEN HOME SMART TECH CO., LTD.  
Youth E-commerce, No. 2 Lianwei Street, Hualian Community,  
Dalang Street, Longhua District, Shenzhen City, China.

**Manufacturer** : SHENZHEN HOME SMART TECH CO., LTD.  
Youth E-commerce, No. 2 Lianwei Street, Hualian Community,  
Dalang Street, Longhua District, Shenzhen City, China.

**Product** : OZONE GENERATOR

**M/N** : PS-122  
PS-132, PS-142, LS-80, PS-123, PS-124, PS-125, PS-126, PS-127

**Test Standard** : EN 55014-1:2017, EN 55014-2:2015  
EN 61000-3-2: 2014, EN 61000-3-3: 2013

The EUT described above has been tested according to the listed standards and found in compliance with the council EMC directive 2014/30/EU. The observations and test results referenced from this Certificate are relevant only to the sample tested. This Certificate is for the exclusive use of BCTC's Client and is provided pursuant to the agreement between BCTC and its Client. This Certificate is part of the full test report(s) and should be read in conjunction with report No. : BCTC2004001643E.




This certificate is for the exclusive use of BCTC's client and is provided pursuant to agreement between BCTC and its client. BCTC's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. The observation and test results referenced from this certificate are relevant only to the sample tested. This Certificate by itself does not imply that the material, product, or service is or has ever been a BCTC certification program.



Tel: 400-788-9558 or 0755-32936262  
Http://www.bctc-lab.com

### Anexo 3. Certificación CE

**Fuente:** Datos obtenidos del catálogo

 <b>BIODESINFECTAR OZONEC</b> <b>EQUIPOS PARA ELIMINAR EL CORONAVIRUS Y PROTEGER LA VIDA.</b> <b>Ozonizadores - Lámparas uvc - Dispensadores y Grifos</b> <b>automáticos para desinfección residencial e industrial.</b> <b>www.desinfectar-ec.com - edgarfuentesok@gmail.com - 0999733628</b>	
<p>Reciba un cordial saludo de OZONEC DEL ECUADOR importadores de cañones, generadores multifunción y medidores de ozono, generadores agua ozonizada, esterilizadores uvc, lámparas germicidas uvc/o3 con control remoto y sensor de personas, gabinetes de desinfección, dispensadores automáticos para jabón, gel o alcohol. Para eliminar en pocos minutos el 99,9% de virus (covid), bacterias, ácaros, hongos, nematodos y patógenos en general. Diseño y montaje de plantas embotelladoras de agua.</p> <p>Equipos bio esterilizadores de aire, agua, superficies, alimentos y plantaciones, para uso:  Hospitalario - Farmacéutico - Industrial - Agrícola - Florícola - Acuicola - Ganadero - Transporte - Comercial - Residencial.</p>	
<p><b>Ficha técnica del</b>  <b>CAÑÓN GENERADOR DE OZONO 60.000MG/H PROGRAMABLE USO</b>  <b>PROFESIONAL PARA DESINFECTAR EN POCOS MINUTOS</b>  <b>HOSPITALES, UNIVERSIDADES, IGLESIAS, FABRICAS, INDUSTRIAS DE</b>  <b>ALIMENTOS, CENTROS COMERCIALES, RESTAURANTES,</b>  <b>RESIDENCIAS, ETC.</b>  <b>AC - 110V - 60 Hz - 260W</b></p>	
	
<p>Nombre del importador: BIODESINFECTAR OZONEC</p> <p>Contacto: Ing. Edgar Fuentes</p> <p>Dirección: Calderon de la Barca 02-26 y Pio Baroja, Ambato, Ecuador</p> <p>Email: edgarfuentesok@gmail.com</p> <p>Teléfono: +593 999733628</p> <p>Modelo del generador de ozono de 60.000mg/h: GO6000MGH</p> <p>Marca: OZONEC</p>	
<p><b>Características y beneficios:</b></p> <p>Considerando la grave crisis de salud pública provocada por la pandemia de la covid que afecta a todo el país y particularmente a las grandes ciudades y con el propósito de ayudar a prevenir el contagio de esta terrible enfermedad a ud y su familia, ponemos a su consideración este moderno cañón generador de ozono de 60.000mg/h programable para desinfección profunda en ausencia de personas y/o continua en presencia de personas con las siguientes características y beneficios:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Alta producción de ozono 60.000mg/h - 110V - 260W, no requiere de ningún producto químico solo utiliza el oxígeno del aire como materia prima para producir ozono mediante descargas eléctricas. Gracias a esta alta producción (concentración) de ozono y a la extraordinaria capacidad biocida sirve eficazmente para eliminar en pocos minutos el 99,9% de virus (covid), bacterias, ácaros, hongos, nematodos y patógenos en general, ayudando a prevenir el contagio de la covid19 sin dejar residuos químicos perjudiciales, pues transcurrida su vida útil se revierte en oxígeno puro y sano, a diferencia del cloro y sus derivados que generan residuos químicos permanentes que dañan la salud y el medio ambiente.</li> <li>2.- Siendo los virus agentes infecciosos que constan de un solo ácido nucleico (ADN o ARN), rodeado por una cubierta formada por una o varias proteínas, el OZONO destruye con facilidad estas moléculas siempre y cuando se aplique en las concentraciones adecuadas y que generalmente son más bajas que las necesarias para destruir las bacterias.</li> </ol> <p>Se sugiere revisar este estudio avalado por la OMS <a href="https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S04.pdf">https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S04.pdf</a></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.- Ideal para desinfectar y esterilizar en pocos minutos el 99,9% de virus (covid), bacterias, ácaros, hongos, nematodos y patógenos en general del aire de todos los ambientes de instituciones con alto tráfico y/o alto riesgo de contagio. Simultáneamente serán desinfectadas todas las superficies que entre en contacto con el ozono como las de los equipos, utensilios, instrumental, menajes, mobiliario, puertas, ventanas, pisos, paredes, áreas críticas, de hospitales, quirófanos, crematorios y funerarias, universidades, iglesias, instituciones públicas y privadas, industrias alimenticias, farmacéuticas, avícolas, agrícolas, centros comerciales, grandes tiendas, hoteles, bancos, cooperativas de transportes y buses, concesionarios y patios de vehículos, restaurantes, multimedios, bodegas de almacenamiento de alimentos, cuartos fríos, supermercados, oficinas, etc.</li> <li>4.- Se recomienda que después del horario de atención o trabajo se haga funcionar el cañón generador de ozono (ozonización) para una desinfección y esterilización profunda con grandes concentraciones de ozono de tal manera que a la mañana siguiente el ambiente este limpio y saludable, porque después de un proceso de ozonización a más de la desinfección se logra que mejore notablemente la calidad del oxígeno del aire interior al convertirse el ozono en oxígeno puro.</li> <li>5.- También se recomienda en el caso de hospitales, clínicas o consultorios médicos con alto riesgo de contagio realizar una desinfección de manera continua con concentraciones bajas en presencia de personas para lo que se deba programar el equipo de tal manera que trabaje automáticamente. Por ejemplo puede automáticamente generar ozono por unos 30 segundos cada 10 o 20 minutos según la necesidad, de tal manera que siempre haya ozono en concentraciones bajas pero desinfectantes en el ambiente. Esta programación deberá hacerse de acuerdo al volumen del ambiente y al grado de contaminación.</li> </ol>	

6.-CÓMODO uso del timer programable con pantalla digital de 0-99 horas, para lograr una mayor durabilidad del ozonizador programar un funcionamiento continuo de producción de ozono de hasta 60 minutos y por lo menos 20 minutos de reposo o enfriamiento, una vez programado su funcionamiento es automático. Seleccionar el tiempo de funcionamiento o desinfección de acuerdo a las condiciones, al volumen de los ambientes y grado estimado de contaminación, en base a la tabla sugerida en el catálogo que viene con el ozonizador.

7.-Con este generador se pueden desinfectar grandes áreas en poco tiempo, por ejemplo un ambiente de 100m<sup>2</sup> (240m<sup>3</sup> de aire) se puede desinfectar en 5 o 10 minutos.

8.-A mas del beneficio importante para la salud y seguridad personal, familiar y empresarial, el uso de este cañón generador permite disminuir el deterioro acelerado que los otros desinfectantes químicos derivados del cloro provocan en las superficies de los electrodomesticos, equipos, mobiliario, acabados, etc, de los ambientes desinfectados; tambien permite obtener un buen ahorro gracias a la reducción de compras de desinfectantes tradicionales con la ventaja que no deja residuos químicos.

Especificaciones:

Certificación de calidad: CE

Material: Carcasa acero inoxidable 304 + ABS.

Color: plata

Tamaño: aprox. 42,0X22,0X17,5 cm

Enchufe: estándar americano

Fuente de alimentación: 110V, 60Hz

Salida de ozono: 60.000 mg / h

Método de enfriamiento: presión de aire

Consumo de energía: 260W

Temporizador programable pantalla digital: 0-99 horas

Nivel de ruido: 30-50db

Peso del paquete: 5,0 kg

El paquete incluye: 1 ozonizador.

Materia prima para el ozono: aire del ambiente

Tiempo referencial de desinfección de una área de 100m<sup>2</sup> (240m<sup>3</sup> de aire): 5 - 10 minutos

Rápido, seguro y eficiente.

Garantía: 12 meses por defecto comprobado de fabricación, excepto daños electrónicos y eléctricos.

#### **Anexo 4. Ficha Técnica de la Máquina de Ozono.**

**Fuente:** Datos obtenidos del catálogo

# Generador de ozono

## Instrucciones

PS-127



Thank you for purchasing this product. Please read the instructions carefully before using it.

### Descripción del producto

El ozono es un alótropo del oxígeno y su producción proviene del oxígeno del aire. El ozono puede descomponerse en átomos de oxígeno a temperatura ambiente, y un solo átomo de oxígeno tiene propiedades oxidantes extremadamente fuertes. Las fuertes propiedades oxidantes del ozono tienen una función única de desinfección, esterilización y pueden eliminar los olores. El ozono se utiliza ampliamente en la protección, desinfección y esterilización del medio ambiente.

### Función principal

1. Esterilización y desodorización, purificación de aire.
2. Descomponer el holleno emitido por muebles y paredes nuevos, formaldehído y otros gases nocivos (la volatilización natural tarda 3 años y puede volatilizarse por completo)
3. Eficazmente eliminó y mejoró el olor a humo de aceite de cocina, olor a chicle, pesticidas y olores acre en los inodoros, el olor a arena en el garaje (sótano).
4. Elimine el humo, el polvo y las sustancias nocivas del aire. Mantenga el aire interior limpio y fresco.

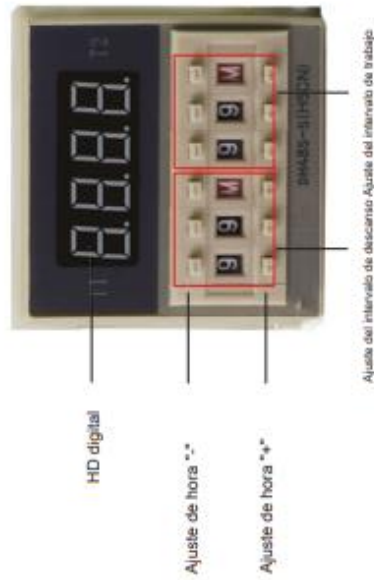
### Especificación

Salida de ozono:	35g <input type="checkbox"/> 40 g/h <input type="checkbox"/> 50 g/h <input type="checkbox"/> 60 g/h <input type="checkbox"/>
Poder:	200W <input type="checkbox"/> 260W <input type="checkbox"/> 280W <input type="checkbox"/>
Voltaje de entrada:	110V <input type="checkbox"/> 220 V <input type="checkbox"/>
Frecuencia de operación:	50/60 Hz
Materiales:	Acero inoxidable 304 y Placa de cerámica de rutenio
Color:	Plata
Ruido de trabajo :	30-50db
Rango de tiempo	0-99 horas
Tamaño del producto	42 * 22 * 17.5 cm



**Instrucción operativa**

1. Coloque la máquina con cuidado sobre una superficie plana, preste atención a que no haya llamas abiertas cerca.
2. Enchufe la máquina. Encienda el generador de ozono.
3. Ajuste el temporizador al tiempo de trabajo especificado de acuerdo con las especificaciones que se indican a continuación. Si ve una luz brillante en el interior, significa que la máquina de ozono está funcionando.
4. Durante el funcionamiento de la máquina, preste atención a que los animales o las personas deben abandonar la habitación.
5. Cierre las puertas y ventanas después de que arranque la máquina.
6. Cuando expire el tiempo de desinfección establecido, la máquina se apagará automáticamente. Después de unos 30 minutos, puede abrir las puertas y ventanas, si el olor de la habitación se ha ido, puede usar la habitación.
7. Después de la desinfección, desenchufe la máquina y colóquela en un lugar seco y ventilado.



En la configuración de tiempo, H indica horas, M indica minutos y S indica segundos. Ajuste el tiempo para comenzar a trabajar en la posición de configuración del intervalo de descanso y ajuste el tiempo de trabajo en la posición de configuración del intervalo de trabajo, después de configurar un cierto valor, y luego encienda. Puede ajustar directamente los botones "H", "M" y "S" de la hora, y configurarlo en la hora requerida.

**Guía de configuración del temporizador**

Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
35 g / h	0-50 m <sup>3</sup>	1-5 minutos	Casa particular, hotel habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100m <sup>3</sup>	5-8 minutos	
	100-200m <sup>3</sup>	8-12 minutos	
	200-280m <sup>3</sup>	12-24 minutos	
	280-400m <sup>3</sup>	24-48 minutos	
400-650m <sup>3</sup>	48-58 minutos		
Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
40 g / h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200m <sup>3</sup>	5-10 minutos	
	200-280m <sup>3</sup>	10-20 minutos	
	280-400m <sup>3</sup>	20-40 minutos	
400-700m <sup>3</sup>	40-55 minutos		
Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
50 g / h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200m <sup>3</sup>	5-8 minutos	
	200-280m <sup>3</sup>	8-18 minutos	
	280-400m <sup>3</sup>	18-38 minutos	
400-800m <sup>3</sup>	38-58 minutos		
Ozono Producción	Área de trabajo	Ajuste de tiempo	Ámbito de aplicación
60 g / h	0-50 m <sup>3</sup>	1-3 minutos	Casa particular, hotel habitación, empresa, villa, garaje, comercial, exterior
	50-100m <sup>3</sup>	3-5 minutos	
	100-200m <sup>3</sup>	3-8 minutos	
	200-280m <sup>3</sup>	5-15 minutos	
	280-400m <sup>3</sup>	15-30 minutos	
400-800m <sup>3</sup>	30-40 minutos		

**Anexo 5. Información de la Máquina de Ozono**

**Fuente:** Datos obtenidos del catálogo